

ISSN 2658-6649

Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture

www.discover-journal.ru



Volume 13, Number 1
2021

Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture

Volume 13, Number 1
2021

Главный редактор:

Дентовская С.В. – доктор медицинских наук, профессор, заведующая лабораторией микробиологии чумы (Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, пос. Оболенск, Серпуховский р-н, Московская обл., Российская Федерация)

Заместители главного редактора:

Медведев Л.Н. – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биофизики Института фундаментальной биологии и биотехнологии (ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Российская Федерация)

Оказова З.П. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности (ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет», Грозный, Российская Федерация)

Москаленко О.Л. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture

Научно-практический рецензируемый журнал
Peer-reviewed scientific-practical journal

Периодичность. 6 номеров в год / Periodicity. 6 issues per year

Том 13, № 1, 2021

<p>Учредитель и издатель: ООО Научно-инновационный центр</p> <p>Журнал основан в 2008 году Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций Свидетельство регистрации ПИ № ФС 77 - 71726 от 30.11.2017 г.</p> <p>Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (Перечень ВАК)</p> <p>Индексирование и реферирование: Scopus РИНЦ Ulrich's Periodicals Directory Cyberleninka Google Scholar ВИНИТИ РАН DOAJ BASE EBSCO WorldCat OpenAIRE ЭБС IPRbooks ЭБС Znanium ЭБС Лань</p> <p>Адрес редакции, издателя и для корреспонденции: 660127, г. Красноярск, ул. 9 Мая, 5 к. 192 E-mail: editor@discover-journal.ru http://discover-journal.ru/</p> <p>Подписной индекс в каталоге Почты России «Подписные издания» – ПИ900</p>	<p>Founder and publisher: Science and Innovation Center Publishing House</p> <p>Founded 2008 Mass media registration certificate PI № FS 77 - 71726, issued November 30, 2017.</p> <p>Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture is included in the list of leading peer-reviewed scientific journals and editions, approved by the State Commission for Academic Degrees and Titles (the VAK) of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation</p> <p>Indexing and Abstracting: Scopus RSCI Ulrich's Periodicals Directory Cyberleninka Google Scholar VINITI Database RAS DOAJ BASE EBSCO WorldCat OpenAIRE IPRbooks Znanium Lan'</p> <p>Editorial Board Office: 9 Maya St., 5/192, Krasnoyarsk, 660127, Russian Federation E-mail: editor@discover-journal.ru http://discover-journal.ru/</p> <p>Subscription index in the 'The Russian Post' General catalog – PI900</p>
---	---

Свободная цена

© Научно-инновационный центр, 2021

Члены редакционной коллегии

Анисимов Андрей Павлович, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе (Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, пос. Оболенск, Серпуховский р-н, Московская обл., Российская Федерация)

Балакирев Николай Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, профессор, проректор по науке и инновациям, зав. кафедрой мелкого животноводства (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», Москва, Российская Федерация)

Батырбекова Светлана Есимбековна, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

Буко Вячеслав Ульянович, доктор биологических наук, профессор, зав. отделом биохимической фармакологии (Институт биохимии биологически активных соединений АН Беларуси, Гродно, Республика Беларусь)

Глотов Александр Гаврилович, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий лабораторией биотехнологии, главный научный сотрудник (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская область, пос. Краснообск, Российская Федерация)

Казакова Алия Сабировна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой агробиотехнологии (Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, Зерноград, Российская Федерация)

Козлов Василий Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация)

Лесовская Марина Игоревна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры экономики и агробизнеса (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Российская Федерация)

Лисняк Анатолий Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией лесного почвоведения

УкрНИИЛХА; доцент кафедры экологии и неозологии ХНУ (Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого (УкрНИИЛХА); Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина (ХНУ), Харьков, Украина)

Манчук Валерий Тимофеевич, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, научный руководитель института (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Мойсеёнок Андрей Георгиевич, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, заведующий Отделом витаминологии и нутрицевтики ГП "Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси" (Гродно), главный научный сотрудник Отдела питания НПЦ НАН Беларуси по продовольствию (Минск) (Национальная академия наук Беларуси, Республика Беларусь)

Музурова Людмила Владимировна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры анатомии человека (Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Российская Федерация)

Науанова Айнаш Пахуашовна, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник (Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана, Республика Казахстан)

Никитюк Дмитрий Борисович, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Российская Федерация)

Пуликов Анатолий Степанович, доктор медицинских наук, профессор, отличник здравоохранения РФ, главный научный сотрудник группы функциональной морфологии клинического отделения патологии пищеварительной системы у взрослых и детей (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Полунина Наталья Валентиновна, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующая кафедрой кафедра общественного здоровья и здравоохранения, экономики здравоохранения (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация)

Поползухина Нина Алексеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии, природопользования и биологии, почетный работник сферы образования Российской Федерации, Почетный работник сферы образования Российской Федерации (ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет им. П.А.Столыпина, Омск, Российская Федерация)

Рапопорт Жан Жозефович, доктор медицинских наук, профессор, отличник здравоохранения СССР, заслуженный изобретатель СССР, почетный профессор НИИ МПС; консультант (Больничная касса "Леумит", Хайфа, Израиль)

Рахимов Александр Имануилович, доктор химических наук, профессор, профессор по кафедре «Органическая химия» (Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация)

Рахимова Надежда Александровна, доктор химических наук, профессор (Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация)

Родин Игорь Алексеевич, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры анатомии, ветеринарного акушерства и хирургии (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»), Краснодар, Российская Федерация)

Рожко Татьяна Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры медицинской и биологической физики (Красноярский государственный медицинский университет им. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения Российской Федерации, Красноярск, Российская Федерация)

Сетков Николай Александрович, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, международный научный центр исследования экстремальных состояний организма, профессор кафедры биофизики Института фундаментальной биологии и биотехнологии (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Российская Федерация)

Смелик Виктор Александрович, доктор технических наук, профессор, директор научно-исследовательского института управления технологическими системами в АПК, заведующий кафедрой «Технические системы в агробизнесе» (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный аграрный университет"), Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Смирнова Ольга Валентиновна, доктор медицинских наук, профессор, зав. лабораторией клинической патофизиологии НИИ МПС ФИЦ КНЦ СО РАН; профессор кафедры медицинской биологии Института фундаментальной биологии и биотехнологии СФУ; профессор кафедры внутренних болезней Медико-психолого-со-

циального института ХГУ (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», Хакасский государственный университет имени Н. Ф. Катанова, Красноярск, Российская Федерация)

Суханова Светлана Фаилевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева», Курганская обл., Кетовский р-н, с. Лесниково, Российская Федерация)

Терещенко Сергей Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор, руководитель клинического отделения соматического и психического здоровья детей (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Тирранен Ляля Степановна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, международный научный центр исследования экстремальных состояний организма (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Тыщенко Елизавета Алексеевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Товароведения и управление качеством» (Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово, Российская Федерация)

Шелепов Виктор Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией «Разработка продуктов для функционального питания человека и животных (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробιο-технологий Российской академии наук, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск, Российская Федерация)

Шнайдер Наталья Алексеевна, доктор медицинских наук, профессор, в.н.с. отделения персонализированной психиатрии и неврологии (Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева, Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Editorial Board Members

Andrey Anisimov, Doctor of Medicine, Professor, Deputy Director for Science (Federal Service for Supervision in the Sphere of Customers Rights and Human Well-Being Federal State Institution of Science State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology, Obolensk, Moscow Region, Russian Federation)

Nikolai Balakirev, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Pro-Rector for Science and Innovation, Head of the Department of Small Animal Husbandry (Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Skryabin, Moscow, Russian Federation)

Svetlana Batyrbekova, Doctor of Chemical Sciences, Senior Researcher (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

Vyacheslav Buko, Doctor of Biology, Professor, Head of the Department of Biochemical Pharmacology (Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the Academy of Sciences of Belarus, Grodno, Belarus)

Alexander Glotov, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Biotechnology, Chief Scientific Officer (Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk Region, Krasnoobsk, Russian Federation)

Aliya Kazakova, Doctor of Biology, Professor, Head of Department of Agrobiotechnology (Azov-Black Sea State Agroengineering Academy, Zernograd, Russian Federation)

Vasilij Kozlov, Candidate of Medicine (Ph.D.), Associate Professor, Assistant Professor of Public Health and Health Care (I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation)

Marina Lesovskaya, Doctor of Biology, Professor, Professor of the Department 'Economics and Agribusiness' (Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Anatoly Lisnyak, Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Forest Soil Science; Associate Professor of the Department of Ecology and Neoeology (Ukrainian Research Institute of Forestry and Agroforestry named after G.M. Vysotsky, Kharkiv National University of V.N. Karazin, Kharkiv, Ukraine)

Valery Manchuk, Doctor of Medicine, Professor, Corresponding Member of RAS, Scientific Director of the Institute (Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center») of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Andrei Moiseenok, Doctor of Biology, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Head of the Department of Vitaminology and Nutraceutical Technologies of the State Enterprise "Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the National Academy of Sciences of Belarus" (Grodno), Chief Researcher of the Nutrition Department of the National Center for Food of Belarus (Minsk) (The National Academy of Sciences of Belarus, Belarus)

Lyudmila Muzurova, Doctor of Medicine, Professor, Professor of the Department of Human Anatomy (Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Saratov, Russian Federation)

Aynash Nauanova, Doctor of Biology, Professor, Chief Researcher (S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, Republic of Kazakhstan)

Dmitry Nikitjuk, Doctor of Medicine, Professor, Corresponding Member of RAS, Director (Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation)

Anatoly Pulikov, Doctor of Medicine, Professor, chief researcher group of the functional morphology of the clinical department of pathology of the digestive system in children and adults (Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Natalya Polunina, Doctor of Medicine, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Public Health and Health Economics of the Russian Federation (Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation)

Nina Popolzukhina, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Ecology, Nature Management and Biology, Honorary Worker of Education of the Russian Federation, Honorary Worker of Education of the Russian Federation (Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation)

Jan Rapoport, Doctor of Medicine, Professor, Honored Worker of the USSR Public Health, Honored Inventor of the USSR, Honorary Professor of the Research Institute of the Ministry of Railways; Consultant (Health Insurance Fund "Leumit", Haifa, Israel)

Aleksandr Rakhimov, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Professor of the Department of Organic Chemistry (Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation)

Nadezhda Rakhimova, Doctor of Chemical Sciences, Professor (Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation)

Igor Rodin, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Professor of the Department of Anatomy, Veterinary Obstetrics and Surgery (Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russian Federation)

Tatiana Rozhko, Candidate of Biology (Ph.D.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Medical and Biological Physics (Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Nikolay Setkov, Doctor of Biology, Professor, Chief Researcher, International Research Center Study of Extreme States of the Body, Professor of the Department of Biophysics, Institute of Basic Biology and Biotechnology (Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Viktor Smelik, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Research Institute of Management of Technological Systems in the Agroindustrial Complex, Head of the Department "Technical Systems in Agribusiness" (St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russian Federation)

Olga Smirnova, Doctor of Medicine, Professor, Head of the Laboratory of Clinical Pathophysiology; Professor of the Department of Medical Biology of the Institute of Fundamental Biology and Biotechnology; Professor of the Department of Internal Medicine of the Medical-Psychological-Social Institute (Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Siberian Federal University; Khakass State University named after N.F. Katanov, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Svetlana Sukhanova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice-Rector (Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev, Kurgan region, Ketovsky district, Lenikovo village, Russian Federation)

Sergey Tereshchenko, Doctor of Medicine, Professor, Head of the Clinical Department of Physical and Mental Health of Children (Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Lyalya Tirranen, Doctor of Biology, Leading Researcher, International Research Center Study of Extreme States of the Body (Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Elizaveta Tyshchenko, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Commodity and quality management (Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Kemerovo, Russian Federation)

Viktor Shelepov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory "Development of Products

for Functional Nutrition of Humans and Animals" (Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk Region, Krasnoobsk, Russian Federation)

Natalya Shnaider, Doctor of Medicine, Professor, Leading Researcher, Department of Personalized Psychiatry and Neurology (V.M. Bekhterev National Research Medical Centre for Psychiatry and Neurology, St. Petersburg, Russian Federation)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

BIOLOGICAL SCIENCES

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-11-34

UDC 577.15

ACTIVITY AND ISOZYME COMPOSITION OF PEROXIDASE IN SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) NEEDLES EFFECTED BY TECHNOGENIC EMISSIONS FROM VARIOUS ENTERPRISES AND VEHICLES

O.V. Kalugina, T.A. Mikhailova, L.V. Afanasyeva, O.V. Shergina

Background. *The technogenic pollution leads to excessive production of reactive oxygen species (ROS) in plants which are highly reactive and toxic and cause damage to biomolecules. Plants have a complex antioxidant defense system that protects cells from the ROS and maintain homeostasis. The most important link this system is enzymes, in particular, peroxidase. It was of interest to determine the expression of the protective properties of one of the sensitive species of coniferous plants under the influence of technogenic emissions from various enterprises and vehicles.*

Purpose. *Investigation the activity and isoenzyme composition of peroxidase in the needles of *Pinus sylvestris* L. under the influence of technogenic emissions of different compositions in the Baikal region.*

Materials and methods. *The pine needles were collected on sample plots located near an aluminum plant, thermal power plant, chemical plant, coal mining enterprise, and the highway. The activity of soluble guaiacol-dependent peroxidases was defined by spectrophotometry in a reaction mixture with citrate-phosphate buffer, hydrogen peroxide, and guaiacol. Native polyacrylamide gel electrophoresis was used for determination of peroxidase isoforms.*

Results. *It was shown that an increase in the total guaiacol-dependent peroxidase activity ranged from 6 to 22 times in the pine needles in polluted areas. Maximum enzyme activity was found in needle samples collected near the aluminum smelter, whose emissions are characterized by large amounts of fluorides and polycyclic aromatic hydrocarbons. The high variability of peroxidase isoform*

composition in Scots pine needles under industrial pollution was revealed. It was expressed in the emergence of new isoforms in the zone of fast-moving (R_f from 61 to 100) and medium-moving (R_f from 31 to 60) items. The maximum number of isoforms (nine) was found in pine needles near the aluminum smelter with only two ones detected in the background area.

Conclusion. Peroxidase activity and the number of its newly formed isoforms can adequately reflect the degree of technogenic pollution and trees decline. The indicators can also be used in monitoring of coniferous forests condition.

Keywords: *Pinus sylvestris* L.; induced-guaiacol peroxidase; peroxidase isoforms; technogenic pollution

For citation. Kalugina O.V., Mikhailova T.A., Afanasyeva L.V., Shergina O.V. Activity and isozyme composition of peroxidase in scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles effected by technogenic emissions from various enterprises and vehicles. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 11-34. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-11-34

АКТИВНОСТЬ И ИЗОФЕРМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПЕРОКСИДАЗЫ В ХВОЕ СОСНЫ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ ЭМИССИЯМИ РАЗНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И АВТОТРАНСПОРТА

О.В. Калугина, Т.А. Михайлова, Л.В. Афанасьева, О.В. Шергина

Состояние вопроса. Воздействие техногенного загрязнения инициирует развитие в тканях растений окислительного стресса, связанного с избыточным образованием активных форм кислорода (АФК). Для предотвращения негативного влияния АФК у растений функционирует антиоксидантная система защиты, важнейшим звеном которой является фермент пероксидаза. Исследования активности этого фермента проводились многими авторами при загрязнении растений определенными поллютантами – озоном, диоксидом серы, тяжелыми металлами. Представляло интерес выяснить проявление защитных свойств одного из чувствительных видов хвойных растений при воздействии разных типов техногенного загрязнения.

Цель работы – исследовать активность и изоферментный состав пероксидазы в хвое *Pinus sylvestris* L. при воздействии техногенных эмиссий разного состава на территории Байкальского региона.

Материал и методы. Активность гваякол-зависимой пероксидазы определяли спектрофотометрически в реакционной смеси, содержащей цитратно-фосфатный буфер, перекись водорода и гваякол. Определение изоформ пероксидазы осуществляли с помощью нативного электрофореза в полиакриламидном геле.

Результаты. В хвое деревьев сосны на техногенно загрязняемых территориях обнаружено увеличение активности пероксидазы от 6 до 22 раз. Максимальная активность фермента и наиболее высокая изменчивость спектра изопероксидаз отмечаются в хвое при загрязнении фторидами и полиароматическими соединениями. Новые изоформы выявлены в зоне средне-подвижных (Rf от 31 до 60) и в зоне быстрых (Rf от 61 до 100) компонентов. На фоновой территории найдено только две изоформы.

Заключение. Активность пероксидазы и число ее изоформ в хвое адекватно отражают степень техногенного загрязнения и угнетения древостоев и могут быть использованы при мониторинге состояния лесов.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris L.*; гваякол-зависимая пероксидаза; изоформы пероксидазы; техногенное загрязнение

Для цитирования. Калугина О.В., Михайлова Т.А., Афанасьева Л.В., Шергина О.В. Активность и изоферментный состав пероксидазы в хвое сосны (*Pinus sylvestris L.*) в условиях загрязнения техногенными эмиссиями разных предприятий и автотранспорта // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 1. С. 11-34. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-11-34

Introduction

Technogenic pollution is one of the significant anthropogenic factors causing pathological changes in plant organisms. The nutritional status of plants changes and many metabolic processes are disturbed due to the foliar and soil absorption of pollutant elements. At the biochemical level, the development of oxidative stress in plant tissues which is related to the increased production of reactive molecules – reactive oxygen species (ROS) – is the initial link of the disturbances [15]. The most important ROS for living cells are hydrogen peroxide (H_2O_2), hydroxyl radical (OH^\cdot), superoxide radical (O_2^\cdot), singlet oxygen (O_2^*). Oxygen radicals and their derivatives pose a serious threat to plant organisms since they can suppress the activity of enzymes, cause changes in nucleic acids, degradation of proteins, and change the membrane permeability [13; 22].

The multicomponent antioxidant defence system (ADS) functions effectively to eliminate ROS without the formation of any toxic compounds in plants. The system includes low and high molecular weight compounds [17]. By means

of it, regulatory and detoxification mechanisms are launched, which act at the cellular, molecular, and tissue levels. The mechanisms act at the level of the whole plant, too [29]. Peroxidase is the most important highly molecular plant antioxidant, which directly detoxifies ROS [30; 37]. It is a two-component enzyme with iron-porphyrin in the prosthetic group, which has diverse substrate specificity [12]. The enzyme is one of the first to be activated and involved in the neutralization of ROS, ensuring thereby the regular functioning of oxidative processes. Moreover, peroxidase plays an important role in the respiration of plants, in nitrogen metabolism, in the regulation of growth processes, and in the formation of cell walls. In addition, it plays a key role in the process of lignification [1; 6; 32].

There is a lot of information about changes in the activity and isozyme composition of plant peroxidases under the conditions of technogenic pollution. Most researchers consider the quantitative and qualitative variability of the enzyme in herbaceous and woody plants under the influence of one type of pollution. These types are: heavy metals [40], ozone [26; 41], nitrogen dioxide [20], sulfur dioxide [21; 24], fluorides [23; 34], and polycyclic aromatic hydrocarbons [39]. Therewith, the authors note that peroxidase activity increases with an increase in the technogenic load. The increase in its activity indicates the occurrence of protective reactions of a plant organism in adverse conditions even long before the appearance of visible damage in plants. However, there is evidence of a decrease in the activity of this enzyme in plants in response to exposure to high concentrations of pollutants. Thus, with the increase in radionuclide contamination, the decrease in the peroxidase activity in Scots pine needles was noted [18], as well as in tobacco leaves in response to exposure to high nitrobenzene concentrations [38]. Moreover, a number of studies aim at studying the peroxidase activity of one or several tree species growing in urban environments [16]. According to the authors, it is possible to determine the degree of plant adaptive abilities and identify urban areas with different pollution levels by the enzyme activity changes. Not without interest is to assess the protective and adaptive abilities of one plant species growing in territories that differ in the type of technogenic pollution. We did not find corresponding studies.

The Baikal region (Eastern Siberia, Russia) is interesting in this aspect since forests, as the most important natural resource, are especially significant here. They are the main factor that ensures the sustainability of the ecosystem of the unique Lake Baikal and adjacent territories. Natural undisturbed stands still exist in most parts of the region. They represent the

standard of species, population and ecosystem diversity. At the same time, in the southern part of the Baikal region, where more than ten large industrial enterprises with the annual volume of air emissions of more than 600 thousand tons of pollutants [2] are located, there is a tendency towards a decrease in the environmental protection and in the water-regulating potential of forest ecosystems [11].

The purpose of our research is to study the activity and isozyme composition of peroxidase in needles of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), an indicator species, under the influence of technogenic emissions from various enterprises and vehicles.

Material and methods

The studies were carried out in the southern part of the Baikal region (Baikal region, East Siberia, Russia) at sample plots located 2-3 km away from the aluminum smelter, the thermal power plant (TPP), the chemical enterprise, and the coal-mining enterprise. They were also carried out 150-250 m away from the major motor road. Emissions from aluminum production are characterized by the highest content of fluorides and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs); the amount of sulfur dioxide and aerosols of heavy metals is also high. Sulfur dioxide and aerosols of heavy metals account for a large proportion of TPP emissions. The predominant phytotoxicants in the chemical enterprise emissions are oxides of carbon, sulfur and nitrogen, formaldehyde, furfural, and benzo(a)pyrene, as well as aerosols of mercury, zinc and nickel. The coal-mining enterprise emits a large amount of inorganic dust into the atmosphere. The dust contains heavy metals; oxides of sulfur, nitrogen, and carbon are recorded in the gas fraction of the emissions. A large number of lead compounds are noted in the emissions from vehicles along with carbon and sulfur oxides, aldehydes and PAHs [2].

Field surveys of Scots pine trees, the main forest-forming species of the region, were carried out in 2018-2020 using permanent sample plots (SP) technique in stands similar in age and bonitet [27]. Relief features, regional wind regime, and local air mass circulation were taken into account. There were established 11 sample plots in the tree-stands polluted by technogenic emissions from various industrial enterprises and vehicles. We studied Scots pine tree-stands of III bonitet class growing on gray forest soil. Background (unpolluted) tree-stands were 100 km away from the industrial territory and did not fall under emission transfer. We studied herb-rich III bonitet class Scots pine trees growing on gray forest soil.

In the middle of the vegetation period (from July 20 to July 30), second-year needles, as the most physiologically active, were selected from the middle part of the crowns of 5-6 40-year-old trees (II class according to the Kraft classification) from the south and southwest sides. The shoots were selected into Kraft paper bags using the Gardena pruner. In the laboratory conditions, needles of the second year of life were separated from the shoots with forceps. Needles taken on each SP were thoroughly mixed to form averaged samples. Next, one part of the needles was dried for 48 h at 60°C, ground to powder using the Bosch electric mill, and sieved through a 0.5 mm mesh. The dry material obtained was used to determine inorganic elements. The other part of the needles was left fresh and stored in a freezer. PAHs, activity and isozyme composition of peroxidase were determined in frozen needles.

To assess the level of industrial pollution, Scots pine needle content of the main inorganic pollutants was determined (fluorine, sulfur, lead, cadmium, mercury, zinc, iron, copper, nickel, lithium, molybdenum, vanadium, arsenic, tungsten, chromium, tellurium, silicon, aluminum) and the sum of 16 priority PAHs. Dry needles were mineralized in a muffle furnace at 450°C for three hours. The ash was then dissolved in 0.1 M nitric acid to determine the trace elements, and for the determination of sulfur – in 2 M hydrochloric acid. The elemental chemical composition in the obtained solutions was determined by the atomic absorption spectrophotometry and photocolourimetry [33; 35] using the instrumentation of the Bioanalitika Shared Instrumentation Center (Irkutsk): the AAS Vario 6 (Germany), the IR-spectrophotometer FT-IR Apectrum One, Perkin Elmer, AAA (Czech Republic). The fluorine content in Scots pine needles was measured spectrophotometrically at a wavelength of 540 nm with xylenol orange after dry ashing of the sample and distillation of the resulting ash with water vapor in perchloric acid using silver sulfate to remove the accompanying chlorine impurities. The mercury concentration in the needles was determined by the cold vapor atomic absorption technique [42]. PAHs were determined using the method of chromatography-mass spectrometry technique according to A.G. Gorshkov [19].

The content of hydrogen peroxide, an indicator of the oxidative stress in needles, was determined spectrophotometrically according to the formation of a colored complex compound – titanium peroxide from titanium sulfate $Ti_2(-SO_4)_3$ [14]. Using the Specord spectrophotometer (Germany), the total activity of soluble guaiacol-dependent peroxidases was determined by changing the optical density (wavelength 580 nm) in the reaction mixture composition: 0.1 M citrate-phosphate buffer (pH 5.5), 0.3% hydrogen peroxide, 0.05% guaiacol,

and a sample [3]. The determination was carried out at 25°C immediately after the enzyme extraction from needles samples. The determination of peroxidase isoforms in needles was carried out using native polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) [5]. The diaminobenzidine method modified by Loyda et al. [4] was used to detect the enzymatic activity in PAGE.

A number of visual and morphometric parameters were determined at all SPs for assessing the vital state of pine trees: crown defoliation, needle mass on second year shoots, second year shoot length, number of needles on second year shoots and needle age.

The content of inorganic elements was expressed in mg/kg dry weight, PAHs – in ng/g of dry needle mass, enzyme activity – in standard units per mg wet weight. All parameters were determined in five biological and nine analytical replicates; for morphometric parameters, 60-100 measurements were performed. Statistical data processing was carried out using the application package MS Excel 2010 and with the software «R», version 3.1.1. (2014). To assess the accumulation level of pollutant elements in Scots pine needles, a concentration coefficient was calculated, which is the ratio of the content of any element in the studied object to the background content [9]. The figures and tables show the average values of each parameter \pm standard deviations (SD). The Shapiro-Wilk test was used as a normality test. Pearson's correlation coefficient was used [28]. Differences significant at $\alpha=0.05$ are discussed.

Results and discussion

According to the results of the studies, the content of elements in Scots pine needles changes at SP nearby the technogenic pollution sources; the increases in concentrations of those elements included in the emissions are observed. Their highest content in needles is noted near the aluminum smelter. The sum of inorganic pollutants here is 1682 mg/kg, organic – 1650 ng/g, which exceeds the background level by 4.0 and 30 times, respectively. Figure 1 shows the content of individual pollutants in needles expressed in terms of concentration coefficients (Cc). High sulfur concentrations in pine needles (up to 820 mg/kg with the background 310 mg/kg) are recorded near all the pollution sources. That is due to the wide distribution of sulfur dioxide, its presence in the atmospheric emissions from all the industrial enterprises and vehicles. The highest fluorine level (147 mg/kg against the background 10 mg/kg) in pine needles was found near the aluminum smelter. Moreover, fluorides were revealed to be emitted by a number of other enterprises (chemical

plants, thermal power plants, etc.), though in much smaller quantities than those emitted by the aluminum smelter.

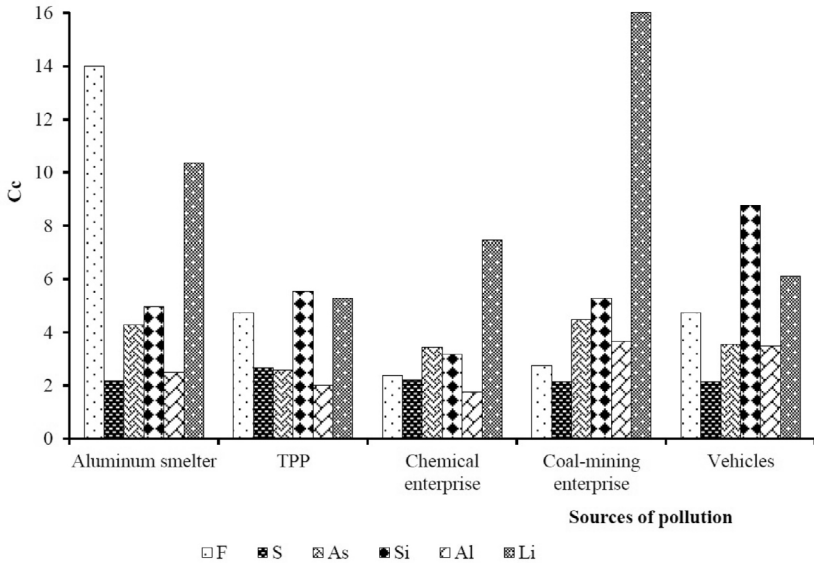


Fig. 1. Concentration coefficients (Cc) of pollutants in Scots pine needles polluted by technogenic emissions and vehicles.

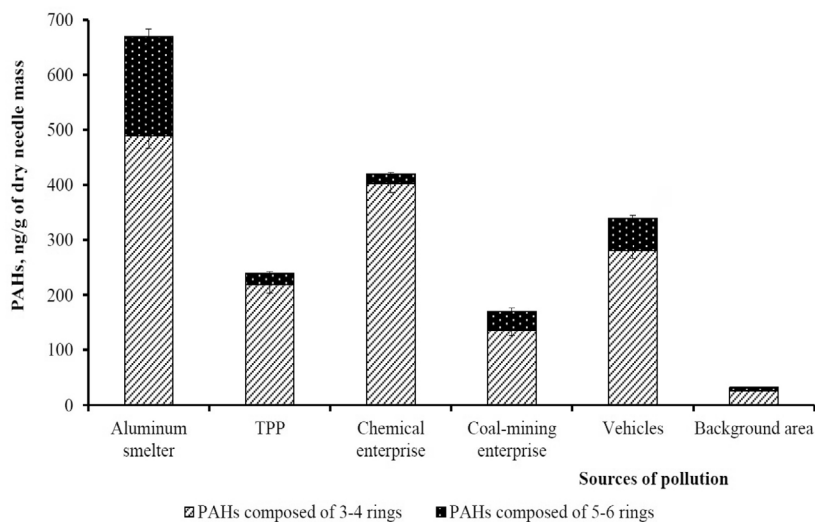
In Scots pine needles nearby all the industrial enterprises, the concentrations of arsenic, silicon, aluminum, and lithium were increased (Cc was from 2 to 16.0) (see Fig. 1). When studying the distribution of aerosols of heavy metals, we identified SPs with high needle concentrations of heavy metals and SPs with low pollution levels (Table 1). The highest values of mercury and nickel were found near the chemical enterprise. High levels of tungsten, cobalt, molybdenum and cadmium were found near the TPP. High levels of zinc, lead, copper, iron, chromium, vanadium and tellurium were found near the motor roads.

PAHs are markers of atmospheric air pollution by persistent organic pollutants (POPs). When studying the accumulation of PAHs in Scots pine needles, their high level was recorded near all the industrial enterprises (Fig. 2). The highest level was marked near the aluminum smelter (one of the powerful sources of POPs emissions).

Table 1.

Concentration coefficients (Cc) of heavy metals in Scots pine needles polluted by technogenic emissions and vehicles

Heavy Metals	Sources of pollution				
	Aluminum smelter	TPP	Chemical enterprise	Coal-mining enterprise	Vehicles
W	3,03	25,46	4,79	2,69	8,62
Co	2,73	3,16	1,81	2,24	3,08
Mo	4,86	6,46	3,73	2,74	4,11
Cd	2,43	2,87	2,09	1,13	1,91
Hg	1,56	2,27	8,23	1,17	1,55
Zn	1,43	1,33	1,11	1,10	2,50
Ni	4,19	23,07	39,23	3,11	5,11
Pb	7,15	7,31	5,64	2,13	9,66
Fe	1,79	3,36	3,08	1,94	4,98
Cu	1,36	1,18	1,97	1,08	2,00
Cr	4,28	5,98	3,15	3,51	18,37
V	3,32	6,15	3,22	3,30	12,62
Te	2,74	4,17	4,51	2,58	7,95

**Fig. 2.** The content of PAHs in Scots pine needles polluted by different sources of pollution and in the background area.

When analyzing needles, the prevalence of volatile PAHs composed of 3-4 aromatic rings (phenanthrene, fluoranthene, pyrene, chrysene) was shown. Their total amount can reach 70-96% of the total PAHs. Compounds with 5-6 aromatic rings (benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, benzo[e]pyrene, perylene, indeno[1,2,3-c,d]pyrene, benzo[g,h,i]perylene, and dibenz[a,h]anthracene) made up a smaller proportion (4-30%) in the total PAH content. The compounds are usually adsorbed on solid carriers (dust, soot) and are particularly toxic to biota [7].

The accumulation of pollutants is known to be associated with the development of oxidative stress, a prerequisite for which is the excessive accumulation of ROS. Hydrogen peroxide is a relatively stable ROS capable of diffusing from the place of formation [36]. Therefore, its generation can serve as one of the biochemical indicators of the state of plants during the alteration of intracellular processes. Our correlation analysis between the total content of pollutant elements in needles and the concentration of hydrogen peroxide there showed a significant effect of emissions from all the industrial enterprises on H_2O_2 production, correlation coefficient varied between 0.74-0.86 ($\alpha=0.05$, $n=18$). Thus, in the vicinity of the coal-mining enterprise, the peroxide concentration was 1.5 times higher than the background values. It was 2.0 times higher near the chemical enterprise and the TPP; 2.5 times higher near the motor roads; 3.0 times higher near the aluminum smelter. With that in mind, we can talk about the high toxicity of emissions from the aluminum smelter, the TPP, and the chemical enterprise for plants. We can also notice somewhat lower toxicity of air emissions from the coal-mining enterprise.

The excess hydrogen peroxide that occurs in needles when exposed to industrial emissions is eliminated by specialized enzymes, including peroxidase. All groups of peroxidases participate in protective reactions: cationic (soluble) contained in vacuole, and anionic (weakly bound) localized in cellular components. Our study provides data on the total peroxidase activity. When determining the total activity of guaiacol-dependent peroxidase using omethoxyphenol as a reducing substrate, a significant increase was shown in Scots pine needles in technogenically polluted territories (Fig. 3).

The maximum values of enzyme activity exceeding the background ones by a factor of 22 were recorded in Scots pine needles in the vicinity of the aluminum smelter, where strong contamination with fluorides and PAHs was detected. Near the motor roads, the enzyme activity was 17 times higher than the background one. It was 15 times higher near the TPP; 12 times higher near the chemical enterprise; 6 times higher near the coal-mining enterprise.

Calculation of correlations between the level of hydrogen peroxide in needles and peroxidase activity revealed a close direct relationship between these parameters, correlation coefficient varied between 0.82-0.88 ($\alpha = 0.05$, $n = 18$). These results indicate a vivid display of the antioxidant properties of peroxidase, aimed at the removal of reactive oxygen species. Moreover, the higher the level of ROS in the needles is, the stronger the activity of peroxidase is. That indicates the great importance of this enzyme in maintaining the homeostatic state of needle cells under the influence of such a strong stress factor as technogenic emissions.

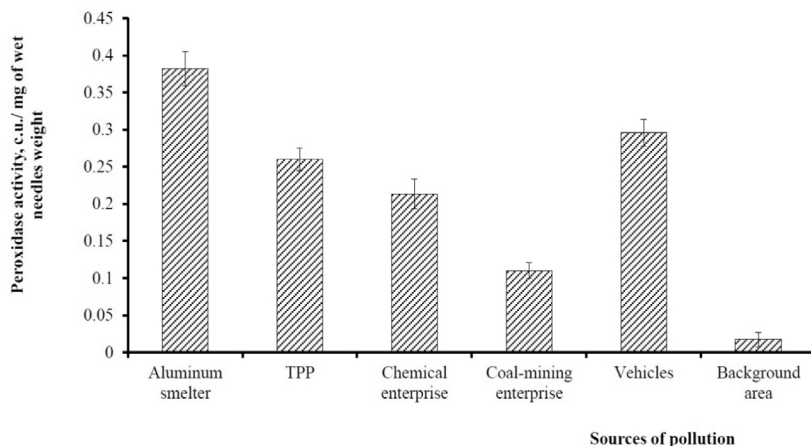


Fig. 3. Peroxidase activity in Scots pine needles polluted by technogenic emissions and vehicles.

The variety of functions performed and the active reaction of peroxidase in response to stressful effects are determined by the presence of a wide range of molecular forms of the enzyme – isoforms [1; 31]. Such heterogeneity of the spectrum of isoforms is the result of changes in the amino acid composition of the protein part of the enzyme molecule, the sugar composition of the carbohydrate part, or aggregation of low-molecular forms [8]. According to the relative electrophoretic mobility (Rf), isoperoxidases are divided into three zones: A-zone (slow isoforms), B-zone (moderate isoforms), C-zone (fast isoforms) [10; 25]. The set of the enzyme isoforms is characterized by high lability, which makes it possible to use it as an adequate indicator of the physiological state of plants [43]. These authors report an increase in the number of isoforms in case of deterioration in the condition of plants exposed to various stress factors.

The results obtained indicate the presence of two protein forms of the medium enzyme (Rf 0.56 and 0.68) in Scots pine needles in the background area. The Rf 0.56 isoform is stable and is observed in Scots pine needles in all the studied SPs (Table 2). A high variability of the peroxidase spectrum in needles is noted under the influence of technogenic pollution. The most profound transformation of the isoperoxidase spectrum was detected in Scots pine needles near the aluminum smelter: the number of newly formed components in the spectrum reached eight (plus the stable Rf 0.56 isoform). Four isoforms appeared in the moderate B-zone (Rf 0.42, 0.46, 0.52, 0.58); the rest (Rf 0.64, 0.73, 0.76, 0.81) appeared in the fast C-zone which consisted of components with the lowest molecular weight and fast electrophoretic mobility.

Table 2.

Determined peroxidase isoforms in Scots pine needles near the industrial enterprises and in the background area

Industrial Enterprises	Relative Electrophoretic Mobility (Rf)									
	0.42	0.46	0.52	0.56	0.58	0.64	0.68	0.73	0.76	0.81
Aluminum smelter	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
TPP	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
Chemical enterprise	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-
Coal-mining enterprise	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Vehicles	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
Background area	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-

+ Isoform determined

- No isoform

In Scots pine needles growing near the TPP and motor roads, the isozyme spectrum includes (in addition to the stable Rf 0.56) 4 isoforms, one of which (Rf 0.52) appears in the B-zone and three (Rf 0.73, 0.76, 0.81) appear in the C-zone. Nearby the chemical enterprise, 4 isoforms (Rf 0.52, 0.56, 0.64, 0.73) were recorded in the isoform spectrum, including the stable Rf 0.56. Smaller spectrum changes expressed in the appearance of one new isoform (Rf 0.52) in the zone of moderately-moving components were found in needles of Scots pine growing near the coal-mining enterprise. Under technogenic pollution, we did not reveal isoforms related to the A-zone in Scots pine. However, there is evidence that new isoforms appear in Scots pine needles mainly in the A-zone under the conditions of chemical stress [10].

Isoforms differ in optimal conditions necessary for the launch of their catalytic activity [8]. The activity of certain peroxidase isoforms depends on many factors,

such as natural characteristics of the habitat (biotope), climatic conditions, and the impact of negative factors. We assume that isoforms Rf 0.56 and 0.68, which were detected in background and polluted tree stands, are of greater significance in the physiological processes of Scots pine. Other forms of peroxidase present in needles only when exposed to technogenic industrial pollution seem to be involved in adaptive and protective reactions of a plant organism. Based on this, the data obtained on the increase in peroxidase activity and on the rearrangement of its isozyme system also speaks for the activation of the protective properties of Scots pine under the influence of a stress factor – technogenic pollution.

We compared the obtained data related to the biochemical protection of Scots pine, that is, we compared changes in the peroxidase activity in needles with data characterizing the state of Scots pine assimilation organs (namely, with the morphological parameters of needles and shoots) since their change can be used to estimate the inhibition degree of the tree growth processes. It was shown that a high activity of peroxidase was observed in needles of significantly inhibited trees with a high level of crown defoliation and a shorter length and mass of shoots and needles. Thus, the crown defoliation level near the aluminum smelter reached 65%, near the chemical enterprise and motor roads – 60%, near the TPP – 55%, near the coal-mining enterprise – 45%. It was on average 25% in the background area. The life span of Scots pine needles on the polluted SPs was reduced to 2-3 years, while it was 6 years on the background SP. The analysis of the morphological parameters of Scots pine shoots and needles under the influence of technogenic emissions also differs significantly from the background values, especially near the aluminum smelter and motor roads (Table 3). According to the table data, such parameters as shoot length, number of needles per shoot, and mass of needles on shoots are most significantly reduced. Near the sources of pollution, their values are 3.4-6.5 times lower than the background ones.

Judging by the results obtained, it can be assumed that under the influence of such a strong negative factor as long-lasting technogenic pollution, protective properties of trees are activated against the background of pronounced inhibition of the growth processes. The display of these processes depends on the degree of aggressiveness of pollutants. It was revealed that the degree of inhibition of growth processes, the level of peroxidase activity and its heterogeneity (the number of isoforms 9) are greatest near the aluminum smelter when exposed to highly toxic emissions containing fluorides and PAHs. Near the other enterprises (the chemical enterprise, the TPP, and the motor roads), the values of inhibition of growth processes, peroxidase activity, and number of isoforms (2 isoforms) are lower. Near the coal-mining enterprise, where the

level of technogenic pollution of needles is the lowest, there is weak inhibition of growth processes, the lowest peroxidase activity and the smallest number of isoforms in comparison with other polluted SPs. Consequently, such indicators as peroxidase activity and number of its newly formed isoforms can adequately reflect the degree of technogenic pollution and inhibition of tree-stands. The indicators can be used in monitoring the state of coniferous forests.

Table 3.

Morphometric indicators (mean±SD) of trunks, shoots and needles of Scots pine trees polluted by emissions from industrial enterprises and vehicles

Indicators	Sources of pollution					Back-ground area
	Aluminum smelter	TPP	Chemical enterprise	Coal-mining enterprise	Vehicles	
Length of shoots of the 2 nd year, cm	7,5±3,3	7,8±2,9	11,2±2,8	15,7±2,1	6,7±1,5	24,3±2,5
Number of needles per shoot, pcs.	90,0±27,4	94,9±25,2	135,8±35,4	193,7±18,2	98,6±11,9	305,6±44,2
Mass of needles on the shoots, g	0,8±0,2	1,0±0,4	1,6±0,7	2,9±0,3	0,9±0,1	5,2±1,4
Mass of one needle, mg	8,9±0,3	10,5±0,3	11,8±0,3	14,5±0,5	9,1±0,3	17,0±0,6
Needle length, mm	47,8±7,9	50,3±9,2	51,3±5,8	53,6±4,9	48,6±5,2	55,7±7,2

Conclusion

Differences in the activity of guaiacol-dependent peroxidase and its isozyme spectrum in Scots pine needles polluted by technogenic emissions from the aluminum plant, the chemical enterprise, the TPP, the coal-mining enterprise, and vehicles are shown. The activity of this enzyme in polluted needles 6-22 times exceeded the background values, the number of isoforms increased to 9, and 2 isoforms were recorded in the background area (Rf 0.56 and 0.68). The strongest changes in peroxidase activity and number of isoforms were observed in needles near the aluminum smelter, and a high accumulation of fluorides and PAHs was detected in the needles. Somewhat smaller changes in peroxidase activity and composition of its isoforms were detected in Scots pine needles polluted by vehicles and emissions from the chemical enterprise and the TPP. The smallest changes in peroxidase activity and number of isoforms were found near the coal-mining enterprise. The results suggest that peroxidase activity and number of its newly formed isoforms can adequately reflect not only the specificity of needle protective properties under differing technogenic pollution but also indicate the inhibition degree of polluted trees. This is evidenced by the

parallel study of morphostructural parameters characterizing growth processes of trees. The greatest inhibition of these processes was revealed in case of pollution by emissions from the aluminum smelter. The lowest inhibition was found near the coal-mining enterprise.

Conflict of interest information. The authors declare that they have no conflict of interest.

Funding information. The reported study was funded by RFBR and the Government of the Irkutsk Region, project number 20-44-380009.

Acknowledgements. This work was performed using equipment belonging to the Bioanalitika Shared Instrumentation Center of the Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Irkutsk. The authors are grateful to Maxim Zhivetyev for his help in determining the activity of peroxidase.

References

1. Andreeva V.A. *Ferment peroksidaza: Uchastie v zashchitnom mekhanizme rastenij* [Peroxidase enzyme: participation in preservative mechanism of plants]. Moscow: Nauka, 1988. 128 p.
2. *Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Irkutskoj oblasti v 2019 godu* [State report «On the state and Environmental Protection of the Irkutsk region in 2019»]. Irkutsk, 2020, 214 p.
3. Graskova I.A., Borovskii G.B., Kolesnichenko A.V., Voinikov V.K. Peroksidaza kak komponent signal'noj sistemy kletok kartofelya pri patogeneze kol'cevoj gnili [Peroxidase as a component of the signaling pathway in potato cells during ring rot infection]. *Russian J of Plant Phys*, 2004, no. 51(5), pp. 621-626.
4. Loyda Z., Gossrau R., Schibler T. *Gistokhimiya fermentov. Laboratornye metody* [Histochemistry of enzymes. Laboratory methods]. Moscow: Mir, 1982.
5. Pobezhimova T.P., Kolesnichenko A.V., Grabel'nykh O.I. *Metody izucheniya mitohondrij rastenij. Polyarografiya i elektroforez* [Methods of studying plant mitochondria. Polarography and electrophoresis]. Moscow: OOO NPK Prome-kobezopasnost, 2004. 98 p.
6. Poleskaya O.G. *Rastitel'naya kletka i aktivnye formy kisloroda: uchebnoe posobie* [Plant cell and reactive oxygen species: a tutorial]. Moscow, 2007. 140 p.
7. Rakitsky V.N., Turusov V.S. Mutagennaya i kancerogennaya aktivnost' himicheskikh soedinenij [Mutagenic and carcinogenic activity of chemical compounds]. *Bulletin of the Russian Academy of Medical Science*, 2005, vol. 3, pp. 7-9.
8. Sadvakasova G.G., Kunaeva R.M. Nekotorye fiziko-himicheskie i biologicheskie svoystva peroksidazy rastenij [Some physicochemical and biological prop-

- erties of plant peroxidase]. *Physiology and biochemistry of cultivated plants*, 1987, vol. 19(2), pp. 107-119.
9. Sorokina E.P., Dmitrieva K.K., Karpov L.K., Maslennikov V.V. Analiz regional'nogo geohimicheskogo fona kak osnova ekologo-geohimicheskogo kartirovaniya ravninnyh territoriya (na primere severnoj chasti Zapadno-Sibirskogo regiona) [Analysis of regional geochemical background as the basis of ecological-geochemical mapping lowland territories (for example, the northern part of the Western Siberian region)]. *Applied Geochemistry*, 2001, vol. 2, pp. 316-339.
 10. Statsenko A.P., Tuzhilova L.I., Vyugovsky A.A. Rastitel'nye peroksidazy-markery himicheskogo zagryazneniya prirodnyh sred [Vegetable peroxidases are markers of chemical pollution of natural environments]. *Bulletin of OGU*, 2008, vol. 10(92), pp. 188-191.
 11. Tulokhonov A.K. *Bajkal'skij region: Problemy ustojchivogo razvitiya* [The Baikal region: problems of sustainable development]. Novosibirsk, Nauka, 1996. 208 p.
 12. Almagro L., Gómez Ros L.V., Belchi-Navarro S., Bru R., Barceló A.R., Pedreño M.A. Class III peroxidases in plant defence reactions. *J Exp Bot*, 2009, vol. 60, pp. 377-390. <https://doi.org/10.1093/jxb/ern277>
 13. Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K.V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Annals of Botany*, 2003, vol. 91, pp. 179-194. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf118>
 14. Brennan T., Frenkel C. Involvement of Hydrogen Peroxide in the Regulation of Senescence in Pear. *Plant Physiology*, 1977, vol. 59, pp. 411-416. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.59.3.411>
 15. Contin D.R., Soriani H.H., Hernandez I., Furrie, R.P.M., Munne-Bosch S., Martinez C.A. Antioxidant and photoprotective defenses in response to gradual water stress under low and high irradiance in two Malvaceae tree species used for tropical forest restoration. *Trees*, 2014, vol. 28, pp. 1705-1722. <https://doi.org/10.1007/s00468-014-1079-x>
 16. Ferrini F., Tattini M., Bussotti F., Fini A. Trees in the urban environment: Response mechanisms and benefits for the ecosystem should guide plant selection for future plantings. *Agrochimica*, 2014, LVIII(3), pp. 234-246. <https://doi.org/10.12871/0021857201432>
 17. Foyer C.H., Noctor G. Stress-triggered redox signaling: what's in pROSPect? *Plant Cell Environ*, 2016, vol. 39(5), pp. 951-964. <https://doi.org/10.1111/pce.12621>
 18. Geras'kin S, Volkova P, Vasiliyev D, Dikareva N, Oudalova A, Kazakova E, Makarenko E, Duarte G, Kuzmenkov A. Scots pine as a promising indicator or-

- ganism for biomonitoring of the polluted environment: A case study on chronically irradiated populations. *Mutat Res Gen Tox En*, 2019, vol. 842, pp. 3-13. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2018.12.011>
19. Gorshkov A.G. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in the needles of a Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) a biomonitor of atmospheric pollution. *J Anal Chem*, 2008, vol. 63(8), pp. 805-811. <https://doi.org/10.1134/S1061934808080169>
 20. Horsman D.C., Wellburn A.R. Synergistic effects of SO₂ and NO₂ polluted air upon enzyme activity in pea seedlings. *Environ Pollut*, 1975, vol. 8, pp. 123-133.
 21. Horsman D.C., Wellburn A.R. Effect of SO₂ polluted air up on enzyme activity in plants originating from areas of different annual mean atmospheric SO₂ concentrations. *Environ Pollut*, 1977, vol. 13, pp. 33-39.
 22. Hossain M.A., Piyatida P., da Silva J.A.T., Fujita M. Molecular mechanism of heavy metal toxicity and tolerance in plants: central role of glutathione in detoxification of reactive oxygen species and methylglyoxal and in heavy metal chelation. *J Bot*, 2012, pp. 1-37. <https://doi.org/10.1155/2012/872875>
 23. Keller Th. The use of peroxidase activity for monitoring and mapping air pollution areas. *Eur J For Pathol*, 1974, vol. 4, pp. 11-19. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1974.tb00407.x>
 24. Keller Th. Auswirkungen niedriger SO₂-Konzentrationen auf junge Fichten. *Schweiz Z. Forstwesen*, 1976, vol. 127, pp. 237-251.
 25. Kohaich K., Baaziz M. New investigations on the guaiacol peroxidase of *Opuntia ficus indica* L. and its modulation by ascorbic acid and copper. Towards an optimization of quantitative and qualitative tests. *J Molec Catal B: Enzymatic*, 2015, vol. 119, pp. 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.molcatb.2015.05.013>
 26. Li C.H., Wang T.Z., Li Y., Zheng Y.H., Jiang G.M. Flixweed is more competitive than winter wheat under ozone pollution: evidences from membrane lipid peroxidation, antioxidant enzymes and biomass. *PLoS One*, 2013, vol. 8(3), e60109. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060109>
 27. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests (2010) UNECE, ICP Forests Programme Coordinating Centre. <http://www.icp-forests.org/Manual.htm/> (accessed July, 13, 2019).
 28. McKillup S. Statistics explained. An introductory guide for life scientists. Cambridge University Press, 2012. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815935>
 29. Murtaza B., Naeem F., Shahid M., Abbas G., Shah N.S., Amjad M., Bakhat H.F., Imran M., Niazi N.K., Murtaza G. A multivariate analysis of physiological and antioxidant responses and health hazards of wheat under cadmium

- and lead stress. *Environ Sci Pollut Res*, 2019, vol. 26, pp. 362-370. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3605-7>
30. Onele A.O., Chasov A., Viktorova L., Beckett R.P., Trifonova T., Minibayeva F. Biochemical characterization of peroxidases from the moss *Dicranum scoparium*. *South African Journal of Botany*, 2018, vol. 119, pp. 132-141. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.08.014>
31. Passardi F., Cosio C., Penel C., Dunand C. Peroxidases have more functions than a Swiss army knife. *Plant Cell Reports*, 2005, vol. 24, pp. 255-265. <https://doi.org/10.1007/s00299-005-0972-6>
32. Passardi F., Penel C., Dunand C. Performing the paradoxical: how plant peroxidases modify the cell wall. *Trend Plant Sci*, 2004, vol. 9, pp. 534-540. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2004.09.002>
33. Proidakova O.A., Vasil'eva I.E. Method to Improve Schemes of Sample Preparation and Atomic-Absorption Analysis of Geochemical Samples. *Inorg Mater*, 2010, vol. 46(14), pp. 1503-1512. <https://doi.org/10.1134/S0020168510140062>
34. Rozhkov A.S., Mikhailova T.A. The effect of fluorine-containing emissions on conifers. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1993.
35. Sanina N.B., Proidakova O.A. Heavy metals in soil of the Baikal biosphere reserve (in connection with degradation of fir forests of the Northern macroslope of Khamar-Daban Range). *Chin J Geochem*, 2006, vol. 25(S), p. 191.
36. Scandalios J.G. The rise of ROS. *Trends Biochem Sci*, 2002, vol. 27, pp. 483-486.
37. Sharma P., Jha A.B., Dubey R.S., Pessarakli M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *J Bot*, 2012, pp. 1-26. <https://doi.org/10.1155/2012/217037>
38. Si L., Guo C., Cao Y., Cong W., Yuan Z. The effect of nitrobenzene on antioxidative enzyme activity and DNA damage in tobacco seedling leaf cells. *Environ Toxicol Chem*, 2012, vol. 31(9), pp. 2078-2084. <https://doi.org/10.1002/etc.1920>
39. Song H., Wang Y.S., Sun C.C., Wang Y.T., Peng Y.L., Cheng H. Effects of pyrene on antioxidant systems and lipid peroxidation level in mangrove plants *Bruguiera gymnorrhiza*. *Ecotoxicology*, 2012, vol. 21(6), pp. 1625-1632. <https://doi.org/10.1007/s10646-012-0945-9>
40. Srivastava S., Dubey R.S. Manganese-excess induces oxidative stress, lowers the pool of antioxidants and elevates activities of key antioxidative enzymes in rice seedlings. *Plant Growth Regul*, 2011, vol. 64, pp. 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10725-010-9526-1>
41. Tingey D.T., Fites R.C., Wickliff C. Differential foliar sensitivity of soybean cultivars to ozone associated with differential enzyme activities. *Physiol Plant*, 1976, vol. 37, pp. 69-72. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1976.tb01874.x>

42. Welz B., Sperling M. *Atomic Absorption Spectrometry*, Weinheim: Willey-VCH, 1999.
43. Yoruk R., Marshall M.R. Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: a review. *J Food Biochem*, 2003, vol. 27, pp. 361-422. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2003.tb00289.x>

Список литературы

1. Андреева В.А. Фермент пероксидаза: Участие в защитном механизме растений. Москва: Наука, 1988. 128 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2019 году». Иркутск, 2020.
3. Граскова И.А., Боровский Г.Б., Колесниченко А.В., Войников В.К. Пероксидаза как компонент сигнальной системы клеток картофеля при патогенезе кольцевой гнили // Физиология растений. 2004. Т. 51, № 5. С. 692-697.
4. Лойда З., Госсрау Р., Шиблер Т. Гистохимия ферментов (лабораторные методы). М.: Мир, 1982. 272 с.
5. Побежимова Т.П., Колесниченко А.В., Грабельных О.И. Методы изучения митохондрий растений. Полярография и электрофорез. Москва: ООО НПК Промэкобезопасность, 2004. 98 с.
6. Полесская О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода: учебное пособие. Москва, 2007. 140 с.
7. Ракитский В.Н., Турусов В.С. Мутагенная и канцерогенная активность химических соединений // Вестник РАМН. 2005. № 3. С. 7–9.
8. Садвакасова Г.Г., Кунаева Р.М. Некоторые физико-химические и биологические свойства пероксидазы растений // Физиология и биохимия культурных растений. 1987. Т. 19, №2. С. 107-119.
9. Сорокина Е.П., Дмитриева Н.К., Карпов Л.К., Масленников В.В. Анализ регионального геохимического фона как основа эколого-геохимического картирования равнинных территорий (на примере северной части Западно-Сибирского региона) // Прикладная геохимия, 2001. Вып. 2. С. 316-339.
10. Стаценко А.П., Тужилова Л.И., Вьюговский А.А. Растительные пероксидазы-маркеры химического загрязнения природных сред // Вестник ОГУ, 2008. №10(92). С. 188-191.
11. Тулохонов А.К. Байкальский регион: Проблемы устойчивого развития. Новосибирск: Наука, 1996. 208 с.
12. Almagro L., Gómez Ros L.V., Belchi-Navarro S., Bru R., Barceló A.R., Pedreño M.A. Class III peroxidases in plant defence reactions // J. Exp. Bot., 2009, vol. 60, pp. 377-390. <https://doi.org/10.1093/jxb/ern277>

13. Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K.V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review // *Annals of Botany*, 2003, vol. 91, pp. 179-194. <https://doi.org/10.1093/aob/mcfl18>
14. Brennan T., Frenkel C. Involvement of Hydrogen Peroxide in the Regulation of Senescence in Pear // *Plant Physiology*, 1977, vol. 59, pp. 411-416. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.59.3.411>
15. Contin D.R., Soriani H.H., Hernandez I., Furrrie, R.P.M., Munne-Bosch S., Martinez C.A. Antioxidant and photoprotective defenses in response to gradual water stress under low and high irradiance in two Malvaceae tree species used for tropical forest restoration // *Trees*, 2014, vol. 28, pp. 1705-1722. <https://doi.org/10.1007/s00468-014-1079-x>
16. Ferrini F., Tattini M., Bussotti F., Fini A. Trees in the urban environment: Response mechanisms and benefits for the ecosystem should guide plant selection for future plantings // *Agrochimica*, 2014, LVIII(3), pp. 234-246. <https://doi.org/10.12871/0021857201432>
17. Foyer C.H., Noctor G. Stress-triggered redox signaling: what's in pROSpect? // *Plant Cell Environ.*, 2016, vol. 39(5), pp. 951-964. <https://doi.org/10.1111/pce.12621>
18. Geras'kin S, Volkova P, Vasiliyev D, Dikareva N, Oudalova A, Kazakova E, Makarenko E, Duarte G, Kuzmenkov A. Scots pine as a promising indicator organism for biomonitoring of the polluted environment: A case study on chronically irradiated populations. *Mutat Res Gen Tox En*, 2019, vol. 842, pp. 3-13. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2018.12.011>
19. Gorshkov A.G. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in the needles of a Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) a biomonitor of atmospheric pollution // *J. Anal. Chem.*, 2008, vol. 63(8), pp. 805-811. <https://doi.org/10.1134/S1061934808080169>
20. Horsman D.C., Wellburn A.R. Synergistic effects of SO₂ and NO₂ polluted air upon enzyme activity in pea seedlings // *Environ. Pollut.*, 1975, vol. 8, pp. 123-133.
21. Horsman D.C., Wellburn A.R. Effect of SO₂ polluted air up on enzyme activity in plants originating from areas of different annual mean atmospheric SO₂ concentrations // *Environ. Pollut.*, 1977, vol. 13, pp. 33-39.
22. Hossain M.A., Piyatida P., da Silva J.A.T., Fujita M. Molecular mechanism of heavy metal toxicity and tolerance in plants: central role of glutathione in detoxification of reactive oxygen species and methylglyoxal and in heavy metal chelation // *J. Bot.*, 2012, pp. 1-37. <https://doi.org/10.1155/2012/872875>
23. Keller Th. The use of peroxidase activity for monitoring and mapping air pollution areas // *Eur. J. For. Pathol.*, 1974, vol. 4, pp. 11-19. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1974.tb00407.x>

24. Keller Th. Auswirkungen niedriger SO₂-Konzentrationen auf junge Fichten. Schweiz Z // Forstwesen, 1976, vol. 127, pp. 237-251.
25. Kohaich K., Baaziz M. New investigations on the guaiacol peroxidase of *Opuntia ficus indica* L. and its modulation by ascorbic acid and copper. Towards an optimization of quantitative and qualitative tests // J. Molec. Catal B: Enzymatic, 2015, vol. 119, pp. 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.molcatb.2015.05.013>
26. Li C.H., Wang T.Z., Li Y., Zheng Y.H., Jiang G.M. Flixweed is more competitive than winter wheat under ozone pollution: evidences from membrane lipid peroxidation, antioxidant enzymes and biomass // PLoS One, 2013, vol. 8(3), e60109. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060109>
27. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests (2010) UNECE, ICP Forests Programme Coordinating Centre. <http://www.icp-forests.org/Manual.htm/> (accessed July 13, 2019).
28. McKillup S. Statistics explained. An introductory guide for life scientists. Cambridge University Press, 2012. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815935>
29. Murtaza B., Naem F., Shahid M., Abbas G., Shah N.S., Amjad M., Bakhat H.F., Imran M., Niazi N.K., Murtaza G. A multivariate analysis of physiological and antioxidant responses and health hazards of wheat under cadmium and lead stress // Environ. Sci. Pollut. Res., 2019, vol. 26, pp. 362-370. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3605-7>
30. Onele A.O., Chasov A., Viktorova L., Beckett R.P., Trifonova T., Minibayeva F. Biochemical characterization of peroxidases from the moss *Dicranum scoparium* // South African Journal of Botany, 2018, vol. 119, pp. 132-141. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.08.014>
31. Passardi F., Cosio C., Penel C., Dunand C. Peroxidases have more functions than a Swiss army knife // Plant Cell Reports, 2005, vol. 24, pp. 255-265. <https://doi.org/10.1007/s00299-005-0972-6>
32. Passardi F., Penel C., Dunand C. Performing the paradoxical: how plant peroxidases modify the cell wall // Trend Plant Sci., 2004, vol. 9, pp. 534-540. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2004.09.002>
33. Proidakova O.A., Vasil'eva I.E. Method to Improve Schemes of Sample Preparation and Atomic-Absorption Analysis of Geochemical Samples // Inorg. Mater., 2010, vol. 46(14), pp. 1503-1512. <https://doi.org/10.1134/S0020168510140062>
34. Rozhkov A.S., Mikhailova T.A. The effect of fluorine-containing emissions on conifers. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1993.
35. Sanina N.B., Proidakova O.A. Heavy metals in soil of the Baikal biosphere reserve (in connection with degradation of fir forests of the Northern macroslope of Khamar-Daban Range) // Chin. J. Geochem., 2006, vol. 25(S), p. 191.

36. Scandalios J.G. The rise of ROS // Trends Biochem. Sci., 2002, vol. 27, pp. 483-486.
37. Sharma P., Jha A.B., Dubey R.S., Pessarakli M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions // J. Bot., 2012, pp. 1-26. <https://doi.org/10.1155/2012/217037>
38. Si L., Guo C., Cao Y., Cong W., Yuan Z. The effect of nitrobenzene on antioxidative enzyme activity and DNA damage in tobacco seedling leaf cells // Environ. Toxicol. Chem., 2012, vol. 31(9), pp. 2078-2084. <https://doi.org/10.1002/etc.1920>
39. Song H., Wang Y.S., Sun C.C., Wang Y.T., Peng Y.L., Cheng H. Effects of pyrene on antioxidant systems and lipid peroxidation level in mangrove plants *Bruguiera gymnorhiza* // Ecotoxicology, 2012, vol. 21(6), pp. 1625-1632. <https://doi.org/10.1007/s10646-012-0945-9>
40. Srivastava S., Dubey R.S. Manganese-excess induces oxidative stress, lowers the pool of antioxidants and elevates activities of key antioxidative enzymes in rice seedlings // Plant Growth Regul., 2011, vol. 64, pp. 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10725-010-9526-1>
41. Tingey D.T., Fites R.C., Wickliff C. Differential foliar sensitivity of soybean cultivars to ozone associated with differential enzyme activities // Physiol. Plant, 1976, vol. 37, pp. 69-72. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1976.tb01874.x>
42. Welz B., Sperling M. Atomic Absorption Spectrometry. Weinheim: Willey-VCH, 1999.
43. Yoruk R., Marshall M.R. Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: a review // J. Food Biochem., 2003, vol. 27, pp. 361-422. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2003.tb00289.x>

DATA ABOUT THE AUTHORS

Kalugina Olga V., Cand. Sc. (Biology), Senior Researcher of the Laboratory of Natural and Anthropogenic Ecosystems Laboratory
Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences
132, Lermontov Str., Irkutsk, 664033, Russian Federation
olignat32@inbox.ru
SPIN-code: 5805-2159
ORCID: 0000-0001-6500-748X
ResearcherID: I-9669-2018
Scopus Author ID: 36190781000

Mikhailova Tatiana A., Dr. Sc. (Biology), head of laboratory of the Laboratory of Natural and Anthropogenic Ecosystems
Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences
132, Lermontov Str., Irkutsk, 664033, Russian Federation
mikh@sifibr.irk.ru
ORCID: 0000-0003-2214-8690
ResearcherID: I-9715-2018
Scopus Author ID: 15725975200

Afanasyeva Larisa V., Cand. Sc. (Biology), Researcher of the Floristry and Geobotany Laboratory
Institute of General and Experimental Biology Biochemistry Siberian Branch of the Russian Academy of Science
6, Sakhyanova Str., Ulan-Ude, 670047, Russian Federation
afanl@mail.ru
SPIN-code: 1244-1046
ORCID: 0000-0003-1339-7302
ResearcherID: J-6805-2018
Scopus Author ID: 57209328261

Shergina Olga V., Cand. Sc. (Biology), Senior Researcher of the Laboratory of Natural and Anthropogenic Ecosystems Laboratory
Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences
132, Lermontov Str., Irkutsk, 664033, Russian Federation
sherolga80@mail.ru
SPIN-code: 8646-5549
ORCID: 0000-0002-6333-8821
ResearcherID: I-9646-2018
Scopus Author ID: 55902360500

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Калугина Ольга Владимировна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории природных и антропогенных экосистем
Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН
ул. Лермонтова, 132, г. Иркутск, 664033, Российская Федерация
olignat32@inbox.ru

Михайлова Татьяна Алексеевна, д-р биол. наук, заведующий лабораторией природных и антропогенных экосистем
Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН
ул. Лермонтова, 132, г. Иркутск, 664033, Российская Федерация
mikh@sifibr.irk.ru

Афанасьева Лариса Владимировна, канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории флористики и геоботаники
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН
ул. Сахьяновой, 6, г. Улан-Удэ, 670047, Российская Федерация
afanl@mail.ru

Шергина Ольга Владимировна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории природных и антропогенных экосистем
Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН
ул. Лермонтова, 132, г. Иркутск, 664033, Российская Федерация
sherolga80@mail.ru

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-35-57

УДК 577.29:633.8

АНАЛИЗ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ СОИ КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ СКОРОСПЕЛОСТИ

*А.И. Катыхиев, Н.Б. Катыхиева, И.В. Федосеева,
А.В. Поморцев, В.Н. Дорофеев*

Обоснование. Одной из наиболее ценных в хозяйственном отношении сельскохозяйственных культур является соя (*Glycine max (L.) Merr.*). Интерес к этой культуре у аграриев связан с тем, что соя широко используется как продовольственная, кормовая и техническая культура. Соя является короткодневным растением, чувствительным к интенсивности освещения и продолжительности дня. В связи с этим сорта сои занимают ограниченный ареал возделывания и имеют высокую продуктивность в узком диапазоне агроклиматических условий. Поскольку для условий Иркутской области на сегодняшний день нет рекомендованных сортов сои к возделыванию, представляется важным разработать маркеры скороспелых сортов и сортообразцов сои, способных давать стабильный урожай в условиях длинного светового режима и сниженной суммы активных температур.

Цель. Целью данной работы был сравнительный анализ уровней экспрессии генов – потенциальных молекулярных маркеров скороспелости сои в различающихся по скороспелости сортах и сортообразцах сои. В исследование были взяты представляющие на наш взгляд наиболее перспективные с этой точки зрения гены на основе полученных нами ранее данных, а также на основе литературных данных.

Материалы и методы. Растения сои сортообразцов №15, 3169/14 и сортов Алтом и Вилана для экспериментов выращивались в контролируемых условиях станции искусственного климата «Фитотрон» на базе СИФИБР СО РАН. Растения выращивались индивидуально в вегетационных сосудах при температурном режиме: день/ночь – 22/16°C; фотопериод – день/ночь – 16,5/7,5 часов; освещенность – 500 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; влажность – 60%. Для выделения РНК отбирали не развитые до конца вторые тройчатые листья растений сои. РНК с помощью реактивов из набора GeneJET Plant RNA Purification Mini Kit (ThermoScientific, Литва), согласно инструкции производителя.

Синтез первой цепи кДНК осуществляли с использованием набора реактивов ThermoScientific (Литва), согласно рекомендациям фирмы производителя.

ПЦР-РВ проводили на приборе CFX96™ Real-Time PCR Detection System (Bio-Rad, США), используя набор реактивов qPCR mix-HS SYBR (Евроген, Россия), согласно инструкции производителя. Анализ данных ПЦР-РВ проводили с помощью программного обеспечения SFX Manager (Bio-Rad, Германия). Все эксперименты проводились в двух аналитических и трех биологических повторностях. В качестве референсного гена использовали ген, кодирующий актин – Act11.

Результаты. *С помощью метода ПЦР в реальном времени показано, что из числа исследованных нами генов повышенные уровни экспрессии в скороспелых сортообразцах сои по сравнению с таковыми на стадии V2 – начала развития второго тройчатого листа сои – в позднеспелых сортах наблюдаются преимущественно для генов, кодирующих транскрипционные факторы, преимущественно, содержащие MADS-box. Из этой группы генов в качестве потенциальных маркеров скороспелости сои наиболее перспективными представляются гены, кодирующие ортологи SEP3 арабидопсиса. Отдельно стоит отметить наблюдаемую в нашей работе повышенную в тысячи раз экспрессию гена с неизвестной функцией – ортолога MEE18 арабидопсиса в более скороспелых генотипах сои. Такая гиперэкспрессия этого гена должна определять фенотипические различия между сортами и сортообразцами сои, возможно, и скороспелость растений. Помимо показанной более высокой экспрессии в скороспелых сортообразцах сои хорошо известных регуляторных генов, вовлеченных в реализацию перехода растений от вегетативной к генеративной фазе развития, отдельный интерес представляет выявленная нами повышенное содержание транскрипта гена, возможное участие которого в созревании растений сои пока не показано – гена секойсоларицирезинол дегидрогеназы. Все вышеперечисленные гены являются потенциальными кандидатами в молекулярные маркеры селекции скороспелых сортов и сортообразцов сои, выращиваемых в условиях длинного светового дня Иркутской области.*

Заключение. *Таким образом, в результате проведенных исследований выявлены гены сои, экспрессия которых достоверно повышена в более скороспелых сортах и сортообразцах сои на стадии V2 развития растений, предшествующей стадии бутонизации. Очевидно, что те гены, функция которых по литературным данным связана с регуляцией процессов цветения, являются перспективными молекулярными маркерами скороспелости растений сои.*

Ключевые слова: *соя (Glycine max (L.) Merr.); скороспелость; экспрессия генов; транскрипционные факторы*

Для цитирования. Катышев А.И., Катышева Н.Б., Федосеева И.В., Поморцев А.В., Дорофеев В.Н. Анализ дифференциальной экспрессии генов *soi* как основа для разработки генетических маркеров скороспелости // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 1. С. 35-57. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-35-57

ANALYSIS OF DIFFERENTIAL EXPRESSION OF SOYBEAN GENES AS BASIS FOR DEVELOPMENT OF GENETIC MARKERS OF EARLY RIPENING

*A.I. Katyshev, N.B. Katysheva, I.V. Fedoseeva,
A.B. Pomortsev, V.N. Dorofeev*

Background. One of the most economically valuable agricultural crops is soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). The interest in this crop is due to the fact that soybean is widely used as a food, feed and technical culture. Soy is a short-day plant that is sensitive to light intensity and the length of the day. In this regard, soybean varieties occupy a limited area of cultivation and have high productivity in a narrow range of agro-climatic conditions. Since there are currently no recommended soybean varieties for cultivation in the Irkutsk region, it is important to develop early-ripening soybean varieties and cultivars that can produce a stable crop under long light conditions and a reduced amount of active temperatures.

Purpose. The purpose of this work was to compare the expression levels of genes – potential molecular markers of early ripening soybean varieties and cultivars. The study was performed with the most promising genes in our opinion from this point of view based on the data we obtained earlier, as well as from literary data.

Materials and methods. Soybean plants of samples No. 15, 3169/14 and varieties *Altom* and *Vilana* for experiments were grown under controlled conditions of the SIFIBR SB RAS Fitotron climate station. Plants were grown individually in growing vessels at a temperature: day/night - 22/16 °C; photoperiod - day/night - 16.5/7.5 hours; illumination - 500 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; humidity - 60%. To isolate RNA from the second not fully unfolded trifoliolate leaves of soybean the GeneJET Plant RNA Purification Mini Kit (ThermoScientific, Lithuania) was used, according to the manufacturer's instructions.

The first strand of cDNA was synthesized using the ThermoScientific reagent kit (Lithuania), according to the manufacturer's recommendations. RT-PCR was carried out on the CFX96™ Real-Time PCR Detection System (Bio-Rad, the USA), using a qPCR mix-HS SYBR reagent kit (Evrogen, Russia) according to the manufacturer's

instructions. The analysis of RT-PCR data was performed using the SFX Manager software (Bio-Rad, Germany). All experiments were carried out in two analytical and three biological replicates. A gene encoding actin, *Act11*, was used as a reference gene.

Results. Using the real-time PCR method, it was shown that among the genes we studied, increased levels of expression in early-ripening soybean cultivars compared to those at stage V2 in late-ripening varieties are observed mainly for genes encoding transcription factors, mainly MADS-box containing ones. Of this group of genes, the genes encoding *Arabidopsis* *SEP3* orthologs are the most promising as potential markers of soybean early ripening. We should also note the thousands-fold increased expression of a gene with an unknown function – the ortholog of *MEE18* *arabidopsis* gene in early ripening soybean genotypes. Such overexpression of this gene should determine the phenotypic differences between soybean varieties and cultivars, and possibly the early maturity of the plants. In addition to the shown higher expression of well-known regulatory genes involved in the transition of plants from vegetative to generative phase of plant development, of particular interest is identified elevated levels of transcripts of the gene, the possible participation of which in the maturation of the soybean plants have not yet shown – *secoisolariciresinol* dehydrogenase gene. All of the above-mentioned genes are potential candidates for molecular markers of selection of early-ripening varieties and cultivars of soybeans grown in the long day conditions of the Irkutsk region.

Conclusion. Thus, as a result of the studies carried out, soybean genes have been identified, the expression of which is significantly increased in more early ripening soybean samples and varieties at the V2 stage of plant development, preceding the budding stage. It is obvious that those genes, the function of which, according to the literature data, is associated with the regulation of flowering processes, are promising molecular markers of early ripening of soybean plants.

Keywords: soybean (*Glycine max* (L.) Merr.); early ripening; gene expression; transcription factors

For citation. Katyshev A.I., Katysheva N.B., Fedoseeva I.V., Pomortsev A.V., Dorofeev V.N. Analysis of differential expression of soybean genes as basis for development of genetic markers of early ripening. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 35-57. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-35-57

Введение

Одной из наиболее ценных в хозяйственном отношении сельскохозяйственных культур является соя (*Glycine max* (L.) Merr.) Интерес к этой культуре у аграриев связан с тем, что соя широко используется как продовольственная, кормовая и техническая культура [3]. На сегодняшний

день геном сои секвенирован [19], что открывает исследователям широкий простор для изучения молекулярно-генетических механизмов, реализующихся в процессе развития этих растений, реакции растений на действие стрессовых факторов различной природы и т.д. Изучение этих механизмов необходимо для направленной модификации генома сои с целью улучшения ценных в хозяйственном отношении признаков сои, а также для разработки различного рода генетических маркеров. Значительное количество исследований сконцентрировано на поиске генов сои, определяющих устойчивость к биотическому и абиотическому стрессам [4, 11, 21, 28], а также генов, определяющих высокие качества соевого зерна [14], эффекта гетерозиса [30].

Соя является короткодневным растением, чувствительным к интенсивности освещения и продолжительности дня [7]. В связи с этим сорта сои занимают ограниченный ареал возделывания и имеют высокую продуктивность в узком диапазоне агроклиматических условий [2, 23, 27]. Цветение является ключевым этапом при переходе от вегетативной к генеративной фазе развития растений. У наиболее исследованного модельного растения арабидопсиса детально охарактеризованы основные пути регуляции и молекулярно-генетические механизмы фазы цветения [9, 17, 25]. В тоже время арабидопсис относится к числу длиннодневных растений, а соя к числу существенно менее изученных короткодневных растений. У сои генетическими методами было выявлено 10 ключевых генов (9 генов E и локус J), играющих важную роль в регуляции процессов цветения и созревания растений, часть которых идентифицированы как ортологи хорошо изученных генов арабидопсиса [10, 12, 16]. Всего в геноме сои выявлено 118 ортологов генов арабидопсиса, участвующих в реализации процессов цветения [12]. Для ряда таких генов-ортологов показана их существенная роль в регуляции цветения в сое [6, 12, 15, 16, 29]. Выявленные мутации в последовательностях ряда этих генов, приводящие к изменению срока вегетативного периода развития растений сои и созревания могут быть использованы в качестве генетических маркеров в селекционных программах [10,27]. Генетическая трансформация растений сои такими регуляторными генами также может приводить к улучшению хозяйственных характеристик сои [29].

В связи с тем, что для условий Иркутской области на сегодняшний день нет рекомендованных сортов сои к возделыванию, представляется важным разработать маркеры скороспелых сортов и сортообразцов сои, способных давать стабильный урожай в условиях длинного светового ре-

жима и сниженной суммы активных температур. С целью поиска таких генетических маркеров нами ранее было проведено сравнительное изучение профилей экспрессии генов сои в различающихся по скороспелости сортах и сортообразцах с помощью технологии ДНК-микрочипирования (данные готовятся к публикации). В контрастных по признаку скороспелости растениях наблюдали дифференциальную экспрессию 1417 генов сои, из которых экспрессия 723 генов в скороспелых сортообразцах была достоверно выше, чем в позднеспелых сортах, а 694 – достоверно ниже.

Целью данной работы был сравнительный анализ уровней экспрессии генов – потенциальных молекулярных маркеров скороспелости сои в различающихся по скороспелости сортах и сортообразцах сои. В исследовании были взяты представляющие на наш взгляд наиболее перспективные с этой точки зрения гены на основе полученных нами данных, а также на основе литературных данных.

Материалы и методы исследования

Растения сои сортообразцов №15, 3169/14 и сортов Алтом и Вилана для экспериментов выращивались в контролируемых условиях станции искусственного климата «Фитотрон» на базе СИФИБР СО РАН. Растения выращивались индивидуально в вегетационных сосудах при температурном режиме: день/ночь – 22/16°C; фотопериод – день/ночь – 16,5/7,5 часов; освещенность – 500 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$; влажность – 60%. Использовали серую лесную среднесуглинистую почву агроэкологического стационара СИФИБР СО РАН с добавлением торфа в соотношении 2:1. Уровень увлажнения воздушно-сухой почвы моделировали добавлением и тщательным перемешиванием расчетного количества воды, исходя из 60% от ППВ в сосуде. Влажность почвы в течение эксперимента поддерживали путем ежедневного полива с поверхности и через трубку до достижения поливного веса.

Для выделения РНК отбирали не развитые до конца вторые тройчатые листья растений сои. РНК с помощью реактивов из набора GeneJET Plant RNA Purification Mini Kit (ThermoScientific, Литва), согласно инструкции производителя.

Синтез первой цепи кДНК осуществляли с использованием набора реактивов ThermoScientific (Литва), согласно рекомендациям фирмы производителя.

ПЦР-РВ проводили на приборе CFX96™ Real-Time PCR Detection System (Bio-Rad, США), используя набор реактивов qPCR mix-HS SYBR (Евроген, Россия), согласно инструкции производителя. Анализ данных

ПЦР-РВ проводили с помощью программного обеспечения SFX Manager (Bio-Rad, Германия). Все эксперименты проводились в двух аналитических и трех биологических повторностях. В качестве референсного гена использовали ген, кодирующий актин – *Act11* [22].

Последовательности использованных в работе олигонуклеотидов приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

Олигонуклеотиды, использованные в экспериментах по определению уровней экспрессии потенциальных маркерных генов скороспелости сои с помощью ПЦР в реальном времени

Наименование олигонуклеотида	Последовательность, 5'->3'
PRR95n74L	CAAGGTGCGACAAAACCTTCTGAATTA
PRR95n74R	CATCATACTAACATGAGAATTGTCTCCGT
PRR95n98L	CCATCGATTACATTTCTGAAAGTAAACAA
PRR95n98R	TCTCCAGGTTCTGATTTGAGCCA
MEE18nL	TCCACTGCAAGCTAAATCAGAATGAA
MEE18nR	TAGTGAGCAGATGCCACCTTGGTT
Rev04L	TTCAAAAACCAGGTGACAAAAAGGAAGT
Rev04R	AGTGTTTTGACTGGATGATGCATCTGT
Rev70L	AAAACCAGGTGACAAAAAGGATGCT
Rev70R	GTTTTGACTTGATGATGCATCTGCA
PSDnL	CCGTAAACACAGCGATTTCCAAGTAT
PSDnR	TCCCAGAAAAGGACCAACCAAGTT
AGL1L	CAACAACAGTGTTAGGGCCACCATT
AGL1R	CTTCAGATACGGATTCTGCGTTTGAA
GOX2L	CCACACCTCCAACCACTCTTTCAA
GOX2R	TTAATTTGAAGTGCACAACAACAGCTAA
AGL5L	AACTGAGTGCGAGTCAACCATACCTAA
AGL5R	CCATAGAAAAGGTTGTGCCATGCAT
Caul48L	AAATGTAATGAAGAAAACCTCCAACGTCGA
Caul48R	ATGCAGTCAGAAACGTCACACAGAGAT
Caul51L	GCAGAGCGTAGAAGGAAATCAAACA
Caul51R	GCATGGATTTAACCCACGTATGCTT
GOX1L	TTGACCTCTCCTTTTCTCTCTCTCTCTCT
GOX1R	GCATCAAAGATTCATCAAAGTGGTGTA
VRNL	AAGGGTTGGAAGGAGTATGCCACA
VRNR	CTGTTGTCTGAATATGTGCACGTCAA

Продолжение табл. 1.

AB15L	CAGAATGTTGAAGAATCGAGAATCAGCT
AB15R	CTTGTTTTCTCTTGCCTCAGCTTCA
GIL66L	CGATTGCTTCAGCCAATACCACGA
GIL66R	AAATGGCACGTTGGTAAAACCTCCGA
GIL03L	AGTACGCCCTTGAATCCTACATCTACAA
GIL03R	AATTACACGTTGCTAAAACCTCCTCCAAT
LATE18L	GGCCCATTTTGATTCCTTCTTCCA
LATE18R	GGACGTTAGGAGCAGATTGCAGTACAGA
SOC1cL	CAGCAACAAAGGATCCGAAAGAAAT
SOC1cR	GTAGTCCAATGAACAATTCAGTCTCCACT
AGL62L	TCACTTGAAGGCTACACTTGTGGCTA
AGL62R	CACTAAGAAGACCAAAGGTCGGCAA
PRR518L	CCGTGTTCCCTTGTGAGATGCCAATA
PRR518R	TGATGACCATAAGATGTTCCCTGTTGTT
PRR522L	ACACACACAGGCATTGGTACGGAA
PRR522R	TGAGAATGTGAGGAGGAGGACATATTGA
AS1cL	GCAGCACTTGGAGTGCATGCAT
AS1cR	TGGTATGATCTTCTCTGGTTCTACAGCTT
ACT1L	CCAGCTCGTCTGTGGAGAAGAGCTAT
ACT1R	GAATGCCTGAAGCTTCCATTCCA
GI3L	TGAGTTGGGAGAATCTGGACTTGGA
GI3R	TGAGAAAGGCATCTGATTGTAGCTGGT
GIE2L	TCAAAAATACCTAGCTGGCATAGGCTT
GIE2R	CATGATTCTAAGAAGAGTGAATGAACCATT
GI1L	GCTTCAGTTGTTCCCTTTGATTTTCATGT
GI1R	TTGCTAAAATTCTGTGAGTATGACGCAT
FT2aL	GATGGCGCCAGAATTTCAACACTAA
FT2aR	CAGAACCAGATTCCTCTGAATGTTGA
FT5aL	CTCAAGTTGTTAATCGCCCTAGGGTT
FT5aR	GCATCTGCATCCACCATAACCAGA
FULcL	TGGAGGAAGTTGTTGAAGCACGAA
FULcR	TTATCTTGTAATGGATGCAGCATCCAT
SEP1cL	GCCAAGACACTTGAACGGTATCACA
SEP1cR	TCTCTATTTCCAGTTGGTGTCTGGACTT
SEP1n49L	CAAATCAGGTCAAACAAGACACAACAA
SEP1n49R	CTCCCTAGTTTCCCATGTTGGTTGA
SEP3_11cL	GCCTGAGGACAATGTGGCAACAAA

Окончание табл. 1.

SEP3_11cR	CATAACGTGCTTTTCAGCCTCAAGTATTCT
SEP3_11L29	CCTGAGGACAATGTGGCAACAAAT
SEP3_11R29	CATAAGGTTCTTTGAGAACGCTGA
SEP3_08L78	CACACAGGGTTTGGTTATTATTCCAA
SEP3_08R78	TTCCCTTCCCATTCTCTCTCTCT
SEP3_08L31	AATATTCACAGGGTTTGGTTATTCCAA
SEP3_08R31	CTTCTCTTCCCATTCTCTCTCTCT
SEP3_08cL	GCACTTGCTAAGTGAGGCTAACAGGT
SEP3_08cR	CCTGCCATATCCCATCTCTTCAACT
SEP3_20L	AAACAACCTGGATAGAACGCTTGCACA
SEP3_20R	CCAGGCTATGCACCTTCCATGTAAT
SEP3_20L	GACGAATTACATGGAAAGGTGCACAA

Результаты исследования и их обсуждение

На основании полученных ранее данных полевых исследований [1] в качестве различающихся по скороспелости сортов и сортообразцов сои были выбраны следующие:

– Сортообразец №15 – наиболее скороспелый и стабильный в условиях Иркутской области, вегетационный период составляет 100 дней. Создан в СИФИБР СО РАН, г. Иркутск.

– Алтом – среднеспелый сорт в условиях Иркутской области, вегетационный период составляет 119 дней. Сорт создан методом массового отбора и объединения однотипных линий из гибридной комбинации (Амурская 3501 x Мутант 69/805) x Амурская 2728) ФГБНУ Алтайский НИИСХ, ГНУ СибНИИСХ.

– 3169/14 – среднепозднеспелый сортообразец в условиях Иркутской области. Вегетационный период в условиях Иркутской области в 2018 г. составил 137 дней. Создан ВНИИМК им. Пустовойта г. Краснодар.

– Вилана – позднеспелый сорт, в условиях Иркутской области не вызревает, имеет затяжной период перехода к цветению и формированию бобов. Создан ВНИИМК им. Пустовойта г. Краснодар.

Для исследования в качестве потенциальных маркеров скороспелости сои были выбраны ортологи генов арабидопсиса, кодирующих белки, вовлеченные в различные пути регуляции процесса цветения, а также гены-мишени этих факторов [17]. Так, из группы генов, связанных с циркадной регуляцией цветения были выбраны гены GmFT2a, GMFT5a – ортологи гена AtFT арабидопсиса [30], а также гены GmGI – ортологи гена GI арабидопсиса [24]. В число связанных с фотопериодической регуляцией цве-

тения генов попали ортологи SEPALLATA1 и SEPALLATA3 арабидопсиса [18], FRUITFULL, AS1 [29]. Из группы ассоциированных с яровизацией генов был выбран только ген ортолог REDUCED VERNALIZATION RESPONSE 1 (VRN1) арабидопсиса. В качестве представляющих группу генов, участвующих в гибберелиновой регуляции цветения были выбраны гены, кодирующие ферменты метаболизма гибберелинов, такие как гибберелин 20-оксидаза 1 и 2.

Отдельный интерес представляют и не имеющие прямого отношения к вышеперечисленным путям регуляции цветения транскрипционные факторы, принимающие, тем не менее, участие в развитии цветков, плодов, играя таким образом также важную роль в процессах цветения и созревания у растений. Наибольший интерес из числа таких факторов представляют MADS-box содержащие транскрипционные факторы [29]. Так, Zeng с соавторами показали, что повышенная экспрессия в растениях сои гена GmAGL1, кодирующего MADS-box-содержащий транскрипционный фактор, приводит к ускорению созревания и цветению растений в условиях длинного светового дня [29].

В наше исследование были взяты гены сои, кодирующие следующие транскрипционные факторы: А) Agamous-подобные MADS-box содержащие транскрипционные факторы – AGL1, AGL5, AGL62. Б) SOC1 (от англ. SUPPRESSOR OF OVEREXPRESSION OF CONSTANS 1) – MADS-box содержащий транскрипционный фактор, играет ключевую роль у арабидопсиса в координации контролируемых фотопериодом клеточных процессов. SOC1 ген люцерны может ускорять цветение в трансгенных растениях арабидопсиса [8]. В) Представители генного семейства PRR (от англ. PSEUDO RESPONSE REGULATOR) – ортологи генов PRR95 и PRR5 арабидопсиса. Согласно литературным данным, белки данного семейства участвуют в циркадной регуляции клеточных процессов, взаимодействии с другими генами в период цветения [20]. Г) Ортолог Revoluta – представителя CLASS III HOMEODOMAIN LEUCINE ZIPPER (HD-ZIPIII) транскрипционных факторов, играющих важную роль в развитии эмбрионов, стеблей и корней растений. На стадии вегетации HD-ZIPIII факторы контролируют разнополярные процессы в листьях и сосудах растений [5].

Помимо вышеперечисленных генов в качестве потенциальных маркеров скороспелости были выбраны и ряд генов с неизвестной функцией, экспрессия которых существенно выше в скороспелых сортообразцах сои, согласно полученным нами ранее данным микроэРрей-анализа. В число таких генов – потенциальных маркеров скороспелости попали ортолог

гена MEE18 арабидопсиса (ген, мутация которого приводит к неразвитию эмбрионов у арабидопсиса); ген с неизвестной функцией, экспрессия которого не регулируется абсцизовой кислотой (Abscisic acid insensitive – ABI5), ортолог фактора позднего цветения – LATE (LATE FLOWERING). Также исследовали экспрессию гена секойсоларицирезинол дегидрогеназы PSD, кодирующего короткоцепочечную дегидрогеназу/редуктазу. Представитель этого суперсемейства ферментов HSD1 у арабидопсиса вовлечен в процессы ускоренного созревания семян [13].

В качестве стадии развития растений сои, на которой исследовали экспрессию генов выбрали фазу V2, на которой наблюдается индукция процессов цветения в апикальной меристеме [26].

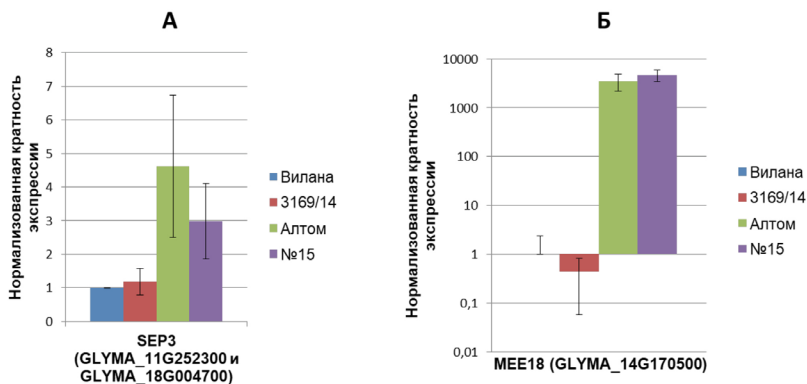


Рис. 1. Дифференциальная экспрессия генов – ортологов SEP3 арабидопсиса, локализованных на 11 и 18 хромосомах сои (А), гена – ортолога MEE18 в различающихся по скороспелости сортах и сортообразцах соиразцов сои (Б)

По результатам сравнительного анализа с помощью ПЦР-ПВ дифференциальной экспрессии интересующих нас генов сои в различающихся по скороспелости сортах и сортообразцах сои можно выделить две группы генов, повышенная экспрессия которых может быть связана со скороспелостью растений. В первую группу генов по результатам анализа включены гены, экспрессия которых значительно и достоверно была выше на изучаемой фазе развития растений в скороспелом сортообразце сои №15 и относительно скороспелом сорте Алтом в сравнении с уровнем экспрессии в более позднеспелых сорте Вилана и сортообразце 3169/14. В число таких генов попали ортологи гена SEP1 арабидопсиса (GLYMA_02G121500), отдельные гены-ортологи SEP3 (GLYMA_11G252300 и GLYMA_18G004700)

ген ортолог MEE18 (GLYMA_14G170500); один из ортологов LATE (GLYMA_19G214600), один ген-ортолог PRR5 (GLYMA_05G239800), а также ортолог гена ABI5 (GLYMA_13G317000). Уровни различий экспрессии этих генов в скороспелых растениях и более позднеспелых существенно отличались. Так, количество транскриптов ортологов гена SEP3 было выше в 3-5 раз в более скороспелых образцах (Рисунок 1А), а количество мРНК ортолога гена MEE18 – в несколько тысяч раз (Рисунок 1Б).

Еще больший интерес представляет вторая группа генов, экспрессия которых была значительно выше в самом скороспелом из исследуемых соотобразцов – соотобразце №15. Пожалуй, эти гены являются наиболее перспективными в качестве маркеров для отбора наиболее скороспелых сортов сои. В их число вошли гены, кодирующие MADS-box-содержащие транскрипционные факторы AGL62 (GLYMA_02G179300), AGL1 (GLYMA_14G027200), AGL5 (GLYMA_02G287700), CAULIFLOWER A-подобный транскрипционный фактор (GLYMA_17G081200), FT2a (GLYMA_16G150700), секойсоларицирезинол дегидрогеназу PSD (GLYMA_11G180800, Рисунок 2А), ортологи SEP3 транскрипционного фактора (GLYMA_08G105500 и GLYMA_05G148800, GLYMA_11G252300, Рисунок 2Б). Как видно из представленных на рисунке 2 данных, степень различий в уровне экспрессии генов в соотобразце 15 и более позднеспелых сортах и соотобразце сои существенно отличается.

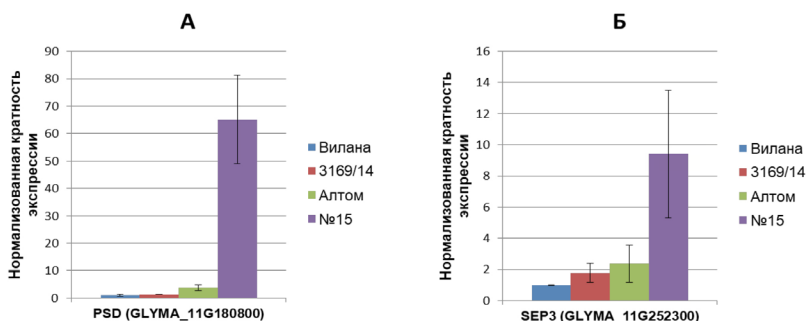


Рис. 2. Дифференциальная экспрессия гена секойсоларицирезинол дегидрогеназы PSD и одного из ортологов гена SEP3, локализованного на 11 хромосоме сои в различающихся по скороспелости сортах и соотобразцах сои

Интересно, что различные паралогичные гены сои, являющиеся ортологами гена SEP3 арабидопсиса, попадают в разные выделенные нами группы генов. Так, при определении с помощью ПЦР-РВ количества

транскриптов паралогов SEP3, локализованных на хромосоме 11 сои, в совокупности показывает повышенную их экспрессию в обоих скороспелых сортообразцах, а экспрессия одного из генов (GLYMA_11G252300) значительно выше только в самом скороспелом сортообразце №15. Очевидно, что гены этой группы имеют различную роль в регуляции процессов развития растений. Более того, в отдельную группу выделяется ортолог гена SEP3, локализованный на хромосоме 8 сои (GLYMA_08G105500) – его экспрессия на изучаемой фазе развития растений сои была выше в сорте Алтом, но не в самом скороспелом из исследуемых сортообразце 15 (Рисунок 3). Такой результат кажется неудивительным, с учетом наблюдаемой в работе Zeng с соавторами [30] дифференциальной экспрессии различных генов-ортологов SEP3 в трансгенных растениях сои на разных этапах развития растений.

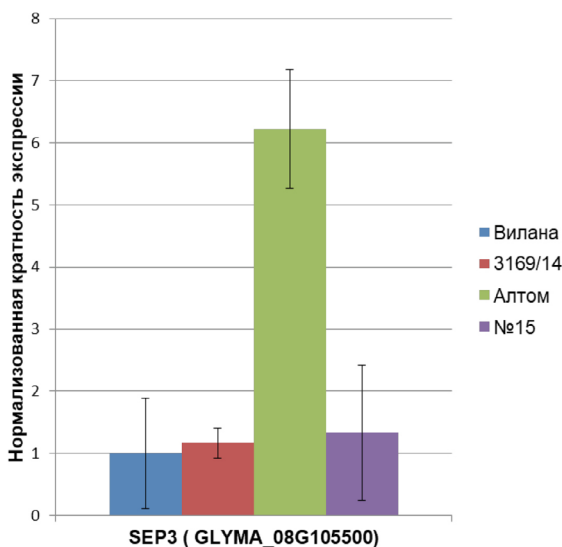


Рис. 3. Дифференциальная экспрессия гомолога гена SEP3, локализованного на 8 хромосоме сои (GLYMA_08G105500) в различающихся по скороспелости сортах и сортообразцах сои

Суммируя полученные результаты, можно заключить, что из числа исследованных в качестве потенциальных генетических маркеров скороспелости сои выделены две группы перспективных генов, экспрессия которых существенно отличается в скороспелых сортах сои от таковой в более

позднеспелых сортах/сортообразцах. Большая часть этих генов кодируют специфические транскрипционные факторы, участие которых в регуляции процессов развития растений подтверждается литературными данными [30]. Причем, наиболее перспективной с этой точки зрения представляется группа генов, кодирующих ортологи SEP3 арабидопсиса, повышенная экспрессия различных представителей которой наблюдалась в скороспелых сортообразцах сои.

Наблюдаемая в нашей работе повышенная в тысячи раз экспрессия гена MEE18 в более скороспелых генотипах сои, очевидно должна определять фенотипические различия между сортами и сортообразцами сои, в том числе и скороспелость растений. Интересно, что помимо хорошо известных регуляторных генов, вовлеченных в реализацию перехода растений от вегетативной к генеративной фазе развития растений, обнаружена повышенная экспрессия гена, возможное участие которого в созревании растений сои пока не показано – гена секойсоларицирезинол дегидрогеназы. На сегодняшний день известно лишь, что представитель суперсемейства короткоцепочечных дегидрогеназ/редуктаз HSD1 у арабидопсиса участвует в процессах ускоренного созревания семян [13].

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Биоаналитика» и коллекций ЦКП «Биоресурсный центр» СИФИБР СО РАН.

Информация о спонсорстве. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области в рамках научного проекта № 20-416-380003 р_а.

Acknowledgments. This research was done using the equipment of The Core Facilities Center “Bioanalitika” and the collections of The Core Facilities Center “Bioresource Center” at the Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS (Irkutsk, Russia).

Conflict of interest information. We have no conflict of interest to declare.

Sponsorship information. The study was carried out with the financial support of the RFBR and the Government of the Irkutsk Region, project № 20-416-380003 r_а.

Список литературы

1. Сравнительная характеристика продолжительности вегетационного периода различных сортов и сортообразцов сои в условиях Иркутской области с целью выбора контрастных по признаку скороспелости / Катыхшева Н.Б.,

- Поморцев А.В., Дорофеев Н.В., Соколова Л.Г., Зорина С.Ю., Катъшев А.И. // Актуальные проблемы науки Прибайкалья. Сборник статей. Ответственные редакторы И.В. Бычков, А.Л. Казаков. Иркутск, 2020. С. 109-112.
2. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации / В.М. Лукомец, С.В. Зеленцов, К.М. Кривошлыков // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015 Вып. 4 (164). С. 81–102.
 3. Accelerating yield potential in soybean: potential targets for biotechnological improvement / Ainsworth E.A., Yendrek C.R., Skoneczka J.A., Long S.P. // *Plant Cell Environment*, 2012, vol. 35, no. 1, pp. 38–52. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2011.02378.x>
 4. Genome-wide annotation of the soybean WRKY family and functional characterization of genes involved in response to *Phakopsora pachyrhizi* infection / Bencke-Malato M., Cabreira C., Wiebke-Strohm B., Bücken-Neto L., Mancini E., Osorio M.B., Homrich M.S., Turchetto-Zolet A.C., De Carvalho M.C., Stoff R., Weber R.L., Westergaard G., Castagnaro A.P., Abdelnoor R.V., Marcelino-Guimarães F.C., Margis-Pinheiro M., Bodanese-Zanettini M.H. // *BMC Plant Biology*, 2014, vol. 14, pp. 236. <https://doi.org/10.1186/s12870-014-0236-0>
 5. Genome-wide binding-site analysis of REVOLUTA reveals a link between leaf patterning and light-mediated growth responses / Brandt R., Salla-Martret M., Bou-Torrent J., Musielak T., Stahl M., Lanz C., Ott F., Schmid M., Greb T., Schwarz M., Choi S.B., Barton M. K., Reinhart B.J., Liu T., Quint M., Palauqui J.C., Martínez-García J.F., Wenkel S. // *Plant Journal*, 2012, vol. 72, no. 1, pp. 31–42. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2012.05049.x>
 6. CRISPR/Cas9-mediated targeted mutagenesis of GmFT2a delays flowering time in soya bean / Cai Y., Chen L., Liu X., Guo C., Sun S., Wu C., Jiang B., Han T., Hou W. // *Plant Biotechnology Journal*, 2018, vol. 16, no. 1, pp. 176–185. <https://doi.org/10.1111/pbi.12758>
 7. Photoperiodism and genetic control of the long juvenile period in soybean: a review / Destro D., Carpentieri-Pipolo V., Kiihl R.A.S., Almeida L.A. // *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 2001, vol. 1, no. 1, pp. 72–92. <https://doi.org/10.13082/1984-7033.V01N01A10>
 8. Medicago truncatula SOC1 Genes Are Up-regulated by Environmental Cues That Promote Flowering / Fudge J.B., Lee R.H., Laurie R.E., Mysore K.S., Wen J., Weller J.L., Macknight R.C. // *Frontiers in Plant Science*, 2018, vol. 9, article number: 496. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00496>
 9. Regulation of flowering time by Arabidopsis photoreceptors / Guo H., Yang H., Mockler T.C., Lin C. // *Science*, 1998, vol. 279, no. 5355, pp. 1360-1363. <https://doi.org/10.1126/science.279.5355.1360>

10. Genetic analyses for deciphering the status and role of photoperiodic and maturity genes in major Indian soybean cultivars / Gupta S., Bhatia V., Kumawat G., Thakur D., Singh G., Tripathi R., Chand S. // *Journal of Genetics*, 2017, vol. 96, pp. 147–154. <https://doi.org/10.1007/s12041-016-0730-2>
11. Comparative analysis of root transcriptomes from two contrasting drought-responsive Williams 82 and DT2008 soybean cultivars under normal and dehydration conditions / Ha C.V., Watanabe Y., Tran U.T., Le D.T., Tanaka M., Nguyen K.H., Seki M., Nguyen D.V., Tran L.-S. // *Frontiers in Plant Science*, 2015, vol. 6, article number: 551. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00551>
12. Divergence of flowering genes in soybean / Kim M.Y., Shin J.H., Kang Y.J., Shim S.R., Lee S.-H. // *Journal of Bioscience*, 2012, vol. 37, pp. 857–870. <https://doi.org/10.1007/s12038-012-9252-0>
13. A putative hydroxysteroid dehydrogenase involved in regulating plant growth and development / Li F., Asami T., Wu X., Tsang E.W.T., Cutler A.J. // *Plant Physiology*, 2007, vol. 145, no. 1, pp. 87-97. <https://doi.org/10.1104/pp.107.100560>
14. Lin R., Glazebrook J., Katagiri F., Orf J.H., Gibson S.L. Identification of differentially expressed genes between developing seeds of different soybean cultivars. // *Genomic Data*, 2015, vol. 6, pp. 92-98. <https://doi.org/10.1016/j.gdata.2015.08.005>
15. Functional diversification of Flowering Locus T homologs in soybean: GmFT1a and GmFT2a/5a have opposite roles in controlling flowering and maturation / Liu W., Jiang B., Ma L., Zhang S., Zhai H., Xu X., Hou W., Xia Z., Wu C., Sun S., Wu T., Chen L., Han T. // *New Phytologist*, 2018, vol. 217, no. 3, pp. 1335–1345. <https://doi.org/10.1111/nph.14884>
16. Association mapping of loci controlling genetic and environmental interaction of soybean flowering time under various photo-thermal conditions / Mao T., Li J., Wen Z., Wu T., Wu C., Sun S., Jiang B., Hou W., Li W., Song Q., Wang D., Han T. // *BMC Genomics*, 2017, vol. 18, article number: 415. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-3778-3>
17. Mutasa-Göttgens E., Hedden P. Gibberellin as a factor in floral regulatory networks // *Journal of Experimental Botany*, 2009, vol. 60, no. 7, pp. 1979-1989. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp040>
18. APETALA1 and SEPALLATA3 interact to promote flower development / Pelaz S., Gustafson-Brown C., Kohalmi S.E., Crosby W.L., Yanofsky M.F. // *Plant Journal*, 2001, vol. 26, no. 4, pp. 385-394. <https://doi.org/10.1046/j.1365-313x.2001.2641042.x>
19. Genome sequence of the palaeopolyploid soybean / Schmutz J., Cannon S.B., Schlueter J., Ma J., Mitros T., Nelson W., Hyten D., Song Q., Thelen J.J.,

- Cheng J. et al. // *Nature*, 2010, vol. 463, pp. 178–183. <https://doi.org/10.1038/nature08670>
20. Similarities in the circadian clock and photoperiodism in plants / Song Y. H., Ito S., Imaizumi T. // *Current Opinions in Plant Biology*, 2010, vol. 13, no. 5, pp. 594-603. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2010.05.004>
 21. Tripathi P., Rabara R.C., Rushton P.J. Transcriptomics analyses of soybean leaf and root samples during water-deficit // *Genomics data*, 2015, vol. 5, pp. 164-166. <https://doi.org/10.1016/j.gdata.2015.05.036>
 22. Stability evaluation of reference genes for gene expression analysis by RT-qPCR in soybean under different conditions / Wan Q., Chen S., Shan Z., Yang Z., Chen L., Zhang C., et al. // *PLoS ONE*, 2017, vol. 12, no. 12, e0189405. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189405>
 23. Molecular and geographic evolutionary support for the essential role of GIGANTEA in soybean domestication of flowering time / Wang Y., Gu, Y., Gao H., Qiu L., Chang R., Chen S., He C. // *BMC Evolutionary Biology*, 2016, vol. 16, article number: 79. <https://doi.org/10.1186/s12862-016-0653-9>
 24. A map-based cloning strategy employing a residual heterozygous line reveals that the GIGANTEA gene is involved in soybean maturity and flowering / Watanabe S., Xia Z., Hideshima R., Tsubokura Y., Sato S., Yamanaka N., Takahashi R., Anai T., Tabata S., Kitamura K. // *Genetics*, 2011, vol. 188, no. 2, pp. 395-407. <https://doi.org/10.1534/genetics.110.125062>
 25. Integration of spatial and temporal information during floral induction in *Arabidopsis* / Wigge P.A., Kim M.C., Jaeger K.E., Busch W., Schmid M., Lohmann J.U., Weigel D. // *Science*, 2005, vol. 309, no. 5737, pp. 1056-1059. <https://doi.org/10.1126/science.1114358>
 26. Photoperiodically sensitive interval in time to flower of soybean / Wilkerson G., Jones J., Boote K., Buol G. // *Crop Science*, 1989, vol. 29, no. 3, pp. 721–726. <https://doi.org/10.2135/cropsci1989.0011183X002900030037x>
 27. Genetic variation in four maturity genes affects photoperiod insensitivity and PHYA-regulated post-flowering responses of soybean / Xu M.L., Xu Z.H., Liu B.H., Kong F.J., Tsubokura Y., Watanabe S., Xia Z.J., Harada K., Kanazawa A., Yamada T., Abe J. // *BMC Plant Biology*, 2013, vol. 13, article number: 91. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-13-91>
 28. Yadav R.K., Chattopadhyay D. Differential soybean gene expression during early phase of infection with Mungbean yellow mosaic India virus. // *Molecular Biology Reports*, 2014, vol. 41, pp. 5123-5134. <https://doi.org/10.1007/s11033-014-3378-0>
 29. Soybean MADS-box gene GmAGL1 promotes flowering via the photoperiod pathway / Zeng X., Liu H., Du H., Wang S., Yang W., Chi Y., Wang J.,

- Huang F., Yu D. // *BMC Genomics*, 2018, vol. 19, article number: 51. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-4402-2>
30. Comparative transcriptome analysis of flower heterosis in two soybean F1 hybrids by RNA-seq / Zhang C., Lin C., Fu F., Zhong X., Peng B., Yan H. et al. // *PLoS ONE*, 2017, vol. 12, article number: e0181061. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181061>

References

1. Katysheva N.B., Pomortsev A.V., Dorofeev N.V., Sokolova L.G., Zorina S. Yu., Katyshev A.I. Sravnitel'naya kharakteristika prodolzhitel'nosti vegetatsionnogo perioda razlichnykh sortov i sortoobraztsov soi v usloviyakh Irkutskoy oblasti s tselyu vybora kontrastnykh po priznaku skorospelosti [Comparative characteristics of the duration of the growing season of different varieties and varieties of soybeans in the Irkutsk region in order to select contrasting according to early maturity]. *Aktualnye problemy nauki Pribaykalya. Sbornik statey* [Actual problems of science in the Baikal region. Digest of articles]. Executive editors I.V. Bychkov, A.L. Kazakov. Irkutsk, 2020, pp. 109-112.
2. Lukomets V.M., Zelentsov S.V., Krivoshlykov K.M. Perspektivy i rezervy rasshireniya proizvodstva maslichnykh kultur v Rossiyskoy Federatsii [Prospects and reserves for expanding the production of oilseeds in the Russian Federation]. *Maslichnye kultury* [Oil Crops], 2015, no. 4 (164), pp. 81-102.
3. Ainsworth E.A., Yendrek C.R., Skoneczka J.A., Long S.P. Accelerating yield potential in soybean: potential targets for biotechnological improvement. *Plant Cell Environment*, 2012, vol. 35, no. 1, pp. 38-52. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2011.02378.x>
4. Bencke-Malato M., Cabreira C., Wiebke-Strohm B., Bucker-Neto L., Mancini E., Osorio M.B., Homrich M.S., Turchetto-Zolet A.C., De Carvalho M.C., Stolf R., Weber R.L., Westergaard G., Castagnaro A.P., Abdelnoor R.V., Marcelino-Guimarães F.C., Margis-Pinheiro M., Bodanese-Zanettini M.H. Genome-wide annotation of the soybean WRKY family and functional characterization of genes involved in response to *Phakopsora pachyrhizi* infection. *BMC Plant Biology*, 2014, vol. 14, pp. 236. <https://doi.org/10.1186/s12870-014-0236-0>
5. Brandt R., Salla-Martret M., Bou-Torrent J., Musielak T., Stahl M., Lanz C., Ott F., Schmid M., Greb T., Schwarz M., Choi S.B., Barton M. K., Reinhart B.J., Liu T., Quint M., Palauqui J.C., Martínez-García J.F., Wenkel S. Genome-wide binding-site analysis of REVOLUTA reveals a link between leaf patterning and light-mediated growth responses. *Plant Journal*, 2012, vol. 72, no. 1, pp. 31-42. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2012.05049.x>

6. Cai Y., Chen L., Liu X., Guo C., Sun S., Wu C., Jiang B., Han T., Hou W. CRISPR/Cas9-mediated targeted mutagenesis of GmFT2a delays flowering time in soya bean. *Plant Biotechnology Journal*, 2018, vol. 16, no. 1, pp. 176–185. <https://doi.org/10.1111/pbi.12758>
7. Destro D., Carpentieri-Pipolo V., Kiihl R.A.S., Almeida L.A. Photoperiodism and genetic control of the long juvenile period in soybean: a review. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 2001, vol. 1, no. 1, pp. 72–92. <https://doi.org/10.13082/1984-7033.V01N01A10>
8. Fudge J.B., Lee R.H., Laurie R.E., Mysore K.S., Wen J., Weller J.L., Macknight R.C. Medicago truncatula SOC1 Genes Are Up-regulated by Environmental Cues That Promote Flowering. *Frontiers in Plant Science*, 2018, vol. 9, article number: 496. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00496>
9. Guo H., Yang H., Mockler T.C., Lin C. Regulation of flowering time by Arabidopsis photoreceptors. *Science*, 1998, vol. 279, no. 5355, pp. 1360–1363. <https://doi.org/10.1126/science.279.5355.1360>
10. Gupta S., Bhatia V., Kumawat G., Thakur D., Singh G., Tripathi R., Chand S. Genetic analyses for deciphering the status and role of photoperiodic and maturity genes in major Indian soybean cultivars. *Journal of Genetics*, 2017, vol. 96, pp. 147–154. <https://doi.org/10.1007/s12041-016-0730-2>
11. Ha C.V., Watanabe Y., Tran U.T., Le D.T., Tanaka M., Nguyen K.H., Seki M., Nguyen D.V., Tran L.-S. Comparative analysis of root transcriptomes from two contrasting drought-responsive Williams 82 and DT2008 soybean cultivars under normal and dehydration conditions. *Frontiers in Plant Science*, 2015, vol. 6, article number: 551. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00551>
12. Kim M.Y., Shin J.H., Kang Y.J., Shim S.R., Lee S.-H. Divergence of flowering genes in soybean. *Journal of Bioscience*, 2012, vol. 37, pp. 857–870. <https://doi.org/10.1007/s12038-012-9252-0>
13. Li F., Asami T., Wu X., Tsang E.W.T., Cutler A.J. A putative hydroxysteroid dehydrogenase involved in regulating plant growth and development. *Plant Physiology*, 2007, vol. 145, no. 1, pp. 87–97. <https://doi.org/10.1104/pp.107.100560>
14. Lin R., Glazebrook J., Katagiri F., Orf J.H., Gibson S.L. Identification of differentially expressed genes between developing seeds of different soybean cultivars. *Genomic Data*, 2015, vol. 6, pp. 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.gdata.2015.08.005>
15. Liu W., Jiang B., Ma L., Zhang S., Zhai H., Xu X., Hou W., Xia Z., Wu C., Sun S., Wu T., Chen L., Han T. Functional diversification of Flowering Locus T homologs in soybean: GmFT1a and GmFT2a/5a have opposite roles in controlling flowering and maturation. *New Phytologist*, 2018, vol. 217, no. 3, pp. 1335–1345. <https://doi.org/10.1111/nph.14884>

16. Mao T., Li J., Wen Z., Wu T., Wu C., Sun S., Jiang B., Hou W., Li W., Song Q., Wang D., Han T. Association mapping of loci controlling genetic and environmental interaction of soybean flowering time under various photo-thermal conditions. *BMC Genomics*, 2017, vol. 18, article number: 415. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-3778-3>
17. Mutasa-Göttgens E., Hedden P. Gibberellin as a factor in floral regulatory networks. *Journal of Experimental Botany*, 2009, vol. 60, no. 7, pp. 1979-1989. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp040>
18. Pelaz S., Gustafson-Brown C., Kohalmi S.E., Crosby W.L., Yanofsky M.F. APETALA1 and SEPALLATA3 interact to promote flower development. *Plant Journal*, 2001, vol. 26, no. 4, pp. 385-394. <https://doi.org/10.1046/j.1365-313x.2001.2641042.x>
19. Schmutz J., Cannon S.B., Schlueter J., Ma J., Mitros T., Nelson W., Hyten D., Song Q., Thelen J.J., Cheng J. et al. Genome sequence of the palaeopolyploid soybean. *Nature*, 2010, vol. 463, pp. 178–183. <https://doi.org/10.1038/nature08670>
20. Song Y. H., Ito S., Imaizumi T. Similarities in the circadian clock and photoperiodism in plants. *Current Opinions in Plant Biology*, 2010, vol. 13, no. 5, pp. 594-603. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2010.05.004>
21. Tripathi P., Rabara R.C., Rushton P.J. Transcriptomics analyses of soybean leaf and root samples during water-deficit. *Genomics data*, 2015, vol. 5, pp. 164-166. <https://doi.org/10.1016/j.gdata.2015.05.036>
22. Wan Q., Chen S., Shan Z., Yang Z., Chen L., Zhang C., et al. Stability evaluation of reference genes for gene expression analysis by RT-qPCR in soybean under different conditions. *PLoS ONE*, 2017, vol. 12, no. 12, e0189405. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189405>
23. Wang Y., Gu Y., Gao H., Qiu L., Chang R., Chen S., He C. Molecular and geographic evolutionary support for the essential role of GIGANTEA in soybean domestication of flowering time. *BMC Evolutionary Biology*, 2016, vol. 16, article number: 79. <https://doi.org/10.1186/s12862-016-0653-9>
24. Watanabe S., Xia Z., Hideshima R., Tsubokura Y., Sato S., Yamanaka N., Takahashi R., Anai T., Tabata S., Kitamura K. A map-based cloning strategy employing a residual heterozygous line reveals that the GIGANTEA gene is involved in soybean maturity and flowering. *Genetics*, 2011, vol. 188, no. 2, pp. 395-407. <https://doi.org/10.1534/genetics.110.125062>
25. Wigge P.A., Kim M.C., Jaeger K.E., Busch W., Schmid M., Lohmann J.U., Weigel D. Integration of spatial and temporal information during floral induction in Arabidopsis. *Science*, 2005, vol. 309, no. 5737, pp. 1056-1059. <https://doi.org/10.1126/science.1114358>

26. Wilkerson G., Jones J., Boote K., Buol G. Photoperiodically sensitive interval in time to flower of soybean. *Crop Science*, 1989, vol. 29, no. 3, pp. 721–726. <https://doi.org/10.2135/cropsci1989.0011183X002900030037x>
27. Xu M.L., Xu Z.H., Liu B.H., Kong F.J., Tsubokura Y., Watanabe S., Xia Z.J., Harada K., Kanazawa A., Yamada T., Abe J. Genetic variation in four maturity genes affects photoperiod insensitivity and PHYA-regulated post-flowering responses of soybean. *BMC Plant Biology*, 2013, vol. 13, article number: 91. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-13-91>
28. Yadav R.K., Chattopadhyay D. Differential soybean gene expression during early phase of infection with Mungbean yellow mosaic India virus. *Molecular Biology Reports*, 2014, vol. 41, pp. 5123-5134. <https://doi.org/10.1007/s11033-014-3378-0>
29. Zeng X., Liu H., Du H., Wang S., Yang W., Chi Y., Wang J., Huang F., Yu D. Soybean MADS-box gene GmAGL1 promotes flowering via the photoperiod pathway. *BMC Genomics*, 2018, vol. 19, article number: 51. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-4402-2>
30. Zhang C., Lin C., Fu F., Zhong X., Peng B., Yan H. et al. Comparative transcriptome analysis of flower heterosis in two soybean F1 hybrids by RNA-seq. *PLoS ONE*, 2017, vol. 12, article number: e0181061. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181061>

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Катышев Александр Игоревич, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологической генетики
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук
ул. Лермонтова, 132, г. Иркутск, 664033, Российская Федерация
byasky78@mail.ru

Катышева Наталья Баировна, канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории физиолого-биохимической адаптации растений
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук
ул. Лермонтова, 132, г. Иркутск, 664033, Российская Федерация
mitanova2014@yandex.ru

Федосеева Ирина Владимировна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологической генетики

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук
ул. Лермонтова, 132, г. Иркутск, 664033, Российская Федерация
fedoseeva.irina2009@yandex.ru*

Поморцев Анатолий Владимирович, канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории физиолого-биохимической адаптации растений
*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук
ул. Лермонтова, 132, г. Иркутск, 664033, Российская Федерация
pomorcevanatolii@mail.ru*

Дорофеев Николай Владимирович, канд. биол. наук, заместитель директора
*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук
ул. Лермонтова, 132, г. Иркутск, 664033, Российская Федерация
nikolay.v.dorofeev@gmail.com*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Katyshev Alexander I., Cand. Sc. (Biology), Senior Researcher of the Laboratory of Physiological Genetics
*Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS
132, Lermontov Str., Irkutsk, 664033, Russian Federation
byacky78@mail.ru
SPIN-code: 7140-4427
ORCID: 0000-0001-7856-0460
ResearcherID: F-8419-2016
Scopus Author ID: 13408667600*

Katysheva Natalia B., Cand. Sc. (Biology), Researcher of the Physiological and Biochemical Adaptation of Plants
*Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS
132, Lermontov Str., Irkutsk, 664033, Russian Federation
mitanova2014@yandex.ru*

ORCID: 0000-0002-5847-1695
Scopus Author ID: 57202500144

Fedoseeva Irina V., Cand. Sc. (Biology), Senior Researcher of the Laboratory of Physiological Genetics

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS
132, Lermontov Str., Irkutsk, 664033, Russian Federation
fedoseeva.irina2009@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-6529-9304
ResearcherID: J-4468-2018
Scopus Author ID: 22956847000

Pomortsev Anatoly V., Cand. Sc. (Biology), Researcher of the Laboratory of Physiological and Biochemical Adaptation of Plants

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS
132, Lermontov Str., Irkutsk, 664033, Russian Federation
pomorceanatolii@mail.ru
SPIN-code: 8948-3841
ORCID: 0000-0001-8025-7647
ResearcherID: J-3596-2018
Scopus Author ID: 57191967733

Dorofeev Nikolay V., Cand. Sc. (Biology), Head of the Laboratory of Physiological and Biochemical Adaptation of Plants

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS
132, Lermontov Str., Irkutsk, 664033, Russian Federation
nikolay.v.dorofeev@gmail.com
SPIN-code: 5727-2339
ORCID: 0000-0002-0005-0134
Scopus Author ID: 6603839198

ВНУТРЕННИЕ БОЛЕЗНИ

INTERNAL MEDICINE

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-58-77

УДК 612.017.1:616.33-002.27

ДИАГНОСТИКА РАННЕГО РАКА ЖЕЛУДКА ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ ПО КЛИНИКО-АНАМНЕСТИЧЕСКИМ И ЛАБОРАТОРНЫМ ДАННЫМ

*О.В. Смирнова, О.Л. Москаленко, В.В. Цуканов, Э.В. Каспаров,
А.А. Синяков, Н.Г. Елманова, Е.С. Овчаренко*

В РФ ежегодно регистрируется более 600 тысяч новых случаев рака, из них рак желудка составляет 7,3%. К сожалению, большинство из них пока диагностируют на поздних стадиях. Это связано с тем, что жители страны недостаточно информированы о наличии бесплатных скрининговых программ.

***Цель исследования** – анализ клинико-анамнестических показателей и данных «ГастроПанели» среди взрослого населения Красноярского края для неинвазивной диагностики гастрита и скрининга раннего рака желудка.*

***Материал и методы исследования.** В работе приведены результаты комплексного клинико-лабораторного исследования практически здоровых добровольцев, пациентов с хроническим атрофическим гастритом и раком желудка I-II ст. Исследование проводилось с июня 2019 г. по сентябрь 2019 г., с разрешения локального этического комитета ФИЦ КНЦ СО РАН.*

***Результаты исследования** выявили, что больные в возрасте 45 лет и старше, страдающие от болей в эпигастральной области и диспепсии, имеющие в анамнезе болезни желудка, с признаками атрофии по результатам сывороточного пепсиногенового теста входят в группу риска развития раннего рака желудка. Данный подход позволит выявить значительную часть предраковых состояний среди населения для их дальнейшего тщательного обследования.*

***Ключевые слова:** атрофический гастрит; рак желудка; пепсиногены; антитела к *СаgA*; *Helicobacter pylori*; взрослые; Красноярский край*

Для цитирования. Смирнова О.В., Москаленко О.Л., Цуканов В.В., Каспаров Э.В., Синяков А.А., Елманова Н.Г., Овчаренко Е.С. Диагностика раннего рака желудка взрослого населения Красноярского края по клинико-anamнестическим и лабораторным данным // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 1. С. 58-77. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-58-77

DIAGNOSTICS OF EARLY GASTRIC CANCER OF THE ADULT POPULATION OF KRASNOYARSK TERRITORY BY CLINICAL ANAMNESTIC AND LABORATORY DATA

*O.V. Smirnova, O.L. Moskalenko, V.V. Tsukanov, E.V. Kasparov,
A.A. Sinyakov, N.G. Elmanova, E.S. Ovcharenko*

In the Russian Federation, more than 600 thousand new cases of cancer are registered annually, of which stomach cancer is 7.3%. Unfortunately, most of them are still being diagnosed at a later stage. This is due to the fact that residents of the country are not sufficiently informed about the availability of free screening programs.

The purpose of our study is to analyze the clinical and anamnestic parameters and data from the «GastroPanel» among the adult population of the Krasnoyarsk Territory for non-invasive diagnosis of gastritis and screening of early gastric cancer.

Material and research methods. The paper presents the results of a comprehensive clinical and laboratory study of practically healthy volunteers, patients with chronic atrophic gastritis (CAG) and stomach cancer (GC) I-II st. The study was carried out from June 2019 to September 2019, with the permission of the local ethics committee of the Federal Research Center of the FRC KSC SB RAS.

The results of our study revealed that patients aged 45 years and older, suffering from pain in the epigastric region and dyspepsia, with a history of stomach diseases, with signs of atrophy according to the results of the serum pepsinogen test, are at risk of developing early gastric cancer. This approach will identify a significant part of precancerous conditions among the population for their further thorough examination.

Keywords: atrophic gastritis, stomach cancer, pepsinogens; antibodies to CagA; *Helicobacter pylori*; adults; Krasnoyarsk Territory

For citation. Smirnova O.V., Moskalenko O.L., Tsukanov V.V., Kasparov E.V., Sinyakov A.A., Elmanova N.G., Ovcharenko E.S. Diagnostics of early gastric cancer of the adult population of Krasnoyarsk Territory by clinical anamnestic and laboratory data. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 58-77. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-58-77

В Российской Федерации ежегодно регистрируется более 600 тысяч новых случаев злокачественных новообразований (ЗНО), из них новые пациенты с раком желудка составляют 7,3% [1, с. 24–32; 8, с. 71–85]. Большинство выявляемых больных имеют поздние стадии онкологического заболевания.

В России рак желудка (РЖ) занимает III место по показателям заболеваемости и II место среди причин онкологической смертности. Следует отметить, что хронический атрофический гастрит (ХАГ), ассоциированный с инфекцией *H. pylori*, является предраковым состоянием и играет важную роль в развитии интестинальной формы рака желудка [1, с. 71–76; 2, с. 48–51; 3, с. 153–159; 33, с. 5732–7; 34, с. 1349–56; 35, с. 243–54].

Сложность ранней диагностики ХАГ состоит в том, что в начале и в течение длительного времени он может протекать бессимптомно или с неярыкими клиническими проявлениями. У лиц с тотальной атрофией (ХАГ в антральном отделе и в теле, выраженный мультифокальный атрофический гастрит) независимо от присутствия или отсутствия инфекции *H. pylori* риск развития рака повышается в 90 раз в сравнении с риском для лиц с нормальной слизистой оболочкой [2, с. 48–51; 3, с. 153–159; 25, с. 677–91; 26, с. 13–8; 27, с. e14240; 32, с. 127–134].

В России высокая распространенность *H. Pylori* в разных регионах составляет около 80%. Современная ситуация обусловлена тем, что жители страны недостаточно информированы о наличии бесплатных скрининговых программ. По данным ряда многолетних исследований распространенность *H. pylori* в Москве – 61% (Лазебник Л. Б. с соавт., 2010), в Санкт-Петербурге – 63,0% (Барышникова Н. В. С соавт., 2011), в Восточной Сибири – 87–90% (Цуканов В. В. с соавт., 2017).

Под скринингом подразумевается набор диагностических методик, простых в применении, не требующих больших временных и финансовых затрат, при помощи которых возможно регулярно проводить эффективные информативные обследования большим группам населения. Цель скрининга – снижение смертности от ЗНО, раннее выявление злокачественных опухолей до появления симптомов заболевания.

По данным научной литературы, единственная страна, где проводят скрининг рака желудка – Япония, из-за высокой заболеваемости этой формой рака. Японские ученые высоко оценивают эффективность национальной программы, в которой принимают участие миллионы граждан. Обследование увеличивает раннюю диагностику РЖ на 30–40%. В европейских странах скрининг не практикуется из-за дороговизны, в США – из-за

низкой заболеваемости. В Великобритании скринингу подвергаются только пациенты с хроническими заболеваниями желудка [22, с. 377; 23, с. 205–9; 24, с. 81–3; 28, с. 1116–8; 29, с. e9780; 30, с. 357–62; 31, с. 1539–45].

В настоящее время успешно применяется неинвазивный и более информативный метод диагностики фенотипа гастрита (язвенного, ракового, аутоиммунного) комплексом диагностических тестов («ГастроПанель»; Biohit, Финляндия). Выполняется параллельная оценка содержания в сыворотке крови пепсиногена I (ПГИ), пепсиногена II (ПГII), их соотношения и концентрации гастрин17 (3, с. 153–159). Данный метод позволяет оценить степень атрофии различных отделов желудка при наличии или отсутствии антител к *H.pylori* [6, с. 136–147; 7, с. 1039–46].

Снижение содержания ПГИ и отношения ПГИ/ПГII отмечается при прогрессировании атрофии тела желудка; низкий плазменный уровень гастрин17 и ПГII – атрофический антральный гастрит; уменьшение всех составляющих «ГастроПанели» – свидетельство о мультифокальной атрофии, а низкое содержание ПГИ в сочетании с увеличенной концентрацией гастрин17 предполагает наличие изолированного атрофического фундального гастрита [4, с. 24–32; 5, с. 10–17; 3, 24–27].

Большинство проведенных исследований подтвердили представление о ведущей роли в патогенезе РЖ АГ, сопровождаемого снижением секреции соляной кислоты и изменениями микрофлоры желудка. Были разработаны методы неинвазивной диагностики серологического тестирования уровней пепсиногена и выявления *H. Pylori*.

Цель исследования – анализ клинико-anamnestических показателей и данных «ГастроПанели» среди взрослого населения Красноярского края для неинвазивной диагностики гастрита и скрининга раннего рака желудка.

Материал и методы

Проведено комплексное клинико-лабораторное обследование 189 человек взрослого населения Красноярского края, средний возраст составил 45,2±9,1 лет.

По результатам нашего исследования все обследуемые лица были разделены на 3 группы: практически здоровые добровольцы, пациенты с хроническим атрофическим гастритом (ХАГ) и с раком желудка (РЖ) I-II ст.

Объектом исследования являлась венозная кровь, как и в большинстве медицинских исследований, которая забиралась у обследуемых больных при поступлении до начала проведения патогенетического лечения, од-

нократно. Исследование проводилось в 2019–2020 годах на базе клиники Научно-исследовательского института медицинских проблем Севера ФИЦ КНЦ СО РАН [9, с. 28; 10].

Проведение исследования разрешено локальным этическим комитетом ФИЦ КНЦ СО РАН (Протокол №4 от 02.08.2019). В научной работе с пациентами, включенными в исследование, применялись этические принципы, предъявляемые ст.24 Конституции РФ и Хельсинской Декларацией ВМА. Каждый участник исследования подписывал форму информированного согласия на обследование, подтверждая своё добровольное участие в исследовании.

Всем участникам исследования проводился иммуноферментный анализ на определение специфических антител класса IgG к CagA *H.pylori* и уровней пепсиногенов.

ИФА-анализатор «Multiskan FC» с оценкой титра специфических антител к антигену CagA *H. pylori*. При наличии титров антител к *H.pylori* от 30 EIU и более – ‘положительный’ результат, если титр антител к *H.pylori* был менее 30 EIU – ‘отрицательный’ результат. Использовалась серологическая диагностика ХАГ с помощью оценки ПГ1, ПГ2 и их соотношения в сыворотке крови, используя тест-систему «Гастропанель» («Биохит», Финляндия). Диагноз ХГ с выраженными атрофическими изменениями слизистой оболочки желудка соответствовал значению ПГ1 менее 25 мкг/л и величине соотношения ПГ1/ПГ2 – менее 3. Если уровень ПГ1 регистрировался 25–50 мкг/л с величиной отношения ПГ1 / ПГ2 – более 3 – обследуемым выставлялся предварительный диагноз ХГ со слабо- и средне- выраженными атрофическими изменениями слизистой оболочки тела желудка. Окончательный диагноз верифицировался по результатам биопсии.

Статистический анализ проводился с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA 10.0» (StatSoft Inc., США) Нормальность распределения проверяли с помощью критерия Шапиро-Уилка с последующей оценкой равенства дисперсий по критерию Левена. В том случае, когда распределение в экспериментальных группах было нормальным и соблюдалось межгрупповое равенство дисперсий, дальнейшую обработку проводили с помощью метода параметрической статистики – критерия Ньюмена- Кейлса. При распределении, отличном от нормального, и несоблюдении межгруппового равенства дисперсий использовали методы непараметрической статистики – критерий Краскела–Уоллиса. Результаты представлены в виде медианы (Me) и перцентилей (25 и 75). Различия оценивались как статистически значимые при $p < 0,05$.

Проект «Разработка и внедрение программного комплекса скрининга и ранней диагностики рака желудка по показателям иммунной, прооксидантной и антиоксидантной систем для снижения показателей смертности и инвалидизации населения» проведен при поддержке Красноярского краевого фонда науки (КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности»).

Результаты и их обсуждение

По результатам нашего исследования все обследуемые лица были разделены на 3 группы: практически здоровые добровольцы, пациенты с хроническим атрофическим гастритом (ХАГ) и раком желудка (РЖ) I-II ст. (Таблица 1). Критерии исключения в исследование: ВИЧ-инфекция, гепатит, туберкулез, язвенная болезнь желудка, сопутствующие острые и хронические заболевания в фазе обострения.

Таблица 1.

Клинико-anamnestические данные больных хроническим атрофическим гастритом (ХАГ), ранним раком желудка (РЖ) относительно контрольной группы

Показатели	Контрольная группа (n=87)	ХАГ (n=50)	Ранний РЖ (n=30)
Возраст (года)	45,2±4,1	47,7±5,1	57,2±9,1
Жалобы:			
➤ боль в эпигастральной области,	-	+/-	+
➤ диспепсия	-	+/-	+
Анамнез:			
➤ заболевания желудка	-	+/-	+

У всех обследуемых в группе с ранним РЖ отмечались жалобы на боль в эпигастральной области, диспепсию (дискомфорт в эпигастрии, повышенное газообразование, быстрое насыщение). По анамнестическим данным наличие заболеваний желудка у пациентов и родственников. В контрольной группе были практически здоровые добровольцы с отсутствием клинических проявлений. Вторая группа состояла из 50 пациентов ХГ, диагноз устанавливался врачом-гастроэнтерологом. Во все группы в исследование не включались пациенты отказавшиеся принять в них участие и согласно критериям исключения.

По данным литературы отмечается высокий уровень заболеваемости в Японии: 77 случаев у мужчин и 33 случая у женщин на 100 тыс. насе-

ления, также в Восточной Европе и тропической части Южной Африки, а в США и западной Европе эти показатели заметно ниже [11, с. 2–11; 12, с. 403–14; 13, с. 3124–31].

Распространение заболевание получило в результате наличия predisposing патогенетических факторов: курение, алкоголизм, недоброкачественное питание, наследственная предрасположенность, неудовлетворительное состояние производственной и окружающей среды, условия проживания и быта, перенесенные ранее оперативные вмешательства на органах брюшной полости, ХАГ, язвенная болезнь желудка и ДПК и др. [14, с. 356–63; 15, с. 700–13; 16, с. 1353–67].

Helicobacter pylori – спиралевидная грамотрицательная бактерия, инфицирующая различные области желудка и двенадцатиперстной кишки (ДПК), преимущественно в антральной части желудка. Продукты ее жизнедеятельности способны вызывать развитие эрозивно-язвенных, воспалительных или атрофических процессов в слизистой оболочке желудка или ДПК (язвенная болезнь, гастрит, дуоденит и рак). Следует отметить, что до 90% инфицированных носителей *Helicobacter pylori* не обнаруживается никаких симптомов заболеваний.

При сравнительной характеристике у обследуемых с выявленным ранним РЖ в 100% регистрировалось наличие антител к CagA *H. pylori*, Отсутствие антител к CagA *H. pylori* у лиц с ранним РЖ не выявлено.

Таблица 2.

Инфицированность *H. pylori* слизистой оболочки желудка больных хроническим атрофическим гастритом (ХАГ), ранним раком желудка (РЖ) относительно контрольной группы (%)

Показатели	1. Контрольная группа (n=87)	2. ХАГ (n=50)	3. Ранний РЖ (n=30)
Наличие а/т к CagA <i>H. pylori</i>	74,0%	95,0%	100% $P_{1-3} < 0,05 = 0,03$
Отсутствие а/т к CagA <i>H. pylori</i>	26,0%	5,0%	0%
		$P_{1-2} = 0,02$	$P_{1-3} = 0,001$

Частота штамма CagA+ *H. pylori* была статистически значимые различия у пациентов с ХАГ и ранним РЖ по сравнению с группой контроля (Таблица 2).

Мы проанализировали инфицированность *H. pylori* слизистой оболочки желудка больных ХАГ и ранним РЖ относительно контрольной группы. В группе контроля частота инфекции составила 74,0% в сравнении с

ХАГ ($P_{1-2}=0,02$), у пациентов с ХАГ 95,0% и 100% с ранним РЖ ($P_{1-3}<0,05=0,03$). В группе контроля с отсутствием антител к CagA *H.Pylori* – 26,0%, ХАГ – 5,0% ($P_{1-2}=0,02$) и 0% с ранним РЖ ($P_{1-3}=0,001$).

Инфекция *H.pylori* широко распространена в России. По эпидемиологическим данным инфицированы 80% взрослого населения. *H.pylori* практически у всех инфицированных вызывает воспалительные изменения в гастродуоденальной слизистой оболочке, которые и представляют собой собственно субстрат гастрита [1, 2]. Связь инфекции *H. pylori* и рака желудка в настоящее время не вызывает сомнений и связующим звеном рассматривается хронический гастрит [4, 14]. Патогенетический каскад, запускаемый *H. pylori* через стадии атрофии, метаплазии и дисплазии может приводить к раку желудка [14].

Определение показателей пепсиногенов крови (ПГИ, ПГ II и соотношение ПГИ/ПГII) имеет важное клиническое значение в формировании групп риска раннего РЖ и эрозивных повреждений слизистой желудка (Таблица 3).

Таблица 3.

**Показатели сыровороточного пепсиногенового теста:
пепсиноген I (ПГИ), пепсиноген II (ПГ II), соотношение ПГИ/ПГII**

Показатели	Контрольная группа (n=87)		ХАГ (n=50)		Ранний РЖ (n=30)	
	Me	[C ₂₅₋₇₅]	Me	[C ₂₅₋₇₅]	Me	[C ₂₅₋₇₅]
Пепсиноген I	110	70-150	59	48-70 $p_{1-2}<0,001$	58,5	49-68 $p_{1-3}<0,001$
Пепсиноген II	36,7	20-53	23,6	15-70	29,25	20-60
Соотношение ПГИ/ПГII	3	1-5	2,5	2-6	2	1-3

При исследовании концентрации соотношения пепсиногенов было установлено, что концентрация пепсиногена I у пациентов с ХАГ и РЖ была достоверно ниже, чем в контрольной группе (Таблица 3).

Распространенность ХАГ существенно различается в разных регионах планеты, что обусловлено социально-экономическими факторами, особенностями питания, этнической принадлежностью и др. В последнее время эпидемиологические исследования проводятся с использованием определения сыровороточного уровня пепсиногенов (ПГ), низкие уровни которых служат надежным маркером атрофии слизистой оболочки желудка [17, с. 6-30; 18, с. 3867; 19, с. 71-85]. Несомненным преимуществом «Гастро-Панели» является возможность параллельного тестирования на наличие

антител к НР-микроорганизмам, являющимся ключевым фактором в возникновении и прогрессировании заболеваний желудка, инициирующих процессы атрофии, метаплазии, дисплазии и в результате возникновения инвазивного РЖ [20, с. 24–35; 21, с. 120–5].

В разных странах были проведены исследования по замене скрининговой диагностики ХАГ с использованием эндоскопического исследования или гастродуоденоскопии на менее дорогие неинвазивные методы. Показано, что в качестве биологического маркера ХАГ могут быть использованы ПП, концентрация которых в сыворотке крови коррелирует с тяжестью атрофии желудка, подтвержденной гистологически. Более того, наиболее важным выводом является то, что ХАГ это самый значимый независимый фактор риска развития дистального РЖ [2]. В исследованиях, проведенных в городе Новосибирске и республике Саха (Якутия), установлено, что у городского европеоидного населения Западной Сибири и Восточной Сибири частота ХАГ превышает показатели, полученные в странах Западной Европы (Австрия, Бельгия, Франция, Германия, Лихтенштейн, Люксембург, Монако, Нидерланды, Швейцария) и США. У монголоидного населения республики Саха (Якутия) этот показатель также выше, чем в восточно-азиатских популяциях [16, 20–23].

В РФ высокая заболеваемость и летальность РЖ связана с поздним выявлением заболевания (на ранних стадиях имеет невыраженные клинические проявления и неспецифические симптомы, такие как диспепсия, снижение аппетита), определяют актуальность разработки национальной стратегии профилактики и раннего выявления РЖ.

Заключение

Результаты нашего исследования выявили, что больные в возрасте 45 лет и старше, страдающие от болей в эпигастральной области и диспепсии, имеющие в анамнезе болезни желудка, с признаками атрофии по результатам сывороточного пепсиногенового теста входят в группу риска развития раннего рака желудка.

Данный подход позволит выявить значительную часть предраковых состояний среди населения для их дальнейшего тщательного обследования.

Разработана новая медицинская технология (Смирнова О.В с соавт., 2020), которая может быть использована для скрининга взрослого населения Красноярского края с целью выявления лиц высокого риска развития РЖ, применяться врачами-онкологами и врачами всех специальностей. Также разработана программа ЭВМ «Скрининг раннего рака желудка среди взрослого населения Красноярского края» [9, с. 28; 10].

Информация о спонсорстве. Проект «Разработка и внедрение программного комплекса скрининга и ранней диагностики рака желудка по показателям иммунной, прооксидантной и антиоксидантной систем для снижения показателей смертности и инвалидизации населения» проведен при поддержке Красноярского краевого фонда науки (КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности»).

Sponsorship information. The project “Development and implementation of a software package for screening and early diagnosis of stomach cancer in terms of immune, prooxidant and antioxidant systems to reduce mortality and disability rates of the population” was supported by the Krasnoyarsk Regional Science Foundation (Krasnoyarsk Regional Fund for Support of Scientific and Scientific and Technical Activities).

Список литературы

1. Биомаркеры желудочной атрофии у пациентов с раком желудка / Белковец А.В., Курилович С.А., Рагино Ю.И., Щербакова Л.В., Черемисина О.В., Чердынцева Н.В., Андрушина Н.А., Воевода М.И. // Российский журнал гастроэнтерологии гепатологии и колопроктологии. 2018. Т. 28, № 2. С. 24-32. <https://www.gastro-j.ru/jour/article/view/226>
2. Злокачественные новообразования в России. Обзор статистической информации за 1993–2013 гг. / Петрова Г.В., Каприн А.Д., Грецова О.П., Старинский В.В.; под общей редакцией чл.-корр. РАН, проф. А.Д. Каприна, проф. В.В. Старинского. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2015. 511 с. https://nmicr.ru/upload/2015_kniga_zno_obzor_v_1993-2013.pdf
3. Значение сывороточных показателей пепсиногена I, пепсиногена II и гастрин-17 в диагностике атрофического гастрита / Пюрвеева К.В., Лапина Т.Л., Ивашкин В.Т., Коньков М.Ю., Скланская О.А., Серова А.Г., Васильева Н.Ю. // Российский журнал гастроэнтерологии гепатологии и колопроктологии. 2005. Т. 15, №3. С. 48-51. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15254665>
4. Кривой В.В. Скрининг рака желудка в популяции пациентов с пептической язвой ассоциированной с *Helicobacter pylori* // Крымский терапевтический журнал. 2010. №2. С. 153-159. <http://crimtj.ru/Journal.files/15-2010-2-v.1/153.pdf>
5. Лечение инфекции *Helicobacter pylori*: мейнстрим и новации (Обзор литературы и резолюция Экспертного совета Российской гастроэнтерологической ассоциации 19 мая 2017г.). / Ивашкин В.Т., Маев И.В., Лапина Т.Л.,

- Шептулин А.А., Трухманов А.С., Абдулхаков Р.А., Алексеенко С.А., Дехнич Н.Н., Козлов Р.С., Кляритская И.Л., Курилович С.А., Осипенко М.Ф., Симаненков В.И., Хлынов И.Б. // Российский журнал гастроэнтерологии гепатологии и колопроктологии. 2017. Том 27, № 4. С. 4-21. https://www.gastro-j.ru/jour/article/view/164?locale=ru_RU
6. Опыт неинвазивной диагностики атрофического гастрита в текущей клинической практике / Белковец А.В., Курилович С.А., Решетников О.В., Рагино Ю.И., Щербакова Л.В. // Бюллетень СО РАМН. 2013. Т. 33. № 4. С. 71-76. <http://sibmed.net/article/276/11-4-2013.pdf>
 7. Полиморфизм гена *IL1B* в сибирской популяции ассоциирован с повышенным риском развития рака желудка / Белковец А.В., Курилович С.А., Максимов В.Н., Рагино Ю.И., Щербакова Л.В., Алёшкина А.В., Воевода М.И. // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2017. №9(145). С. 10-17. https://www.nogr.org/jour/article/view/476?locale=ru_RU
 8. Ранний рак желудка: современный взгляд на проблему / Пирогов С.С., Соколов В.В., Беляков М.М., Каприн А.Д. // Сибирский онкологический журнал. 2017. №16(5). С.71-86. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2017-16-5-71-86>
 9. Технология ранней диагностики рака желудка среди взрослого населения Красноярского края (Медицинская технология) / Смирнова О.В., Каспаров Э.В., Цуканов В.В. и др. Красноярск, 2020. 28 с.
 10. Смирнова О.В., Каспаров Э.В., Цуканов В.В., Синяков А.А., Москаленко О.Л., Елманова Н.Г., Овчаренко Е.С., Навицкий А.И. Скрининг раннего рака желудка среди взрослого населения Красноярского края. ФИЦ КНИЦ СО РАН. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020664782 от 03.11.2020.
 11. Astin M.P., Martins T., Welton N. et al. Diagnostic value of symptoms of oesophagogastric cancer in primary care: a systematic review and meta-analysis // Br. J. Gen. Pract., 2015, vol. 65, issue 639, pp. e677-e691. <https://doi.org/10.3399/bjgp15X686941>
 12. Bang C.S., Lee J.J., Balk G.H. Diagnostic performance of serum pepsinogen assay for the prediction of atrophic gastritis and gastric neoplasms: protocol for a systematic review and meta-analysis // Medicine (Baltimore), 2019, vol. 98, no. 4, e14240. <https://dx.doi.org/10.1097%2FMD.00000000000014240>
 13. Bizzaro N., Antico A., Villalta D. Autoimmunity and gastric cancer // Int. J. Mol. Sci., 2018, vol. 19, no. 2, 377. <https://doi.org/10.3390/ijms19020377>
 14. Bornschein J., Selgrad M., Warnecke M. et al. H. pylori infection is a key risk factor for proximal gastric cancer // Dig. Dis. Sci., 2010, vol. 55, pp. 3124-3131. <https://doi.org/10.1007/s10620-010-1351-x>

15. Dohi O., Yagi N., Yoshida S. et al. Magnifying blue laser imaging versus magnifying narrow-band imaging for the diagnosis of early gastric cancer: a prospective, multicenter, comparative study // *Digestion*, 2017, vol. 96, no. 3, pp. 127-134. <https://doi.org/10.1159/000479553>
16. He C.Y., Sun L.P., Gong Y.H., Xu Q., Dong N.N., Yuan Y. Serum pepsinogen II: a neglected but useful biomarker to differentiate between diseased and normal stomachs // *J Gastroenterol Hepatol*, 2011, vol. 26, no. 6, pp. 1039-1046. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1746.2011.06692.x>
17. Horiguchi N., Tahara T., Kawamura T. et al. A comparative study of white light endoscopy, chromoendoscopy and magnifying endoscopy with narrow band imaging in the diagnosis of early gastric cancer after *Helicobacter pylori* eradication // *J. Gastrointest. Liver Dis.*, 2017, vol. 26, no. 4, pp. 357-362. <https://doi.org/10.15403/jgld.2014.1121.264.hpy>
18. Karimi P., Islami F., Anandasabapathy S. et al. Gastric cancer: descriptive epidemiology, risk factors, screening and prevention // *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 2014, vol. 23, no. 5, pp. 700-713. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.epi-13-1057>
19. Lars Agréus et al. Clinical use of proton-pump inhibitors but not H2-blockers or antacid/alginate raises the serum levels of amidated gastrin-17, pepsinogen I and pepsinogen II in a random adult population // *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 2009, vol. 44, no. 5, pp. 564-570. <https://doi.org/10.1080/00365520902745062>
20. Lars Agréus et al. Rationale in diagnosis and screening of atrophic gastritis with stomach-specific plasma biomarkers // *Scandinavian Journal of Gastroenterology*. 2012, vol. 47, no. 2, pp. 136-147. <https://doi.org/10.3109/00365521.2011.645501>
21. Lee S.W., Chang C.S., Yeh H.J. et al. The diagnostic value of alarm features for identifying types and stages of upper gastrointestinal malignancies. *Gastroenterology Res.* 2017, vol. 10, no. 2, pp. 120-125. <https://doi.org/10.14740/gr826w>
22. Malfertheiner P., Bornschein J., Selgrad M. Role of *Helicobacter pylori* infection in gastric cancer pathogenesis: a chance for prevention // *J. Dig. Dis.*, 2010, vol. 11, no. 1, pp. 2-11. <https://doi.org/10.1111/j.1751-2980.2009.00408.x>
23. Malfertheiner P., Megraud F., O'Morain C.A. Management of *Helicobacter pylori* infection - the Maastricht V/Florence Consensus Report // *Gut*, 2010, vol. 66, no. 1, pp. 6-30. <http://dx.doi.org/10.1136/gutjnl-2016-312288>
24. Pham T.M., Fujino Y., Kikushi S. et al. Dietary patterns and risk of stomach cancer mortality: the Japan collaborative cohort study // *Ann. Epidemiol.*, 2010, vol. 20, no. 5, pp. 356-363. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2010.02.002>

25. Polk D.B., Peek R.M. *Helicobacter pylori*: gastric cancer and beyond // *Nat. Rev. Cancer*. 2010, vol. 10, no. 6, pp. 403-414. <https://doi.org/10.1038/nrc2857>
26. Song H., Ekhedden I.G., Zheng Z. et al. Incidence of gastric cancer among patients with gastric precancerous lesions: observational cohort study in a low risk Western population // *BMJ*, 2015, 351, h3867. <https://doi.org/10.1136/bmj.h3867>
27. Staniuk T., Malkowski B., Srutek E. et al. Comparison of FLT-PET/CT and CECT in gastric cancer diagnosis // *Abdom. Radiol. (NY)*, 2016, vol. 41, no. 7, pp. 1349-1356. <https://doi.org/10.1007/s00261-016-0647-5>
28. Sugano K., Tack J., Kuipers E.J. et al. Kyoto global consensus report on *Helicobacter pylori* gastritis // *Gut*, 2015, vol. 64, no. 9, pp. 1353-1367. <http://dx.doi.org/10.1136/gutjnl-2015-309252>
29. Valero M., Robles-Medranda C. Endoscopic ultrasound in oncology: An update of clinical applications in the gastrointestinal tract // *World J. Gastrointest. Endosc.*, 2017, vol. 9, no. 6, pp. 243-254. <https://dx.doi.org/10.4253%2Fwjge.v9.i6.243>
30. White J.R., Sami S.S., Reddier D. et al. Narrow band imaging and serology in the assessment of premalignant gastric pathology // *Scand. J. Gastroenterol.*, 2018, vol. 53, no. 12, pp. 1611-1618. <https://doi.org/10.1080/00365521.2018.1542455>
31. Wu Y., Fan Y., Jiang Y. et al. Analysis of risk factors associated with precancerous lesion of gastric cancer in patients from eastern China: a comparative study // *J. Cancer Res. Ther.*, 2013, vol. 9, no. 2, pp. 205-209. <https://doi.org/10.4103/0973-1482.113351>
32. Yaghoobi M., McNabb-Baltar J., Bijarchi R., Hunt R.H. What is the quantitative risk of gastric cancer in the first-degree relatives of patients? A meta-analysis // *World J. Gastroenterol.* 2017, vol. 23, no. 13, pp. 2435-2442. <https://dx.doi.org/10.3748%2Fwjg.v23.i13.2435>
33. Yamaguchi Y., Nagata Y., Hiratsuka R. et al. Gastric cancer screening by combined assay for serum anti-*Helicobacter pylori* IgG antibody and serum pepsinogen levels-the ABC method // *Digestion*. 2016, vo. 93, no. 1, pp. 13-18. <https://doi.org/10.1159/000441742>
34. Zhao Z., Yin Z., Wang S. et al. Meta-analysis: The diagnostic efficacy of chromoendoscopy for early gastric cancer and premalignant gastric lesions // *J. Gastroenterol. Hepatol.* 2016, vol. 31, no. 9, pp. 1539-1545. <https://doi.org/10.1111/jgh.13313>
35. Zhou F., Wu L., Huang M. et al. The accuracy of magnifying narrow band imaging (ME-NBI) in distinguishing between cancerous and noncancerous gastric lesions: A meta-analysis // *Medicine (Baltimore)*, 2018, vol. 97, no. 9, e9780. <https://dx.doi.org/10.1097%2FMD.00000000000009780>

References

1. Belkovets A.V., Kurilovich S.A., Ragino Yu.I., Shcherbakova L.V., Cheremisina O.V., Cherdyntseva N.V., Andryushina N.A., Voevoda M.I. *Rossiyskiy zhurnal gastroenterologii gepatologii i koloproktologii*, 2018, vol. 28, no. 2, pp. 24-32. <https://www.gastro-j.ru/jour/article/view/226>
2. Petrova G.V., Kaprin A.D., Gretsova O.P., Starinskiy V.V. *Zlokachestvennyye no-voobrazovaniya v Rossii. Obzor statisticheskoy informatsii za 1993–2013* [Malignant neoplasms in Russia. Review of statistical information for 1993–2013]. M.: MNIOI im. P.A. Gertsena – filial FGBU «NMIRTs» Minzdrava Rossii, 2015. 511 p. https://nmicr.ru/upload/2015_kniga_zno_obzor_v_1993-2013.pdf
3. Pyurveeva K.V., Lapina T.L., Ivashkin V.T., Kon'kov M.Yu., Sklyanskaya O.A., Serova A.G., Vasil'eva N.Yu. *Rossiyskiy zhurnal gastroenterologii gepatologii i koloproktologii*, 2005, vol. 15, no. 3, pp. 48-51. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15254665>
4. Krivoy V.V. *Krims'kiy terapevtichnyy zhurnal*, 2010, no. 2, pp. 153-159. <http://crimjtj.ru/Journal.files/15-2010-2-v.1/153.pdf>
5. Ivashkin V.T., Maev I.V., Lapina T.L., Sheptulin A.A., Trukhmanov A.S., Abdulkhakov R.A., Alekseenko S.A., Dekhnich N.N., Kozlov R.S., Klyaritskaya I.L., Kurilovich S.A., Osipenko M.F., Simanenkova V.I., Khlynov I.B. *Rossiyskiy zhurnal gastroenterologii gepatologii i koloproktologii*, 2017, vol. 27, no. 4, pp. 4-21. https://www.gastro-j.ru/jour/article/view/164?locale=ru_RU
6. Belkovets A.V., Kurilovich S.A., Reshetnikov O.V., Ragino Yu.I., Shcherbakova L.V. *Byulleten' SO RAMN*, 2013. vol. 33, no. 4, pp. 71-76. <http://sibmed.net/article/276/11-4-2013.pdf>
7. Belkovets A.V., Kurilovich S.A., Maksimov V.N., Ragino Yu.I., Shcherbakova L.V., Aleshkina A.V., Voevoda M.I. *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya*, 2017, no. №9(145), pp. 10-17. https://www.nogr.org/jour/article/view/476?locale=ru_RU
8. Pirogov S.S., Sokolov V.V., Belyakov M.M., Kaprin A.D. *Sibirskiy onkologicheskii zhurnal*, 2017, no. 16(5), pp. 71-86. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2017-16-5-71-86>
9. Smirnova O.V., Kasparov E.V., Tsukanov V.V. et al. *Tekhnologiya ranney diagnostiki raka zheludka sredi vzroslogo naseleniya Krasnoyarskogo kraya (Meditsinskaya tekhnologiya)* [Technology of early diagnosis of stomach cancer among the adult population of the Krasnoyarsk Territory (Medical technology)]. Krasnoyarsk, 2020. 28 p.
10. Smirnova O.V., Kasparov E.V., Tsukanov V.V., Sinyakov A.A., Moskalenko O.L., Elmanova N.G., Ovcharenko E.S., Navitskiy A.I. *Skrining rannego raka*

- zheludka sredi vzroslogo naseleniya Krasnoyarskogo kraya* [Screening of early stomach cancer among the adult population of the Krasnoyarsk Territory]. FRC KSC SB RAS. Certificate of registration of the computer program RU 2020664782 dated 03.11.2020.
11. Astin M.P., Martins T., Welton N. et al. Diagnostic value of symptoms of oesophagogastric cancer in primary care: a systematic review and meta-analysis. *Br. J. Gen. Pract.*, 2015, vol. 65, issue 639, pp. e677-e691. <https://doi.org/10.3399/bjgp15X686941>
 12. Bang C.S., Lee J.J., Balk G.H. Diagnostic performance of serum pepsinogen assay for the prediction of atrophic gastritis and gastric neoplasms: protocol for a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*, 2019, vol. 98, no. 4, e14240. <https://dx.doi.org/10.1097%2FMD.000000000014240>
 13. Bizzaro N., Antico A., Villalta D. Autoimmunity and gastric cancer // *Int. J. Mol. Sci.*, 2018, vol. 19, no. 2, 377. <https://doi.org/10.3390/ijms19020377>
 14. Bornschein J., Selgrad M., Warnecke M. et al. H. pylori infection is a key risk factor for proximal gastric cancer. *Dig. Dis. Sci.*, 2010, vol. 55, pp. 3124-3131. <https://doi.org/10.1007/s10620-010-1351-x>
 15. Dohi O., Yagi N., Yoshida S. et al. Magnifying blue laser imaging versus magnifying narrow-band imaging for the diagnosis of early gastric cancer: a prospective, multicenter, comparative study. *Digestion*, 2017, vol. 96, no. 3, pp. 127-134. <https://doi.org/10.1159/000479553>
 16. He C.Y., Sun L.P., Gong Y.H., Xu Q., Dong N.N., Yuan Y. Serum pepsinogen II: a neglected but useful biomarker to differentiate between diseased and normal stomachs. *J Gastroenterol Hepatol*, 2011, vol. 26, no. 6, pp. 1039-1046. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1746.2011.06692.x>
 17. Horiguchi N., Tahara T., Kawamura T. et al. A comparative study of white light endoscopy, chromoendoscopy and magnifying endoscopy with narrow band imaging in the diagnosis of early gastric cancer after Helicobacter pylori eradication. *J. Gastrointest. Liver Dis.*, 2017, vol. 26, no. 4, pp. 357-362. <https://doi.org/10.15403/jgld.2014.1121.264.hpy>
 18. Karimi P., Islami F., Anandasabapathy S. et al. Gastric cancer: descriptive epidemiology, risk factors, screening and prevention. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 2014, vol. 23, no. 5, pp. 700-713. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.epi-13-1057>
 19. Lars Agréus et al. Clinical use of proton-pump inhibitors but not H2-blockers or antacid/alginates raises the serum levels of amidated gastrin-17, pepsinogen I and pepsinogen II in a random adult population. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 2009, vol. 44, no. 5, pp. 564-570. <https://doi.org/10.1080/00365520902745062>

20. Lars Agréus et al. Rationale in diagnosis and screening of atrophic gastritis with stomach-specific plasma biomarkers // *Scandinavian Journal of Gastroenterology*. 2012, vol. 47, no. 2, pp. 136-147. <https://doi.org/10.3109/00365521.2011.645501>
21. Lee S.W., Chang C.S., Yeh H.J. et al. The diagnostic value of alarm features for identifying types and stages of upper gastrointestinal malignancies. *Gastroenterology Res.*, 2017, vol. 10, no. 2, pp. 120-125. <https://doi.org/10.14740/gr826w>
22. Malfertheiner P., Bornschein J., Selgrad M. Role of Helicobacter pylori infection in gastric cancer pathogenesis: a chance for prevention. *J. Dig. Dis.*, 2010, vol. 11, no. 1, pp. 2-11. <https://doi.org/10.1111/j.1751-2980.2009.00408.x>
23. Malfertheiner P., Megraud F., O'Morain C.A. Management of Helicobacter pylori infection - the Maastricht V/Florence Consensus Report. *Gut*, 2017, vol. 66, no. 1, pp. 6-30. <http://dx.doi.org/10.1136/gutjnl-2016-312288>
24. Pham T.M., Fujino Y., Kikushi S. et al. Dietary patterns and risk of stomach cancer mortality: the Japan collaborative cohort study. *Ann. Epidemiol.*, 2010, vol. 20, no. 5, pp. 356-363. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2010.02.002>
25. Polk D.B., Peek R.M. Helicobacter pylori: gastric cancer and beyond. *Nat. Rev. Cancer*. 2010, vol. 10, no. 6, pp. 403-414. <https://doi.org/10.1038/nrc2857>
26. Song H., Ekhedden I.G., Zheng Z. et al. Incidence of gastric cancer among patients with gastric precancerous lesions: observational cohort study in a low risk Western population. *BMJ*, 2015, 351, h3867. <https://doi.org/10.1136/bmj.h3867>
27. Staniuk T., Malkowski B., Srutek E. et al. Comparison of FLT-PET/CT and CECT in gastric cancer diagnosis. *Abdom. Radiol. (NY)*, 2016, vol. 41, no. 7, pp. 1349-1356. <https://doi.org/10.1007/s00261-016-0647-5>
28. Sugano K., Tack J., Kuipers E.J. et al. Kyoto global consensus report on Helicobacter pylori gastritis. *Gut*, 2015, vol. 64, no. 9, pp. 1353-1367. <http://dx.doi.org/10.1136/gutjnl-2015-309252>
29. Valero M., Robles-Medrandá C. Endoscopic ultrasound in oncology: An update of clinical applications in the gastrointestinal tract. *World J. Gastrointest. Endosc.*, 2017, vol. 9, no. 6, pp. 243-254. <https://dx.doi.org/10.4253%2Fwjge.v9.i6.243>
30. White J.R., Sami S.S., Reddiar D. et al. Narrow band imaging and serology in the assessment of premalignant gastric pathology. *Scand. J. Gastroenterol.*, 2018, vol. 53, no. 12, pp. 1611-1618. <https://doi.org/10.1080/00365521.2018.1542455>
31. Wu Y., Fan Y., Jiang Y. et al. Analysis of risk factors associated with precancerous lesion of gastric cancer in patients from eastern China: a comparative study. *J. Cancer Res. Ther.*, 2013, vol. 9, no. 2, pp. 205-209. <https://doi.org/10.4103/0973-1482.113351>

32. Yaghoobi M., McNabb-Baltar J., Bijarchi R., Hunt R.H. What is the quantitative risk of gastric cancer in the first-degree relatives of patients? A meta-analysis. *World J. Gastroenterol.* 2017, vol. 23, no. 13, pp. 2435-2442. <https://dx.doi.org/10.3748%2Fwjg.v23.i13.2435>
33. Yamaguchi Y., Nagata Y., Hiratsuka R. et al. Gastric cancer screening by combined assay for serum anti-Helicobacter pylori IgG antibody and serum pepsinogen levels-the ABC method. *Digestion.* 2016, vo. 93, no. 1, pp. 13-18. <https://doi.org/10.1159/000441742>
34. Zhao Z., Yin Z., Wang S. et al. Meta-analysis: The diagnostic efficacy of chromoendoscopy for early gastric cancer and premalignant gastric lesions. *J. Gastroenterol. Hepatol.* 2016, vol. 31, no. 9, pp. 1539-1545. <https://doi.org/10.1111/jgh.13313>
35. Zhou F., Wu L., Huang M. et al. The accuracy of magnifying narrow band imaging (ME-NBI) in distinguishing between cancerous and noncancerous gastric lesions: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*, 2018, vol. 97, no. 9, e9780. <https://dx.doi.org/10.1097%2FMD.0000000000009780>

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Смирнова Ольга Валентиновна, доктор медицинских наук, зав. лабораторией клинической патофизиологии

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр
Сибирского отделения Российской академии наук»
«Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера»*

ул. Партизана Железняка, 3Г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация

ovsmirnova71@mail.ru

Москаленко Ольга Леонидовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр
Сибирского отделения Российской академии наук» «Научно-исследовательский институт
медицинских проблем Севера»*

ул. Партизана Железняка, 3Г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация

olga_olgaol@mail.ru

Цуканов Владислав Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, зав. клиническим отделением патологии пищеварительной системы у взрослых и детей

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера» ул. Партизана Железняка, 3Г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация

Каспаров Эдуард Вильямович, доктор медицинских наук, профессор, директор НИИ МПС ФИЦ КНЦ СО РАН, зам. директора ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера» ул. Партизана Железняка, 3Г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
impr@impr.ru*

Сняков Александр Александрович, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера» ул. Партизана Железняка, 3Г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация

Елманова Нина Георгиевна, младший научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера» ул. Партизана Железняка, 3Г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация

Овчаренко Елизавета Сергеевна, младший научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера» ул. Партизана Железняка, 3Г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация

DATA ABOUT THE AUTHORS

Smirnova Olga V., Dr. Sc. (Medicine), Head of the Laboratory of Clinical Pathophysiology

Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of Medical Problems of the North», Research Institute of Medical Problems of the North

3g, Partizan Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation ovsmirnova71@mail.ru

ORCID: 0000-0003-3992-9207

Moskalenko Olga L., Cand. Sc. (Biology), Senior Researcher

Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of Medical Problems of the North», Research Institute of Medical Problems of the North

3g, Partizan Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation olga_olgaol@mail.ru

ORCID: 0000-0003-4268-6568

Tsukanov Vladislav V., Dr. Sc. (Medicine), Professor, Head of the Clinical Department of Digestive System Pathology in Adults and Children

Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of Medical Problems of the North», Research Institute of Medical Problems of the North

3g, Partizan Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation ORCID: 0000-0002-9980-2294

Kasparov Eduard V., Dr. Sc. (Medicine), Professor

Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of Medical Problems of the North», Research Institute of Medical Problems of the North

*3g, Partizan Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
impn@impn.ru
ORCID: 0000-0002-5988-1688*

Sinyakov Alexander A., Cand. Sc. (Biology), Junior Researcher, Laboratory of Clinical Pathophysiology
*Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of Medical Problems of the North», Research Institute of Medical Problems of the North
3g, Partizan Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
ORCID: 0000-0002-4474-1893*

Elmanova Nina G., Junior Researcher, Laboratory of Clinical Pathophysiology
*Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of Medical Problems of the North», Research Institute of Medical Problems of the North
3g, Partizan Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
ORCID: 0000-0001-6073-0601*

Ovcharenko Elizaveta S., Junior Researcher, Laboratory of Clinical Pathophysiology
*Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of Medical Problems of the North», Research Institute of Medical Problems of the North
3g, Partizan Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
ORCID: 0000-0001-6884-7871*

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-78-93

УДК 616.34-008.895.1

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ДИАГНОСТИКИ СТРОНГИЛОИДОЗА У ПАЦИЕНТА В ХРОНИЧЕСКОМ КРИТИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ НА ФОНЕ ТЯЖЕЛОГО ПОРАЖЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА

*М.Г. Самчук, О.Г. Панасенкова, А.В. Яковлева,
А.А. Яковлев, И.Г. Щелкунова*

Состояние вопроса. У 100 % пациентов, поступивших в реанимационные отделения Федерального научно-клинического центра реаниматологии и реабилитологии (ФНКЦ РР) в хроническом критическом состоянии (ХКС), обусловленном различными поражениями головного мозга, наблюдается полиморбидность, которая обуславливает наложение и мозаичность симптоматики. При этом своевременная диагностика и терапия всех сопутствующих заболеваний является одним из важнейших аспектов ранней нейрореабилитации в условиях отделения анестезиологии и реанимации, а отсутствие патогномичной и четко-дифференцированной симптоматики определяет необходимость использования четких диагностических алгоритмов и диктует необходимость повышенной настороженности у персонала.

Материалы и методы. В работе описан случай стронгилоидоза на фоне тяжелой редицивирующей полисегментарной пневмонии и колита неясной этиологии у пациента в ХКС. Описан процесс дифференциальной диагностики клинической картины колита, а также проведенные после выявления глистной инвазии противоэпидемические мероприятия.

Результаты. В ФНКЦ РР обследование на наличие глистных инвазий проводится каждому пациенту с учетом общего состояния, связанного с ХКС и иммуносупрессией. Учитывая очень низкий процент выявления любой глистной инвазии при однократном обследовании, также предложен алгоритм диагностики глистных инвазий у пациентов в ХКС: трехкратное проведение лабораторного исследования на глистные инвазии (при поступлении в стационар, при появлении клинических симптомов и через десять дней после начала клиники).

Заключение. Такой подход позволяет исключить гиподиагностику глистной инвазии, в том числе начать своевременно лечение при выявлении, а также принять своевременные меры направленные на недопущение распространения инвазии в условиях лечебного стационара.

Ключевые слова: стронгилоидоз; *Strongyloides stercoralis*; глистная инвазия; белково-энергетическая недостаточность; колит; хроническое критическое состояние; нейрореабилитация

Для цитирования. Самчук М.Г., Панасенкова О.Г., Яковлева А.В., Яковлев А.А., Шелкунова И.Г. Клинический случай диагностики стронгилоидоза у пациента в хроническом критическом состоянии на фоне тяжелого поражения головного мозга // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 1. С. 78-93. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-78-93

A CLINICAL CASE OF DIAGNOSIS OF STRONGYLOIDOSIS IN A PATIENT IN A CHRONIC CRITICAL ILLNESS AGAINST A BACKGROUND OF SEVERE BRAIN DAMAGE

*M.G. Samchuk, O.G. Panasenkova, A.V. Yakovleva,
A.A. Yakovlev, I.G. Shchelkunova*

Background. In 100% of patients admitted to the intensive care units of the Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitation in a chronic critical illness (CCI) caused by various brain lesions, polymorbidity is observed, which causes the layering and mosaic symptoms. Moreover, timely diagnosis and treatment of all concomitant diseases is one of the most important aspects of early neurorehabilitation in the Department of Anesthesiology and Resuscitation. The absence of pathognomonic and clearly differentiated symptoms determines the need for clear diagnostic algorithms and dictates the need for increased alertness among staff.

Materials and methods. A case of strongyloidosis against the background of severe, relapsing, polysegmental pneumonia and colitis of an unclear etiology in a patient in CCI is described. The process of differential diagnosis of colitis is described, as well as anti-epidemic measures carried out after the detection of helminthic invasion.

Results. In our Center screening for helminthic infestations carried out for each patient with the common condition associated with immunosuppression and CCI.

Given the low percentage of detection of any helminthic infestation during a single examination, an algorithm for the diagnosis of helminthic infestations in patients in CCI is proposed: triple laboratory tests for helminthic infestations (when admitted to the hospital, with the onset of clinical symptoms and ten days after the start of the clinic).

Conclusion. *This approach allows us to exclude the hypodiagnosis of helminthic invasion, including starting timely treatment when it is detected, and taking timely measures aimed at preventing the spread of invasion in a hospital.*

Keywords: *strongyloidosis; Strongyloides stercoralis; worm infestation; protein-energy deficiency; colitis; chronic critical illness; neurorehabilitation*

For citation. *Samchuk M.G., Panasenkova O.G., Yakovleva A.V., Yakovlev A.A., Shchelkunova I.G. A clinical case of diagnosis of strongyloidosis in a patient in a chronic critical illness against a background of severe brain damage. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 78-93. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-78-93*

Введение

Гельминтозы – заболевания, вызываемые паразитическими червями гельминтами. Паразитарные заболевания из-за широкой распространенности, многообразия негативного воздействия на организм человека, выраженного полиморфизма клинических проявлений, остаются актуальными и в настоящее время [13]. Гельминтозы незаслуженно являются «забытыми» болезнями не только в России, но и во всем мире вследствие недооценки их негативного влияния на организм человека и медико-социальной значимости [6, 3].

Стронгилоидоз (лат. Strongyloidosis, ангвиллюлёз, кохинхинская диарея) – паразитарное заболевание человека, вызываемое круглыми червями рода *Strongyloides*, преимущественно *Strongyloides stercoralis*, характеризующееся не только поражением пищеварительной и гепатобилиарной системы, но и вызывающее различные аллергические реакции со стороны кожи и органов дыхания [4, 2].

Взрослый червь мужского пола обнаруживается только в почве, и не является тканевым паразитом, не может существовать в организме человека-хозяина. Взрослая особь женского пола не только очень маленького размера, приблизительно 2,2–2,5 мм в длину и диаметром 50 μm, но и почти прозрачна, обладает функцией патогенеза и обитает в туннелях между эритроцитами в тонком кишечнике человека. Инфекционная личинка может реплицироваться в зараженной почве и заражать человека при контакте с

землей. Стронгилоидоз отличается от других гельминтозных инфекций, передающихся через почву, тем, что из яиц, отложенных особью женского пола путем партеногенеза в кишечнике, выводятся рабditoформные личинки. Личинки покидают организм с фекалиями, но некоторые могут дорасти до филяриформной стадии и реинфицировать хозяина, пенетрируя в нижних отделах кишечника или в кожу перианальной области (аутоинфекционный цикл). Иммунный статус хозяина напрямую связан с реинфекцией стронгилоидоза и может привести как к диссеминации, так и к гиперинфекции [2].

До настоящего времени в здравоохранении по контролю заболеваний в разных странах мира отсутствует четкая стратегия лечения стронгилоидоза. И как следствие тяжёлое течение стронгилоидоза у пациентов со сниженным иммунным статусом приводит к летальному исходу, и остаётся серьезной проблемой во многих странах мира.

По данным Всемирной организации здравоохранения наибольшее число больных стронгилоидозом регистрируется в странах с субтропическим и тропическим климатом, где инвазированность населения кишечными угрицами достигает 30–40%. Активные миграционные процессы, происходящие в мире, способствуют распространению стронгилоидоза, так в мире порядка 370 миллионов человек инвазированы. [6] В некоторых странах имеются «горячие точки» Strongyloides, в особенности инфекцией страдают некоторые мигранты из эндемичных районов и аборигенские популяции) [11, 14].

В СНГ наиболее интенсивные очаги соответствуют влажным субтропикам Азербайджана (поражённость населения в среднем 18,6%, максимальная – до 40%), Грузии (средняя поражённость 2,4%) и Украины (1,5–2% в лесостепной зоне), регистрируются очаги стронгилоидоза и на Северном Кавказе с поражённостью населения до 1,6% [13].

На территории России стронгилоидоз выявляется с частотой 0,2–2%, с ежегодной регистрацией до 20 случаев. По данным Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве» за последние 5 лет всего было зарегистрировано 4 случая заболевания стронгилоидозом среди населения, что свидетельствует о низкой выявляемости инвазии.

Попав в организм человека, стронгилоид может находиться в нем в течение нескольких месяцев, а при иммуносупрессивных состояниях в течение многих лет. Проникшие перкутанно или перорально в организм человека филяриевидные личинки-строгилиды, мигрируя гематогенным

путем, достигают легких. Из капилляров личинки проникают в альвеолы, поднимаются по дыхательным путям к трахее и глотке, проглатываются с отделяющейся мокротой и оседают в верхнем отделе тонкой кишки. В процессе миграции (15–30 суток) личинки линяют, растут, у них проявляется половой деформизм, и они спариваются. Оплодотворенные самки стронгилиды, попав в кишечник, поселяются в криптах слизистой и диберкюновых железах, где и происходит откладывание яиц. Из созревших яиц в просвет кишечника выходят рабдитовидные личинки и вместе с каловыми массами выделяются во внешнюю среду (рис. 1).

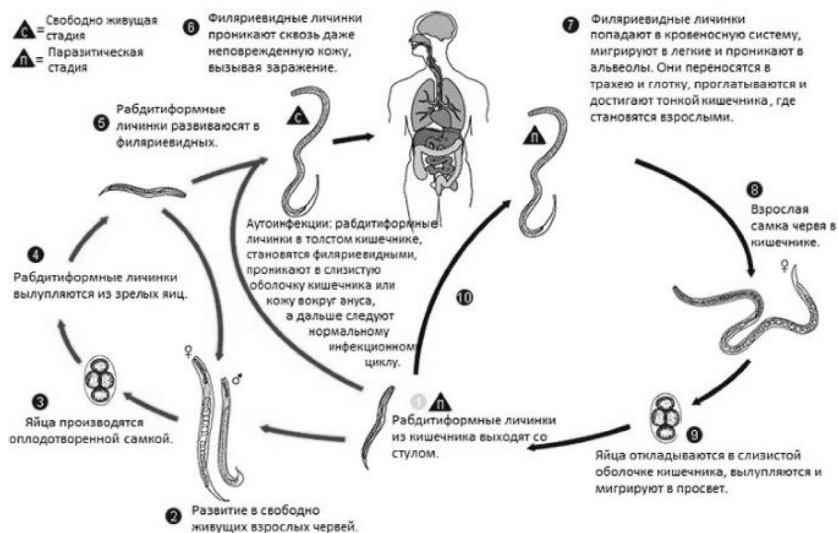


Рис. 1. Жизненный цикл *Strongyloides stercoralis*.

Источник: Centers for Disease Control and Prevention [12]

У лиц с иммуносупрессивными состояниями заболевание может принять гиперинвазивный и диссеминированный характер с возможным летальным исходом. У больных с иммунной супрессией стронгилоидоз осложняется гепатитом, абсцессом мозга, миокардитом, пиелонефритом, кератитом, конъюнктивитом [2, 8].

В патогенезе и клинике гельминтозов классически выделяют две основные фазы развития болезни: острую (2–3 недели после инвазии, тяжелая степень – до 2 месяцев) и хроническую (от 2-х месяцев, до нескольких лет).

Клинические проявления стронгилоидоза в значительной степени зависят от длительности течения заболевания, степени инвазии, собственной реактивности организма человека. В 50% случаев первичных инвазий стронгилидой симптоматика стертая, может полностью отсутствовать, в то время как при повторных инвазиях и аутоинвазиях течение принимает тяжелый характер с выраженными явлениями интоксикации и бурными аллергическими реакциями местного и общего характера. Стронгилоидоз может годами протекать латентно, но реактивироваться при подавлении иммунитета хозяина.

Продукты метаболизма гельминтов способствуют изменению биоценоза кишечника и развитию условно-патогенной флоры, что приводит к резкому нарушению кишечного иммунитета [10].

Течение заболевания может быть крайне тяжелым, с возможным летальным исходом. На этом фоне частыми осложнениями становятся вторичные бактериальные инфекции. Генерализация процесса наблюдается у пациентов с иммуносупрессией различного генеза. Без надлежащего лечения инфекция не разрешается и может персистировать всю жизнь [1].

При однократном лабораторном исследовании процент выявления в кале гельминтоносителей сравнительно невысок. Поэтому отрицательный результат однократного исследования кала ещё не свидетельствует о действительном отсутствии гельминтоношения. Отрицательные результаты даже повторных исследований кала не могут категорически исключить наличие инвазии. Ключевым в диагностике стронгилоидоза является наличие индекса подозрения – диагноз паразита может быть установлен только в случае идентификации паразита в кале [9].

Основная задача специалистов – выявить и проанализировать специфические признаки паразитарной инфекции. Высокий уровень эозинофилов (до 80%), лейкоцитоз и высокая СОЭ в крови в сопровождении аллергических реакций, нарушение работы органов пищеварительной системы, должны натолкнуть на мысль о гельминтной инвазии.

Окончательный диагноз ставится на основании результатов лабораторных исследований. Сюда входят: Общий анализ крови, взятие образцов мокроты (для исследования на присутствие личинок), дуоденоскопия (обследуется поверхность слизистой 12-ти перстной кишки, а также головка поджелудочной железы и общий желчный проток, микроскопия кала по Берману (именно этот метод исследования кала имеет точность 99%), иммунологические тесты, рентгенография легких.

При необходимости назначается дополнительное обследование. При хронической инвазии наибольшую чувствительность имеют серологические тесты (РИФ, ИФА), выявляющие наличие антител к паразиту. В хронической стадии – обнаружение рабдитовидных личинок в кале и дуоденальном содержимом. Кал на стронголоидоз необходимо исследовать только свежевыделенный [2].

Исследование кала для обнаружения живых рабдитовидных личинок стронгилиды проводится по методу Бермана (он основан на гидро – термотропности личинок стронгилиды). Исследуют микроскопически нативные препараты и с добавлением раствора Люголя, т.к. йод обездвиживает и убивает активно движущиеся личинки, хорошо прокрашивает их внутренние органы, что позволяет дифференцировать рабдитовидные и филяриеvidные личинки кишечной угрицы. Диагноз стронгилоидоза может быть поставлен при случайном обнаружении филяриеvidных личинок в моче, кале и мокроте. При контрольных анализах, проводимых после дегельминтизации, исследуется только содержимое двенадцатиперстной кишки. Для подтверждения эрадикации после лечения требуется отрицательный фекальный тест плюс снижение титра при серологии [2].

Описание клинического случая

Пациент М., 1929 года рождения, поступил 19.08.2019 из медицинской организации города Москвы в Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» в 2019 году для проведения лечебно-реабилитационных мероприятий с диагнозом: Последствия закрытой черепно-мозговой травмы с формированием субдуральной гематомы в левой лобно-теменно-височной области. Состояние после закрытого наружного дренирования подострой субдуральной гематомы левой лобно-теменно-височной области. Энцефалопатия смешанного генеза. 2-х сторонняя полисегментарная бронхопневмония. Белково-энергетическая недостаточность тяжелой степени. Бульбарные нарушения. Декубитальная язва крестца 3 ст.

С июня 2019 г. пациент получал длительное стационарное лечение в других медицинских организациях города Москвы, при поступлении в ФНКЦ РР в имеющейся медицинской документации нет данных о наличии инвазии. Эпидемиологический анамнез (пребывание в географических зонах распространения стронгилоидоза, ранее перенесенные формы инвазии) пациента в связи с тяжестью состояния не был известен.

В стационаре у пациента отмечалось тяжёлое течение основного заболевания, обусловленное последствиями основного заболевания, неврологической симптоматикой в виде нарушения глотания, дисфонии, энцефалопатии. На фоне двухсторонней полисегментарной пневмонии антибиотик – ассоциированной диареи вызванной *clostridium difficile* toxin A, В усилилась белково-энергетическая недостаточность (рис. 2), и хроническая железodefицитная анемия средней степени тяжести (рис. 3).

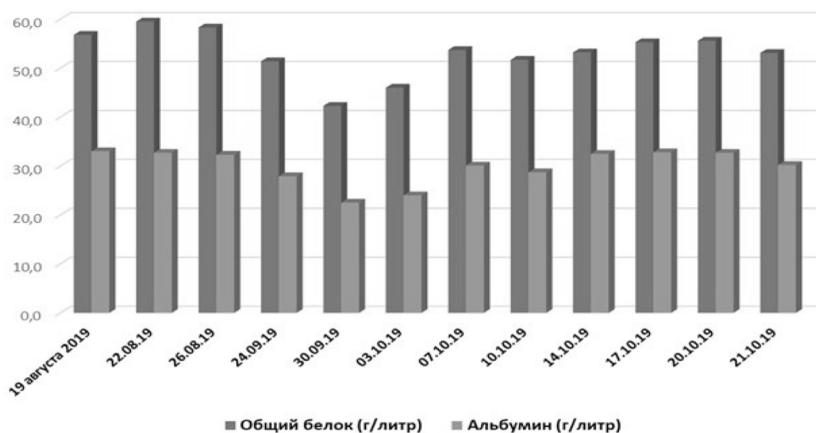


Рис. 2. Динамика лабораторных показателей (биохимический анализ крови, белковые фракции)

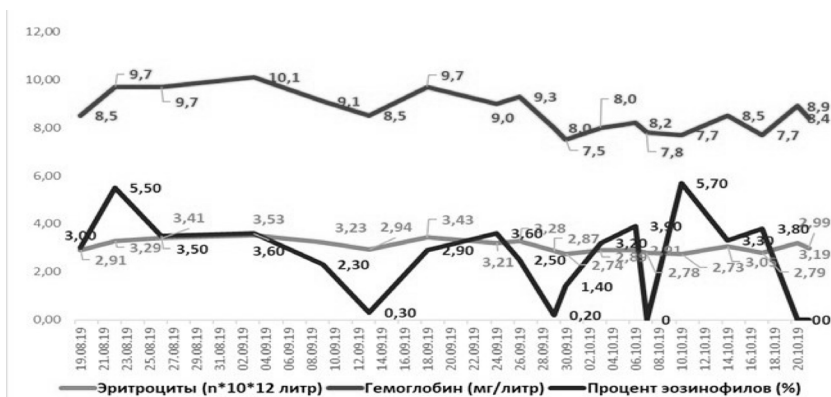


Рис. 3. Динамика лабораторных показателей (клинический анализ крови)

Рутинно при поступлении, учитывая длительную предшествующую и продолжающуюся антибиотикотерапию у пациента были взяты анализы на наличие *Clostridium difficile* toxin A, B, в том числе проведено микроскопическое исследование кала на медицинском микроскопе CX41 с камерой и cellSens Imaging Software “OLIMPUS” на наличие глистных инвазий. Результаты лабораторных исследований показали отрицательные результаты.

При этом, при стабильных с момента поступления показателях белково-энергетической недостаточности, 10.10.2019 г. у пациента появляется клиника колита (боли в животе, вздутие живота, жидкий стул с прожилками слизи). В повторно отобранном анализе кала обнаружено *Clostridium difficile* toxin A, B, при микроскопическом исследовании глистные инвазии не были обнаружены. В течение последующих 10 дней, несмотря на проводимую терапию, состояние пациента оставалось стабильно тяжелым, явления колита в виде диареи, слизи с примесью крови, сохранялись на прежнем уровне. В контрольном анализе кала отсутствует *Clostridium difficile* toxin A, B, при этом 21.10.2019 г. при проведении микроскопического исследования кала, во втором поле зрения, под малым увеличением, были обнаружены – рабдитовидные личинки *Strongyloides stercoralis* с последующей фото и видеофиксацией.

В препарате, окрашенном раствором Люголя, хорошо просматривается внутреннее строение личинок кишечной угрицы (рис. 4).



Рис. 4. Препарат, окрашенный раствором Люголя

С целью подтверждения клинический материал 22.10.2019 г. направлен в паразитологическую лабораторию ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области» г. Мытищи. Согласно представленному протоколу лабораторных исследований – ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области» в материале обнаружены рабдитовидные личинки *Strongyloides stercoralis*.

Отсутствие глистной инвазии в первых двух пробах было объяснено тем, что у пациента из латентно протекающей формы произошла реактивация глистной инвазии, скрывающейся под маской колита на фоне выраженного иммунодефицита, стабильно тяжелой белково-энергетической недостаточности, длительного тяжелого преморбидного состояния.

После подтверждения диагноза, пациенту была назначена специфическая терапия, на фоне которой отмечалось нормализация стула. Состояние прогрессивно улучшалось. Пациент был выписан в поликлинику по месту жительства с рекомендациями продолжить лечение глистной инвазии и повторным лабораторным обследованием.

В соответствии с СанПиН 3.2.3215-14 “Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации” и “Методическими рекомендациями по организации мер борьбы со стронгилоидозом и его профилактики” в отделении были организованы и проведены дополнительные противоэпидемические мероприятия [7, 5]:

- в помещениях, где находился пациент проведена очаговая дезинфекция по типу генеральной уборки;
- проведено лабораторное обследование всех контактных лиц двукратно (в течение суток при подтверждении диагноза у пациента и через 2 недели после первичного лабораторного исследования клинического материала);
- после выписки пациента из стационара проведена заключительная дезинфекция, включая полную дезинфекцию постельных принадлежностей пациента, в том числе камерная;
- в лаборатории проведена обработка всех поверхностей, емкостей, предметов окружающей среды.

Пациент выписан для получения последующего лечения по месту жительства.

Обсуждение

Учитывая очень низкий процент выявления любой глистной инвазии при однократном обследовании, в ФНКЦ РР обследование на наличие глистных инвазий проводится каждому пациенту с учетом общего состо-

нения, связанного с хроническим критическим состоянием с иммуносупрессией. Работа с такими пациентами построена по следующему алгоритму: каждый пациент проходит 3-х кратное лабораторное исследование, а именно:

- при поступлении в стационар, с целью выявления носительства глистных инвазий;
- далее при появлении любых первых клинических симптомов, с целью первичного подтверждения при стертой симптоматике.
- и через десять дней после начала клиники, для полного подтверждения и идентификации инвазии.

Учитывая данные анамнеза (длительное пребывание пациента в условиях лечебного стационара), характеристику выявленного паразита (возбудитель распространен в субтропических и тропических районах, способен жить и размножаться в организме хозяина десятилетиями практически бессимптомно, заражение происходит в основном перкутанно при ходьбе босиком или при любом другом контакте с землей), заражение пациента М. стронгилоидозом в условиях Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» исключено. Вероятное заражение пациента произошло при нахождении ранее в очагах стронгилоидоза, работе с землей.

Отсутствие глистной инвазии в первых двух пробах фекалий обусловлено снижением иммунитета, длительным тяжелым преморбидным состоянием, что типично для данного паразитарного заболевания.

В дальнейшем новые случаи инвазирования среди пациентов и сотрудников не выявлены, что свидетельствует о качественном и своевременном проведении дополнительных лечебных и противоэпидемических мероприятий.

Заключение

Для пациентов, находящихся в длительном хроническом критическом состоянии, при постоянных рецидивах тяжелых полиморбидных заболеваний на фоне иммуносупрессии, учитывая возможные затруднения сбора эпидемиологического анамнеза в связи с малым уровнем сознания, целесообразно проводить лабораторное исследование на глистные инвазии в следующей кратности: при поступлении в стационар, при появлении клинических симптомов и через десять дней после начала клиники. Такой подход позволяет исключить гиподиагностику глистной инвазии, в том числе начать своевременно лечение при выявлении, а также принять своевременные меры направленные на недопущение распространения инвазии в условиях лечебного стационара.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Клинический случай опубликован с согласия пациента.

Список литературы

1. Бекиш О.-Я.Л., Бекиш Вл.Я. Свободнорадикальные процессы в системе паразит-хозяин при гельминтозах // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2003. Т. 2, № 4. С. 67-76. https://elib.vsmu.by/bitstream/123/8980/1/vVGMU_2003_4_67-76.pdf
2. Ведение стронгилоидоза: Глобальные практические рекомендации Всемирной Гастроэнтерологической Организации. World Gastroenterology Organisation, 2018. https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/management-of-strongyloidiasis_russian-2018.pdf
3. Гузеева Т.М. Состояние заболеваемости паразитарными болезнями в Российской Федерации и задачи в условиях реорганизации службы // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2008. №1. С. 3-11.
4. Долгов В.В., Меньшиков В.В. Клиническая лабораторная диагностика. Национальное руководство. В 2 томах. Том 2. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 808 с.
5. Методические рекомендации по организации мер борьбы со стронгилоидозом и его профилактики (утв. Минздравом СССР 14.01.1986 N 28-6/1). <https://www.alppp.ru/law/zdravoohranenie--fizicheskaja-kultura-i-sport--turizm/zdravoohranenie/63/metodicheskie-rekomendacii-po-organizacii-mer-borby-so-strongiloidozom-i-ego-profilaktiki.html>
6. Постановление Правительства РФ от 1 декабря 2004 г. N 715 «Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и перечня заболеваний, представляющих опасность для окружающих». Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/12137881/#ixzz6rRjFGbC5>
7. СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации» / утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 22.08.2014 N 50 (ред. от 29.12.2015). <https://docs.cntd.ru/document/420233490>
8. Сергиев В.П., Успенский А.В., Романенко Н.А. и др. «Новые и возвращающиеся» гельминтозы как потенциальный фактор социально-эпидемических осложнений в России // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2005. № 4. С. 6-8.
9. Щербак С.Г. (ред.) Клиническая интерпретация лабораторных исследований для практикующего врача. СПб.: Корона-Век, Бином, 2015. 464 с.

10. Юрин О.Г., Морозова С.В. ВИЧ-инфекция и поражения желудочно-кишечного тракта. <https://www.medcentre.com.ua/articles/Vich-infektsiya-i-porajeniya-17329>
11. Яковлев А.А., Рахманова А.Г., Козлов А.А., Власова Ю.А., Светлана О.М. Анализ клинических проявлений и изменений лабораторных показателей у больных ВИЧ-инфекцией и туберкулезом // Инфекционные болезни. 2012. Т. 10, №2. С. 50-52. <https://www.phdynasty.ru/katalog/zhurnaly/infektsionnye-bolezni/2012/tom-10-nomer-2/12454>
12. Centers for Disease Control and Prevention. Parasites – Strongyloides. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, 2015. <https://www.cdc.gov/parasites/strongyloides/biology.html>
13. Рамочная программа контроля и профилактики геогельминтозов в Европейском регионе ВОЗ, 2016-2020 гг. = Framework for control and prevention of soil-transmitted helminthiases in the WHO European Region 2016-2020. <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/framework-for-control-and-prevention-of-soil-transmitted-helminthiases-in-the-who-european-region-20162020-2016>
14. Yoshikawa H., Nagano I., Wu Z., Yap E. H., Singh M., Takahashi Y. Genomic polymorphism among *Blastocystis hominis* strains and development of subtype-specific diagnostic primers // *Molecular and Cellular Probes*, 1998, vol. 12, no. 3, pp. 153-159. <https://doi.org/10.1006/mcpr.1998.0161>

References

1. Bekish O.-Ya.L., Bekish VI.Ya. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*, 2003, vol. 2, no. 4, pp. 67-76. https://elib.vsmu.by/bitstream/123/8980/1/vVGMU_2003_4_67-76.pdf
2. *Vedenie strongilidoza: Global'nye prakticheskie rekomendatsii Vsemirnoy Gastroenterologicheskoy Organizatsii* [Management of strongyloidiasis: Global practice guidelines of the World Gastroenterology Organisation]. World Gastroenterology Organisation, 2018. https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/management-of-strongyloidiasis_russian-2018.pdf
3. Guzeeva T.M. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni*, 2008, no. 1, pp. 3-11.
4. Dolgov V.V., Menshikov V.V. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. Nacional'noe rukovodstvo* [Clinical laboratory diagnostics. National leadership]. Vol. 2. M.: GEOTAR-Media, 2012. 808 p.
5. *Metodicheskie rekomendatsii po organizatsii mer bor'by so strongilidozom i ego profilaktiki (utv. Minzdravom SSSR 14.01.1986 N 28-6/1)* [Guidelines for organizing measures to combat strongyloidosis and its prevention (approved

- by the USSR Ministry of Health 14.01.1986 N 28-6/1)]. <https://www.alppp.ru/law/zdravoohranenie--fizicheskaja-kultura-i-sport--turizm/zdravoohranenie/63/metodicheskie-rekomendacii-po-organizacii-mer-borby-so-strongiloidozom-i-ego-profilaktiki.html>
6. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 1 dekabrya 2004 g. N 715 "Ob utverzhdenii perechnya sotsial'no znachimykh zabolevanij i perechnya zabolevanij, predstavlyayushchikh opasnost' dlya okruzhayushchikh"* [Decree of the Government of the Russian Federation of December 1, 2004 N 715 "On approval of the list of socially significant diseases and the list of diseases that pose a danger to others"]. GARANT. <http://base.garant.ru/12137881/#ixzz6rRjFGbC5>
 7. *SanPiN 3.2.3215-14 «Profilaktika parazitarnykh bolezney na territorii Rossiyskoy Federatsii» / utverzhdeny postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 22.08.2014 N 50 (red. ot 29.12.2015)* [SanPiN 3.2.3215-14 'Prevention of parasitic diseases on the territory of the Russian Federation' / approved by the decree of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of 08.22.2014 N 50]. <https://docs.cntd.ru/document/420233490>
 8. Sergiev V.P., Uspenskiy A.V., Romanenko N.A. et al. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni*, 2005, no. 4, no. 6-8.
 9. Shcherbak S.G. (ed.) *Klinicheskaya interpretatsiya laboratornykh issledovaniy dlya praktikuyushchego vracha* [Clinical interpretation of laboratory research for the practicing physician]. SPb.: Korona-Vek, Binom, 2015. 464 p.
 10. Yurin O.G., Morozova S.V. *VICH-infektsiya i porazheniya zheludочно-kishechnogo trakta* [HIV infection and lesions of the gastrointestinal tract]. <https://www.medcentre.com.ua/articles/Vich-infektsiya-i-porazheniya-17329>
 11. Yakovlev A.A., Rakhmanova A.G., Kozlov A.A., Vlasova Yu.A., Svetlana O.M. *Infektsionnye bolezni*, 2012, vol. 10, no. 2, pp. 50-52. <https://www.phdynasty.ru/katalog/zhurnaly/infektsionnye-bolezni/2012/tom-10-nomer-2/12454>
 12. Centers for Disease Control and Prevention. Parasites – Strongyloides. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, 2015. <https://www.cdc.gov/parasites/strongyloides/biology.html>
 13. Framework for control and prevention of soil-transmitted helminthiasis in the WHO European Region 2016-2020. <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/framework-for-control-and-prevention-of-soil-transmitted-helminthiasis-in-the-who-european-region-20162020-2016>
 14. Yoshikawa H., Nagano I., Wu Z., Yap E. H., Singh M., Takahashi Y. Genomic polymorphism among *Blastocystis hominis* strains and development of subtype-specific diagnostic primers. *Molecular and Cellular Probes*, 1998, vol. 12, no. 3, pp. 153-159. <https://doi.org/10.1006/mcpr.1998.0161>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**Самчук Мария Геннадьевна**, врач-эпидемиолог

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
„Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии“*

ул. Петровка, 25, стр. 2, г. Москва, 107031, Российская Федерация

Панасенкова Ольга Геннадьевна, врач-лаборант

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
„Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии“*

ул. Петровка, 25, стр. 2, г. Москва, 107031, Российская Федерация

Яковлева Александра Витальевна, научный сотрудник лаборатории
клинического питания и метаболизма

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
„Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии“*

*ул. Петровка, 25, стр. 2, г. Москва, 107031, Российская Федерация
avyakovleva@fnkcrr.ru*

Яковлев Алексей Александрович, заместитель руководителя НИИ
Реабилитологии

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
„Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии“*

ул. Петровка, 25, стр. 2, г. Москва, 107031, Российская Федерация

Щелкунова Инесса Геннадиевна, заместитель директора по организации
медицинской деятельности

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
„Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии“*

ул. Петровка, 25, стр. 2, г. Москва, 107031, Российская Федерация

DATA ABOUT THE AUTHORS**Samchuk Maria G.**, Doctor of Public Health

*Federal Scientific and Clinical Center of Reanimatology and Rehabilitation
25, build. 2, Petrovka Str., Moscow, 107031, Russian Federation*

SPIN-code: 1211-5446

ORCID: 0000-0003-0540-6360

Panasenkova Olga G., Laboratory Assistant

*Federal Scientific and Clinical Center of Reanimatology and Rehabilitation
25, build. 2, Petrovka Str., Moscow, 107031, Russian Federation*

SPIN-code: 5228-1580

ORCID: 0000-0002-4111-6339

Yakovleva Alexandra V., Researcher, Laboratory of Clinical Nutrition and Metabolism

*Federal Scientific and Clinical Center of Reanimatology and Rehabilitation
25, build. 2, Petrovka Str., Moscow, 107031, Russian Federation*

avyakovleva@fnkerr.ru

SPIN-code: 3133-3281

ORCID: 0000-0001-9903-7257

Yakovlev Alexey A., Deputy Head of the Research Institute of Rehabilitation

*Federal Scientific and Clinical Center of Reanimatology and Rehabilitation
25, build. 2, Petrovka Str., Moscow, 107031, Russian Federation*

SPIN-code: 2783-9692

ORCID: 0000-0002-8482-1249

Shchelkunova Inessa G., Deputy Director for Organization of Medical Activities

*Federal Scientific and Clinical Center of Reanimatology and Rehabilitation
25, build. 2, Petrovka Str., Moscow, 107031, Russian Federation*

SPIN-code: 8319-4170

ORCID: 0000-0002-3778-5417

БИОМЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

BIOMEDICAL CHEMISTRY

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-94-110

УДК 577.2'1:602.4

АНТИМИКРОБНЫЙ ЭФФЕКТ МОНО- И БИЯДЕРНЫХ ИОДИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПЛАТИНЫ И ПАЛЛАДИЯ

О.В. Салищева, А.Ю. Просеков

Обоснование. *Высокая резистентность микроорганизмов-патогенов побуждает ученых всего мира вести исследования с целью получения новых антимикробных средств. Комплексы платиновых металлов остаются в поле зрения исследователей в плане потенциальных антибактериальных веществ.*

Цель. *Скрининг антимикробных свойств иодидных комплексов платины и палладия.*

Материалы и методы. *Оценивали антимикробную активность синтезированных моно- и биядерных комплексов Pt (II) и Pd (II), содержащих мостиковые и концевые иодидные лиганды. В качестве тест-организмов использовали стандартные штаммы микроорганизмов Pseudomonas putida, Bacillus subtilis, Aspergillus niger. Скрининг проведен с использованием диск-диффузионного метода и метода серийных разведений.*

Результаты. *Все исследуемые комплексные соединения обладают способностью ингибировать метаболический рост микроорганизмов в разной степени. Катионный комплекс платины $[(NH_3)_2Pt(\mu-I)_2Pt(NH_3)_2]Cl_2$ проявляет наибольший эффект ингибирования по сравнению с комплексом-неэлектролитом $[(NH_3)_2Pt(\mu-I)_2PtCl_2]$, для которого активность сопоставима с моноядерным комплексом цис- $Pt(NH_3)_2I_2$. Самый высокий антибактериальный эффект показал биядерный комплекс палладия $[enPd(\mu-I)_2Pden]Cl_2$, обладающий большей лабильностью по сравнению с комплексами платины. Минимальная ингибирующая концентрация комплексов составила >110 мкм.*

Заключение. Антимикробная активность комплексов по отношению к изученным тест-культурам зависит от состава и строения комплекса, природы центрального атома, числа координационных центров, их заряда, прочности связей лигандов с комплексообразователем.

Ключевые слова: антимикробная активность; моноядерные и биядерные комплексы платины (II) и палладия (II); иодидные комплексы; *Bacillus subtilis*; *Pseudomonas putida*; *Aspergillus niger*

Для цитирования. Салищева О.В., Просеков А.Ю. Антимикробный эффект моно- и биядерных иодидных комплексов платины и палладия // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 1. С. 94-110. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-94-110

ANTIBACTERIAL EFFECT OF IODIDE PLATINUM AND PALLADIUM COMPLEXES

O.V. Salishcheva, A.Yu. Prosekov

Background. Bacterial pathogens develop high resistance to antimicrobial agents. As a result, science is constantly searching for new antimicrobial agents. Complexes of platinum metals provide an antibacterial effect, which makes them a promising subject of further research.

Purpose. The research objective was to screen the antimicrobial properties of platinum and palladium iodide complexes.

Materials and methods. Previously synthesized complexes of platinum (II) and platinum (II), both mononuclear and binuclear, were tested for antimicrobial activity. The complexes contained terminal and bridged iodide ligands. The test cultures included *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* and *Aspergillus niger*. The experiment involved the disk-diffusion method and the macro method of serial dilutions.

Results. All the complexes inhibited the metabolic growth of microorganisms to various degrees. The Pt+2 binuclear complexes-nonelectrolytes $[(NH_3)_2Pt(\mu-I)_2PtCl_2]$ was less active than the Pt+2 cationic binuclear complex $[(NH_3)_2Pt(\mu-I)_2Pt(NH_3)_2]Cl_2$. The antimicrobial activity of Pt+2 binuclear complexes-nonelectrolytes was comparable to the Pt+2 mononuclear complex $\mu\text{-Pt}(NH_3)_2I_2$. The highest antibacterial activity belonged to the binuclear complex of palladium $[enPd(\mu-I)_2Pd]Cl_2$. This complex has more lability of ligand bonds with the complexing agent than platinum complexes. The minimum inhibitory concentration (MIC) was $> 110 \mu\text{mol}$.

Conclusion. *The results depended on the composition and structure of the complex, the nature of the complexing atom, the number and charge of the coordination centers, and the thermodynamic stability and lability of ligand bonds with the complexing agent.*

Keywords: *antimicrobial activity; mononuclear and binuclear platinum (II) and palladium (II) complexes; iodide ligands; Bacillus subtilis; Pseudomonas putida; Aspergillus niger*

For citation. *Salishcheva O.V., Prosekov A.Yu. Antibacterial effect of iodide platinum (II) and palladium (II) complexes. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 94-110. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-94-110*

Введение

Негативной для всего человечества является способность патогенных микроорганизмов и бактерий приспосабливаться к внешним условиям. Высокая резистентность патогенов [1] побуждает ученых всего мира вести исследования с целью получения новых антимикробных препаратов, без которых жизнь современного человека немыслима. Широкое применение антибактериальных веществ, противовоспалительных терапевтических агентов, антибиотиков, противовирусных препаратов, антисептиков говорит о необходимости контроля над эффективностью их действия по отношению к микроорганизмам. Производство и хранение продуктов питания, косметических средств, лекарственных препаратов ведется с обязательным использованием консервантов. Современные требования к микробиологической чистоте воды, воздуха, почвы, на производствах направлены на сохранение безопасности для здоровья человека [15].

Микроорганизмы способны вызвать различные тяжелые болезни, вплоть до летального исхода. Возбудители бактериальных заболеваний человека описаны в определителе бактерий Берджи [2].

Семейство *Enterobacteriaceae* [2] включает более 115 видов, принадлежащих к 30 родам. Это прямые палочки 0,3–1,8 мкм. Присутствуют повсеместно: в почве, воде, на растениях, у животных. Некоторые из них патогенны и вызывают заболевания желудочно-кишечных, дыхательных и мочевыводящих путей, менингиты и раневые инфекции. Около 50% внутрибольничных инфекций вызываются видами этого семейства. Наиболее часто встречаются *Escherichia coli*, *Serratia marcescens* и виды родов *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Providencia*.

Pod Escherichia [2] включает представителей нормальной микрофлоры теплокровных. *E. Coli* – обитатель толстого кишечника человека, подразделяется на несколько групп, различающихся по своим биологическим свойствам. Патогенные штаммы продуцируют энтеротоксины, факторы инвазии и колонизации, обеспечивающие их проникновение и размножение в органах. Вызывают острые кишечные заболевания и другие эшерихиозы (перитонит, менингит, энтерит, цистит, пиелит, пиелонефрит, отиты, токсикоинфекции и др.). Непатогенные штаммы применяются для приготовления колибактерина для лечения и профилактики дисбактериоза, как продуценты некоторых ферментов, широко используются в генетической инженерии. *Escherichia coli* – санитарно-показательный микроорганизм для оценки состояния воды и почвы.

Возможное микробное заражение порчей и патогенными микроорганизмами является серьезной проблемой, поскольку оно сокращает срок хранения пищевых продуктов и увеличивает риск болезней пищевого происхождения. Антимикробная упаковка играет важную роль в подавлении целевого роста бактерий на пищевых продуктах, одновременно повышая безопасность пищевых продуктов и продлевая срок хранения без ущерба для качества [7].

Различные соединения металлов, способные контролировать размножение микробов, могут быть добавлены в упаковочные материалы для создания активной упаковки. Среди различных активных агентов особое внимание было сосредоточено на металлических наночастицах. Эти вещества, внедренные или нанесенные на поверхность пленки, могут улучшить микробиологическое качество и срок хранения различных пищевых продуктов благодаря их хорошо известной эффективности против патогенных штаммов. Кроме того, они могут дать возможность создавать материалы с новыми свойствами, такими как способность к окислению этилена или поглощению кислорода [6]. Среди металлических соединений наночастицы меди, золота, серебра, магния, цинка и титана оказались очень эффективными для изготовления защитных покрытий, устойчивых к биоповреждению [12].

Наночастицы платины (PtNP) находят применение в различных областях, они имеют широкий спектр форм и обладают антибактериальной активностью против *Escherichia coli* (*E. coli*), *Salmonella typhi*, *Artemia salina*, штаммов *Staphylococcus aureus* и *Bacilli* [18].

Одним из наиболее распространенных механизмов антибактериального действия наночастиц является адсорбционный [16]. Адсорбция

наночастиц на поверхности мембраны клетки приводит к нарушению проницаемости и дыхательной функции. С другой стороны, при проникновении внутрь клетки, наночастицы взаимодействуют с фосфор- и серосодержащими веществами, нарушая процессы окисления и фосфорилирования. Это приводит к образованию активных форм кислорода или свободных радикалов.

С использованием этанольного экстракта растения *Vernonia mespilifolia* синтезированы биметаллические серебряно-платиновые наночастицы AgPtNP [24]. Для AgPtNP был рассчитан индекс полидисперсности (PDI) 0,2. Низкая степень дисперсности указывает на монодисперсность AgPtNP в отношении распределения частиц по размерам, что благоприятно для биологической активности. PDI и распределение по размерам являются очень важными свойствами, поскольку они влияют на стабильность, клеточное поглощение, накопление и на биологические характеристики, вызванные наночастицами [10].

Антимикробная активность синтезированных AgPtNP была протестирована с использованием метода серийных разведений в отношении *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Candida albicans* в диапазоне концентраций 7,8–1000 мкг/мл [24]. Минимальная ингибирующая концентрация (МИК) AgPtNP имела самую сильную ингибирующую активность против грамположительного штамма (*S. aureus*) с МИК 32,5 мкг/мл, против *E. Coli* и *C. Albicans* 250 и 125 мкг/мл, соответственно. Было обнаружено, что биметаллическая система AgPtNP проявляет высокую антиоксидантную активность по сравнению с AgNP и аскорбиновой кислотой, которая была определена методами улавливания радикалов.

Комплексы переходных металлов были и остаются в поле зрения исследователей в плане потенциальных антибактериальных соединений [25]. Рассматриваются два подхода: химическая модификация используемых в настоящее время веществ; поиск и синтез новых и новых соединений, которые являются более эффективными.

Получены гибридные комплексы аминоксинолин-бензимидазол иридия (III) и родия (III) и оценена их ингибирующая активность против *Plasmodium falciparum* и *Mycobacterium tuberculosis* [8]. Наиболее активными оказались нейтральные комплексы по сравнению с катионными.

Авторами работы [19] показано применение тетракатионных порфириновых комплексов Pt (II) против микобактерий, причем тетра-катионный *meta*-изомер порфирина очень эффективен при фотоинактивации микобактерий *M. abscessus*, *M. fortuitum*, *M. Massiliense* и *M. smegmatis*.

Эффективность этой молекулы в качестве фотосенсибилизаторов для исследований фотодинамической инактивации быстрорастущих штаммов микобактерий авторы связывают с наличием сильной связи последних с комплексом платины (II).

Металлокомплексы, в том числе и платиновые, содержащие гетероциклические соединения, за счет атомов азота способны к образованию водородных связей с ДНК. Антимикробная активность комплексов платины достигается за счет ингибирования синтеза ДНК, РНК и белков клеток, формирования сшивок между цепями ДНК и фиксацией одной ее цепи за счет преимущественного связывания с пуриновыми азотистыми основаниями [4, 5, 13].

Исследована антимикробная активность биядерного комплекса Pd (II), содержащего пиразолатные (dppz) мостики $[Pd_2(\mu\text{-dppz})_2L_2] \cdot CH_3OH \cdot 2H_2O$ (L-монопротонированный иминодиацетат), и моноядерного комплекса Pt (II), содержащего Hdppz [9]. Оба комплекса проявили антимикробную активность против *Bacillus subtilis*.

Описаны биядерные комплексы Pt (II) с фторированными гетероциклическими лигандами: 5-перфторалкил-1,2,4-оксадиазолилпиридином и 3-перфторалкил-1-метил-1,2,4-триазолилпиридином [21]. В синтезированных комплексах роль мостиков между двумя атомами платины осуществляется за счет атомов хлора. Комплексы показали антимикробную активность в отношении *Escherichia coli*, *Kocuria rhizophila* и двух штаммов *Staphylococcus aureus*.

Исследована антибактериальная активность октаэдрических и плоско-квадратных комплексов платины и палладия в отношении шести микроорганизмов. В биядерном комплексе каждый атом палладия координирован одним атомом азота имидазольного лиганда и тремя атомами хлора, одним в качестве концевых и двумя в качестве мостиковых лигандов. Минимальная ингибирующая концентрация составила в диапазоне от 10 до 18 мкг/см³ [22]. Наиболее активным оказался биядерный комплекс палладия (II).

Механизм биологического действия комплексов металлов в биологических системах не до конца изучен, но особенности действия связаны с их способностью модифицировать метаболизм в клетках за счет стерического и электронного воздействия. Основная особенность – электронно-донорная природа биомолекул и электронно-акцепторная способность ионов платины, за счет чего наблюдается сильное химическое взаимодействие. Не следует исключать нековалентное взаимодействие комплексов платины

с ДНК в режиме интеркаляции, а также электростатическое взаимодействие. Изменяя структуру комплекса – состав и заряд внутренней сферы, число координационных центров, природу и дентатность лигандов и прочие, достигается высокая антибактериальная активность, низкий токсический эффект комплексов [23].

Цель работы

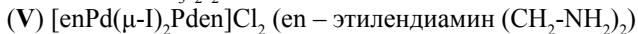
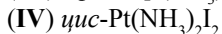
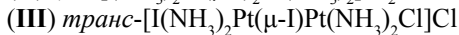
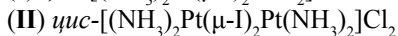
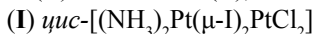
Исследование антимикробных свойств синтезированных биядерных и моноядерных комплексов платины (II) и палладия (II), содержащих моستيковые и концевые иодидные-лиганды, по отношению к тест-культурам *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida*, *Aspergillus niger*.

Материалы и методы исследования

В качестве тестовых организмов использовали стандартные штаммы микроорганизмов Всероссийской коллекции ФГУП ГосНИИ Генетика (Москва) – *Pseudomonas putida* В-3505, *Bacillus subtilis* В-4647, *Aspergillus niger*. Для каждого штамма готовили суспензию с конечной концентрацией 10^8 КОЕ/мл. Микроорганизмы были культивированы на питательных средах в соответствии с паспортом штамма, с последующей инокуляцией и инкубированием в средах для *Pseudomonas putida* В3505 и *Bacillus subtilis* В4647 – мясопептонный агар (МПА), *Aspergillus niger* – бульон Сабуро. Время инкубирования – 24-48 ч. при температуре 37°C.

Исследование антимикробной активности было выполнено в Научно-Исследовательском Центре Биотехнологии Кемеровского государственного университета, г. Кемерово.

Антимикробную активность оценивали для иодидных комплексов платины (II) и палладия (II), синтезированных ранее [3, 14].



Для тестирования антимикробной активности использовали диск-диффузионный метод, в основе которого лежит сравнение интенсивности роста тест-штаммов микроорганизмов в присутствии или в отсутствие комплекса.

На поверхность агаризованной среды вносили 0,5 мкл суспензии исследуемых микроорганизмов ($\sim 10^6$ КОЕ), тест-бумажные диски обрабатывали водным раствором комплексного соединения ($c=1 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³).

После инкубирования при температуре 37°C в течение 24 часов регистрировали диаметр зоны ингибирования роста бактерий. Для сравнения регистрировали измерение диаметра зоны ингибирования для антибактериального препарата хлорамфеникола.

Антибактериальную активность всех соединений дополнительно подтверждали определением значений минимальной ингибирующей концентрации (МИК) методом разведения, при которой наблюдалась эффективность действия при самых низких концентрациях.

Тестирование проводили в пробирках путем двукратного разведения жидкой питательной среды, содержащей исследуемый комплекс при начальной концентрации комплекса $1 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³ (1000 мкм). Стандартную суспензию тест-микроорганизмов вносили во все пробирки ($\sim 10^7$ КОЕ/мл). За ростом микроорганизмов после инкубирования при 37°C через 24 часа следили, измеряя светорассеяние с использованием спектрофотометра UV 1800 (Shimadzu) при $\lambda=980$ нм.

Результаты исследования и их обсуждение

После окончания сроков инкубации отмечено появление типичного роста тест-микроорганизмов в контрольных чашках и пробирках без добавления комплексов и подавление роста микроорганизмов и наличие зон ингибирования в присутствии иодидных комплексов платины и палладия. Минимальная ингибирующая концентрация (МИК) иодидных комплексов платины и палладия по отношению к *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* и *Aspergillus niger* составила >110 мкм.

Результаты исследования антибактериальных свойств иодидных комплексов представлены на рисунке 1. Результаты представляют собой среднее стандартное значение трех независимых экспериментов, проведенных в двух повторностях.

Исследуемые комплексные соединения обладают способностью ингибировать метаболический рост микроорганизмов в разной степени. Антимикробная активность комплексов по отношению к изученным тест-культурам зависит от состава и строения комплекса, природы центрального атома, числа координационных центров, их заряда, растворимости, прочности связей лигандов с комплексообразователем.

Исследование процесса подавления роста бактерий и грибов через 24 часа показало, что зона ингибирования комплекса палладия $[\text{enPd}(\mu\text{-I})_2\text{Pden}] \text{Cl}_2$ (соединение V) сопоставима с зоной ингибирования комплекса платины транс-конфигурации *транс*- $[\text{I}(\text{NH}_3)_2\text{Pt}(\mu\text{-I})\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}]\text{Cl}$ (соединение III).

Антимикробный препарат обладает самой высокой активностью по отношению к *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* и *Aspergillus niger*.

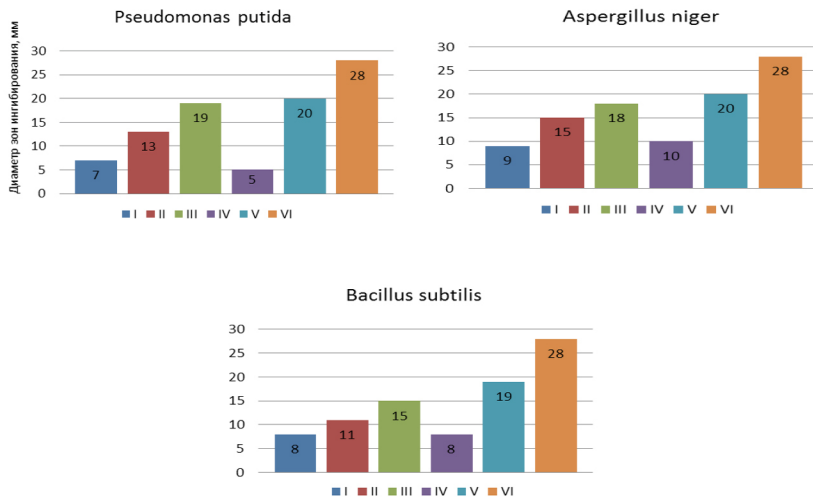


Рис. 1. Антимикробная активность иодидных моноядерных и биядерных комплексов платины по отношению к микроорганизмам *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* и *Aspergillus niger*.

(I) – $[(\text{NH}_3)_2\text{Pt}(\mu\text{-I})_2\text{PtCl}_2]$; (II) – $[(\text{NH}_3)_2\text{Pt}(\mu\text{-I})_2\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$; (III) – $[\text{I}(\text{NH}_3)_2\text{Pt}(\mu\text{-I})\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}]\text{Cl}$; (IV) – *цис*- $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{I}_2$; (V) – $[\text{enPd}(\mu\text{-I})_2\text{Pden}]\text{Cl}_2$; (VI) – хлорамфеникол.

Моноядерный комплекс платины (соединение IV) проявляет избирательную и самую низкую активность по сравнению с биядерными комплексами. Таким образом, наличие двух координационных центров способствует повышению антимикробной активности комплексов. Этот результат согласуется с полученными в [14] результатами. Повышение общего электрического заряда координационных центров приводит к дополнительному электростатическому взаимодействию, с образованием аддуктов с ДНК бактерий. Причем, повышенная активность хелатов металлов может быть объяснена на основе хелатной теории Твиди [22], полярности лиганда и центрального атома металла уменьшаются посредством уравнивания заряда по всему хелатному кольцу, что способствует проникновению комплекса через липидный слой бактериальных мембран.

Катионный комплекс платины $\text{cis}-[(\text{NH}_3)_2\text{Pt}^{\text{II}}(\mu\text{-I})_2\text{Pt}^{\text{II}}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}_2$ (соединение II) проявляет больший эффект ингибирования по сравнению с комплексом-неэлектролитом $\text{cis}-[(\text{NH}_3)_2\text{Pt}^{\text{II}}(\mu\text{-I})_2\text{Pt}^{\text{II}}\text{Cl}_2]$ (соединение I), для которого активность сопоставима с мооядерным комплексом платины. Аналогичный результат был получен при исследовании антибактериальной активности комплексов платины против грамотрицательных (*Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa*) и грамположительных бактерий (*Staphylococcus aureus* и *Bacillus thuriangiensis*) [17]. Катионный характер синтезированных комплексов показал значительную антибактериальную активность в отношении грамотрицательных бактерий.

Самым высоким антибактериальным эффектом обладает биядерный комплекс палладия $[\text{enPd}(\mu\text{-I})_2\text{Pden}]\text{Cl}_2$, обладающий большей лабильностью по сравнению с комплексами платины, и, следовательно, меньшей прочностью связи мостиковых иодидных лигандов с центральными атомами.

Заключение

Результаты исследований антимикробной активности моно- и биядерных иодидных комплексов платины и палладия показали возможность использования комплексов в качестве антимикробных агентов. Все исследуемые комплексы проявляют различный эффект ингибирующего действия по отношению к тест-микроорганизмам в зависимости от состава и строения комплекса, заряда координационной сферы, термодинамической устойчивости и лабильности комплекса.

Антимикробные средства на основе комплексов платины и палладия продолжают выполнять неотъемлемую роль в достижении нужной потенциальной антибактериальной активности и широко применяются для диагностики и терапии в биомедицинских исследованиях [11, 20].

Информация о конфликте интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве. Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ (НШ-2694.2020.4).

Список литературы

1. Гренкова Т. А., Селькова Е. П., Гусарова М. П., Ершова О. Н., Александрова И. А., Сазыкина С. Ю., Курдюмова Н. В. Контроль за устойчивостью микроорганизмов к антибиотикам, антисептикам и дезинфицирующим средствам // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2014. № 1(74). С. 29-33.

2. Определитель бактерий Берджи. В 2-х томах. Хоулт Дж. Издательство: Мир, 1997. 421 с.
3. Салищева О.В., Гельфман М.И., Васильева Г.В. Биядерные комплексы палладия (II) с иодидными мостиками // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2006. Т. 49. № 1. С. 12-14.
4. Ткачёва А.Р., Шарутин В.В., Шарутина О.К., Шлепотина Н.М., Колесников О.Л., Шишкова Ю.С., и др. Комплексы четырехвалентной платины: синтез, строение, антимикробная активность // Журнал общей химии. 2020. Т. 90, №4. С. 599-603. <https://doi.org/10.31857/S0044460X20040150>
5. Шлепотина Н.М., Колесников О.Л., Шишкова Ю.С., Галагудин И.В., Калинта Е.В., Ткачева А.Р., Ким Д.Г. Антимикробный эффект некоторых соединений платины и одного из производных пиридиния в отношении *Escherichia coli* // Российский иммунологический журнал. 2019. Т. 22, № 3. С. 1313-1318. https://www.rusimmun.ru/jour/article/view/525?locale=ru_RU
6. Antimicrobial Food Packaging. Chapter 31 - Use of Metal Nanoparticles for Active Packaging Applications / C. Costa, A. Conte, M. Alessandro, D. Nobile / Editor: J. Barros-Velázquez. Academic Press, 2016, pp. 399-406. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00031-0>
7. Antimicrobial Food Packaging. Chapter 8 - Effect of Packaging Systems on the Inactivation of Microbiological Agents. J.M. Miranda, A.C. Mondragón, A. Lamas, P. Roca-Saavedra, I.S. Ibarra, J.A. Rodriguez, A. Cepeda, C.M. Franco / Editor: J. Barros-Velázquez. Academic Press, 2016, pp. 107-116. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00008-5>
8. Baartzes N., Jordaan A., Warner D. F., Combrinck J., Taylor D., Chibale K., Smith G. S. Antimicrobial evaluation of neutral and cationic iridium (III) and rhodium (III) aminoquinoline-benzimidazole hybrid complexes // European Journal of Medicinal Chemistry, 2020, vol. 206, 112694, <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2020.112694>
9. Chakraborty J., Saha M. K., Banerjee P. Synthesis, crystal structures and properties of two Pd (II) and Pt (II) complexes involving 3,5-diphenylpyrazole and NO₂ donor ligands // Inorganic Chemistry Communications, 2007, vol. 10, no. 6, pp. 671-676. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2007.02.028>
10. Danaei M., Dehghankhold M., Ataei S., Hasanzadeh Davarani F., Javanmard R., Dokhani A., Khorasani S., Mozafari M. R. Impact of particle size and polydispersity index on the clinical applications of lipidic nanocarrier systems // Pharmaceutics, 2018, vol. 10, no. 2, 57. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics10020057>
11. Din M.I., Ali F., Intisar A. Metal based drugs and chelating agents as therapeutic agents and their antimicrobial activity // Revue Roumaine de Chimie, 2019, vol. 64, no. 1, pp. 5-17. <https://doi.org/10.33224/rrch.2019.64.1.01>

12. Dyshlyuk L., Babich O., Ivanova S., Vasilchenko N., Atuchin V., Korolkov I., Russakov D., Prosekov A. Antimicrobial potential of ZnO, TiO₂ and SiO₂ nanoparticles in protecting building materials from biodegradation // *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2020, vol. 146, 104821. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2019.104821>
13. Elgemeie G. H., Azzam R. A., Osman R. R. Recent advances in synthesis, metal complexes and biological evaluation of 2-aryl, 2-pyridyl and 2-pyrimidylbenzothiazoles as potential chemotherapeutics // *Inorganica Chimica Acta*, 2020, vol. 502, 119302. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2019.119302>
14. Gel'fman M.I., Salishcheva O.V. Binuclear platinum iodo complexes // *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 2002, vol. 47, no. 11, pp. 1698-1700.
15. Haffaressas Y., Ayad N., Boussayoud R., Mouffok F. Opportunistic bacteria: *Pseudomonas putida* // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2018, vol. 10, no. 5, pp. 132-143. <https://doi.org/10.12731/wsd-2018-5-132-143>
16. Jamróz E., Kulawik P., Kopel P. The Effect of Nanofillers on the Functional Properties of Biopolymer-Based Films: A Review // *Polymers*, 2019, vol. 4, 675. <https://doi.org/10.3390/polym11040675>
17. Mawnai I.L., Adhikari S., Dkhar L., Lakshmi Tyagi J., Poluri K.M., Kollipara M.R. Synthesis and antimicrobial studies of half-sandwich arene platinum group complexes containing pyridylpyrazolyl ligands // *Journal of Coordination Chemistry*, 2019, vol. 72, no. 2, pp. 294-308, <https://doi.org/10.1080/00958972.2018.1556791>
18. Nanotoxicity. Prevention and Antibacterial Applications of Nanomaterials. *Micro and Nano Technologies*. Chapter 12 - Antibacterial activity of platinum nanoparticles. S. Rajendran, S. S. Prabha, R. J. Rathish, G. Singh, A. Al-Hashem. Elsevier, 2020. pp. 275-281. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819943-5.00012-9>
19. Rossi G. G., Guterres K. B., Silveira C. H., Moreira K. S., Burgo Th. A. L., Iglesias B. A., Anraku-de-Campos M. M. Peripheral tetra-cationic Pt(II) porphyrins photo-inactivating rapidly growing mycobacteria: First application in mycobacteriology // *Microbial Pathogenesis*, 2020, vol. 148, 104455, <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104455>
20. Rubino S., Busà R., Attanzio A., Alduina R., Stefano V.D., Assunta M., et. al. Synthesis, properties, antitumor and antibacterial activity of new Pt (II) and Pd (II) complexes with 2,2'-dithiobis(benzothiazole) ligand // *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 2017, vol. 25, no. 8, pp. 2378-2386. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2017.02.067>
21. Rubino S., Pibiri I., Minacori C., Alduina R., Di Stefano V., Orecchio S., et. al. Synthesis, structural characterization, anti-proliferative and antimicrobial activity of binuclear and mononuclear Pt (II) complexes with perfluoroalkyl-hetero-

- cyclic ligands // *Inorganica Chimica Acta*, 2018, vol. 483, no. 1, pp.180-190. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2018.07.039>
22. Sabounchei S.J., Shahriary P., Salehzadeh S., Gholiee Y., Chehregani A. Spectroscopic, theoretical, and antibacterial approach in the characterization of 5-methyl-5-(3-pyridyl)-2,4-imidazolinedione ligand and of its platinum and palladium complexes // *Comptes Rendus Chimie*, 2015, vol. 18, no. 5, pp. 564-572. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2014.04.013>
 23. Salishcheva O.V., Prosekov A.Yu., Dolganyuk V.F. Antimicrobial activity of mononuclear and binuclear nitrite complexes of platinum (II) and platinum (IV) // *Food Processing: Techniques and Technology*, 2020, vol. 50, no. 2, pp. 329–342. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-329-342>
 24. Unuofin J. O., Oladipo A. O., Msagati T. A.M., Lebelo S. L., Meddows-Taylor S., More G. K. Novel silver-platinum bimetallic nanoalloy synthesized from *Vernonia mespilifolia* extract: Antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic activities // *Arabian Journal of Chemistry*, 2020, vol. 13, no. 8, pp. 6639-6648. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.06.019>
 25. Yufanyi D. M., Abbo H. S., Titinchi S. J.J., Neville T. Platinum (II) and Ruthenium (II) complexes in medicine: Antimycobacterial and Anti-HIV activities // *Coordination Chemistry Reviews*, 2020, vol. 414, 213285. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2020.213285>

References

1. Grenkova T. A., Sel'kova E. P., Gusarova M. P., Ershova O. N., Aleksandrova I. A., Sazykina S. Yu., Kurdyumova N. V. Kontrol' za ustoychivost'yu mikroorganizmov k antibiotikam, antiseptikam i dezinfitsiruyushchim sredstvam [Control over the resistance of microorganisms to antibiotics, antiseptics and disinfectants]. *Epidemiologiya i vaksinoprofilaktika* [Epidemiology and Vaccine prevention], 2014, no. 1(74). pp. 29-33.
2. *Opredelitel' bakteriy Bedzhi* [The determinant of bacteria of Berge]. Dzh. Khouli (editor). Moscow: MIR Publ., 1997. 421 p.
3. Salishcheva O.V., Gel'fman M.I., Vasil'eva G.V. Biyadernye komplekсы palladiya (II) s iodidnymi mostikami [Binuclear palladium (II) complexes with iodide bridges]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [Russian Journal of chemistry and chemical technology], 2006, vol. 49, no. 1, pp. 12-14.
4. Tkacheva A.R., Sharutin V.V., Sharutina O.K., Shlepotina N.M., Kolesnikov O.L., Shishkova Yu.S. et al. Tetravalent Platinum Complexes: Synthesis, Structure, and Antimicrobial Activity. *Journal General Chemistry*, 2020, vol. 90, no.4, pp. 599-603. <https://doi.org/10.31857/S0044460X20040150>

5. Shlepotina N.M., Kolesnikov O.L., Shishkova Yu.S., Galagudin I.V., Kalita E.V., Tkacheva A.R., Kim D.G. Antimikrobnnyy effekt nekotorykh soedineniy platiny i odnogo iz proizvodnykh piridiniya v otnoshenii Escherichia coli [Antimicrobial effect of some platinum compounds and one of the pyridinium derivatives on Escherichia coli]. *Rossiyskiy immunologicheskiy zhurnal* [Russian journal of immunology], 2019, vol. 13(22), no. 3, pp. 1313-1318. https://www.rusimmun.ru/jour/article/view/525?locale=ru_RU
6. C. Costa, A. Conte, M. Alessandro, D. Nobile, J. Barros-Velázquez (editor). *Antimicrobial Food Packaging. Chapter 31 - Use of Metal Nanoparticles for Active Packaging Applications*. Academic Press Publ., 2016, pp. 399-406. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00031-0>
7. J.M. Miranda, A.C. Mondragón, A. Lamas, P. Roca-Saavedra, I.S. Ibarra, J.A. Rodriguez, A. Cepeda, C.M. Franco, J. Barros-Velázquez (editor). *Antimicrobial Food Packaging. Chapter 8 - Effect of Packaging Systems on the Inactivation of Microbiological Agents*. Academic Press Publ., 2016, pp. 107-116. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00008-5>
8. Baartzes N., Jordaan A., Warner D. F., Combrinck J., Taylor D., Chibale K., Smith G. S. Antimicrobial evaluation of neutral and cationic iridium (III) and rhodium (III) aminoquinoline-benzimidazole hybrid complexes. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 2020, vol. 206, 112694. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2020.112694>
9. Chakraborty J., Saha M. K., Banerjee P. Synthesis, crystal structures and properties of two Pd (II) and Pt (II) complexes involving 3,5-diphenylpyrazole and NO₂ donor ligands. *Inorganic Chemistry Communications*, 2007, vol. 10, no. 6, pp. 671-676. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2007.02.028>
10. Danaei M., Dehghankhold M., Ataei S., Hasanzadeh Davarani F., Javanmard R., Dokhani A., Khorasani S., Mozafari M. R. Impact of particle size and polydispersity index on the clinical applications of lipidic nanocarrier systems. *Pharmaceutics*, 2018, vol. 10, no. 2, 57. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics10020057>
11. Din M.I., Ali F., Intisar A. Metal based drugs and chelating agents as therapeutic agents and their antimicrobial activity. *Revue Roumaine de Chimie*, 2019, vol. 64, no. 1, pp. 5-17. <https://doi.org/10.33224/rch.2019.64.1.01>
12. Dyshlyuk L., Babich O., Ivanova S., Vasilchenko N., Atuchin V., Korolkov I., Russakov D., Prosekov A. Antimicrobial potential of ZnO, TiO₂ and SiO₂ nanoparticles in protecting building materials from biodegradation. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2020, vol. 146, 104821. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2019.104821>

13. Elgemeie G. H., Azzam R. A., Osman R. R. Recent advances in synthesis, metal complexes and biological evaluation of 2-aryl, 2-pyridyl and 2-pyrimidylbenzothiazoles as potential chemotherapeutics. *Inorganica Chimica Acta*, 2020, vol. 502, 119302. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2019.119302>
14. Gel'fman M.I., Salishcheva O.V. Binuclear platinum iodo complexes. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 2002, vol. 47, no. 11, pp. 1698-1700.
15. Haffaressas Y., Ayad N., Boussayoud R., Mouffok F. Opportunistic bacteria: *Pseudomonas putida*. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2018, vol. 10, no. 5, pp. 132-143. <https://doi.org/10.12731/wsd-2018-5-132-143>
16. Jamróz E., Kulawik P., Kopel P. The Effect of Nanofillers on the Functional Properties of Biopolymer-Based Films: A Review. *Polymers*, 2019, vol. 4, 675. <https://doi.org/10.3390/polym11040675>
17. Mawnai I.L., Adhikari S., Dkhar L., Lakshmi Tyagi J., Poluri K.M., Kollipara M.R. Synthesis and antimicrobial studies of half-sandwich arene platinum group complexes containing pyridylpyrazolyl ligands. *Journal of Coordination Chemistry*, 2019, vol. 72, no. 2, pp. 294-308. <https://doi.org/10.1080/00958972.2018.1556791>
18. S. Rajendran, S. S. Prabha, R. J. Rathish, G. Singh, A. Al-Hashem. *Nanotoxicity. Prevention and Antibacterial Applications of Nanomaterials. Micro and Nano Technologies. Chapter 12 - Antibacterial activity of platinum nanoparticles*. Elsevier Publ., 2020, pp. 275-281. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819943-5.00012-9>
19. Rossi G. G., Guterres K. B., Silveira C. H., Moreira K. S., Burgo Th. A. L., Iglesias B. A., Anraku-de-Campos M. M. Peripheral tetra-cationic Pt(II) porphyrins photo-inactivating rapidly growing mycobacteria: First application in mycobacteriology. *Microbial Pathogenesis*, 2020, vol. 148, 104455. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104455>
20. Rubino S., Busà R., Attanzio A., Alduina R., Stefano V.D., Assunta M., et al. Synthesis, properties, antitumor and antibacterial activity of new Pt (II) and Pd (II) complexes with 2,2'-dithiobis(benzothiazole) ligand. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 2017, vol. 25, no. 8, pp. 2378-2386. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2017.02.067>
21. Rubino S., Pibiri I., Minacori C., Alduina R., Di Stefano V., Orecchio S., et al. Synthesis, structural characterization, anti-proliferative and antimicrobial activity of binuclear and mononuclear Pt (II) complexes with perfluoroalkyl-heterocyclic ligands. *Inorganica Chimica Acta*, 2018, vol. 483, no. 1, pp.180-190. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2018.07.039>
22. Sabounchei S.J., Shahriary P., Salehzadeh S., Gholiee Y., Chehregani A. Spectroscopic, theoretical, and antibacterial approach in the characterization of

- 5-methyl-5-(3-pyridyl)-2,4-imidazolinedione ligand and of its platinum and palladium complexes. *Comptes Rendus Chimie*, 2015, vol. 18, no. 5, pp. 564-572. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2014.04.013>
23. Salishcheva O.V., Prosekov A.Yu., Dolganyuk V.F. Antimicrobial activity of mononuclear and binuclear nitrite complexes of platinum (II) and platinum (IV). *Food Processing: Techniques and Technology*, 2020, vol. 50, no. 2, pp. 329-342. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-329-342>
24. Unuofin J. O., Oladipo A. O., Msagati T. A.M., Lebelo S. L., Meddows-Taylor S., More G. K. Novel silver-platinum bimetallic nanoalloy synthesized from *Vernonia mespilifolia* extract: Antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic activities. *Arabian Journal of Chemistry*, 2020, vol. 13, no. 8, pp. 6639-6648. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.06.019>
25. Yufanyi D. M., Abbo H. S., Titinchi S. J.J., Neville T. Platinum (II) and Ruthenium (II) complexes in medicine: Antimycobacterial and Anti-HIV activities. *Coordination Chemistry Reviews*, 2020, vol. 414, 213285. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2020.213285>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Салищева Олеся Владимировна, канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры общей и неорганической химии
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет»
ул. Красная, 6, г. Кемерово, 650000, Российская Федерация
salishchevaov@mail.ru

Просеков Александр Юрьевич, д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент РАН, ректор КемГУ, заведующий кафедрой бионанотехнологии
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет»
ул. Красная, 6, г. Кемерово, 650000, Российская Федерация
rector@kemsu.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Salishcheva Olesya V., Cand. of Chem. Sc., Associate Professor, Associate Professor at the Department of General and Inorganic Chemistry

Kemerovo State University
6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russian Federation
salishchevaov@mail.ru
SPIN-code: 9910-7937
ORCID: 0000-0003-1885-2060
ResearcherID: AAC-4046-2021
Scopus Author ID: 6603451698

Prosekov Alexander Yu., Dr. of Eng. Sc., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Rector, Head of Bionanotechnology Department

Kemerovo State University
6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russian Federation
rector@kemsu.ru
SPIN-code: 5203-5725
ORCID: 0000-0002-5630-3196
ResearcherID: C-7606-2014
Scopus Author ID: 57194498125

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ГИГИЕНА ТРУДА

ENVIRONMENTAL AND OCCUPATIONAL HEALTH

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-111-133

УДК 37.035, 308

БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ПОВЕСТКИ

Е.Н. Бояров, С.В. Абрамова, Д.А. Гершишкова

Обоснование. Представляя собой сложнейшую многофакторную систему, климат определяет существование биогеоценозов и экосистем на планете. Влияние климата на все живые организмы прямо, или косвенно через проявление различных природных процессов, заставляет учитывать климат и климатические явления при планировании и организации любых видов деятельности. Многочисленные исследования в области климатологии в интеграции с различными естественнонаучными, гуманитарными, социально-экономическими, геополитическими, информационными изысканиями выявляют множество проблемных вопросов, связанных с влиянием климатологических процессов и явлений на все сферы человеческой деятельности. Однако, следует отметить, что, несмотря на многочисленность таких исследований, вопросы влияния климата на безопасность человека находят отражение лишь в незначительном числе научных публикаций, и, в основном, косвенно. Вместе с тем, общее понимание важности изучения климатических изменений и их влияния на мировые экосистемы требует частного изучения, какое воздействие данная глобальная экологическая проблема оказывает на безопасность человека.

Цель. Выяснить, каким образом население отождествляет свою безопасность с глобальными климатическими изменениями, а также определить

возможные направления дальнейшей работы по повышению уровня безопасности населения.

Материалы и методы. Теоретический анализ научных исследований проблемного поля влияния климатических изменений на безопасность человека; качественный и количественный анализ анкет 352 жителей Сахалинской области, собранных в ходе опроса, проведенного, в основном, в дистанционном формате, на онлайн площадках, а также путем рассылок на электронную почту и в социальных сетях.

Результаты. Проведенное исследование выявило степень отношения населения Сахалинской области в проблематике изменения климата, причинами которого явились недостаток осведомленности в вопросах экологической безопасности, влиянии климата на здоровье и жизнедеятельность, недостаточный уровень развития культуры безопасности.

Заключение. Таким образом, актуальными направлениями повышения уровня безопасности человека в свете современной климатической повестки в настоящее время могут стать проведение массовой научной, просветительской, образовательной работы с населением в этом направлении.

Ключевые слова: изменение климата; безопасность населения; культура безопасности; экологические проблемы; угрозы безопасности

Для цитирования. Бояров Е.Н., Абрамова С.В., Гершинкова Д.А. Безопасность человека в свете современной климатической повестки // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 1. С. 111-133. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-111-133

HUMAN SECURITY IN THE LIGHT OF THE CURRENT CLIMATE AGENDA

E.N. Boyarov, S.V. Abramova, D.A. Gershinkova

Background. Representing a complex multi-factor system, the climate determines the existence of a biogeocenosis and ecosystems on the planet. The influence of climate on all living organisms, directly or indirectly through the manifestation of various natural processes, makes it necessary to consider climate and climatic phenomena when planning and organizing any types of activities. Numerous studies in the field of climatology in integration with various natural science, humanitarian, socio-economic, geopolitical, information research reveal many problematic issues related to the influence of climatological processes and phenomena on all spheres of

human activity. However, it should be noted that, despite the large number of such studies, the impact of climate on human security is reflected only in a small number of scientific publications, and mostly indirectly. However, it should be noted that, despite the large number of such studies, the impact of climate on human security is reflected only in a small number of scientific publications, and mostly indirectly. At the same time, a general understanding of the importance of studying climate change and its impact on the world's ecosystems requires a particular study of the impact of this global environmental problem on human security.

Purpose. Find out how the population identifies its security with global climate change, as well as to identify possible areas for further work to improve the level of security of the population.

Materials and methods. Theoretical analysis of scientific research on the problem field of the impact of climate change on human security; qualitative and quantitative analysis of questionnaires of 352 residents of the Sakhalin region collected during the survey, conducted mainly in a remote format, on online platforms, as well as by mailing to e-mail and in social networks.

Results. The study showed the degree of attitude of the population of the Sakhalin region in the problem of climate change. However, the lack of awareness of environmental safety issues, the impact of climate on health and life, the insufficient level of development of a safety culture, shows the need for mass educational work, as well as the relevance of international and some private climatic scientific research.

Keywords: climate change; public safety; safety culture; environmental problems; security threats

For citation. Boyarov E.N., Abramova S.V., Gershinkova D.A. Human security in the light of the current climate agenda. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 111-133. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-111-133

Введение

События последнего времени, связанные с глобализацией процессов мировой экономики, политики, общественных институтов, на фоне пандемии COVID-19 самым разрушительным образом отражаются на жизни людей, источниках средств к существованию и экономике. Однако наблюдавшаяся тенденция к замедлению экономического роста ряда ведущих стран мира, не привела к ощутимому замедлению темпов изменения климата. Следует констатировать, что последнее продолжает представлять собой все увеличивающуюся угрозу для жизни и здоровья людей, а также определять уровень их безопасности.

Общеизвестно, что климат представляет собой сложнейшую систему, состоящую из множества разнофакторных гидрометеорологических явлений (влияние солнечной радиацией и конвективного теплообмена на режим погоды, виды и типы подстилающей поверхности, а также элементы гидросферы и криосферы, участвующие в климатообразовании с почти постоянным поступлением энергии извне). Современное изменение климата характеризуется увеличением масштабов и частоты экстремальных погодных явлений (значительное перекрытие абсолютных максимумов по температуре – в отдельных регионах России на 20–25°C ниже, а в других – на 5–15°C выше климатической нормы [11], более раннее наступление пожароопасного сезона на территории Сибири и Дальнего Востока, что приводит к значительному увеличению числа лесных пожаров [8], участвовавшие за последние 20 лет более сильные и продолжительные половодья и наводнения [3], очень сильные ветра до 40 м/с и более и другие [17]). За последнее время установлено, что средняя скорость роста среднегодовой температуры воздуха на территории России в два с половиной раза больше скорости роста глобальной температуры, а число опасных явлений погоды, нанеших материальный и социальный ущерб населению и отраслям экономики, в России исчисляется сотнями в год [5].

Кроме того, антропогенное воздействие вносит изменения в количественный и качественный состав земных оболочек, чем провоцирует ускорение глобальных климатологических процессов, что, как следствие, находит проявление в экологических проблемах современности.

Весь спектр опасных природных процессов и явлений вызывает озабоченность человека о состоянии своей безопасности и здоровья, что служит основанием для обсуждения данных вопросов на разных уровнях и различных международных форматах.

Так, Рамочной конвенцией Организации Объединенных Наций об изменении климата, принятой 9 мая 1992 года определено, что изменение климата Земли и его неблагоприятные последствия являются предметом общей озабоченности человечества [15]. Затем, принятие Киотского протокола в 1997 году закрепило определенные количественные обязательства по ограничению и сокращению выбросов парниковых газов для большинства развитых стран [9]. Ввиду отсутствия консенсуса по выполнению данных соглашений, в Париже в декабре 2015 года представителями 195 стран было принято соглашение по климату, которое впервые в истории объединило усилия всех мировых держав по сдерживанию климатических изменений.

Одним из тезисов данного соглашения определена необходимость разработки и осуществления странами-участницами программ просвещения и информирования общественности по проблемам изменения климата и его последствий.

Угрозы глобальной безопасности, которые появляются в связи с климатическими изменениями, изучаются в научном сообществе и политических кругах сравнительно недавно. Одной из площадок для подобных дискуссий является ООН. Так, в 2009 году Генеральным секретарем ООН Пан Ги Муном был представлен доклад «Изменение климата и его возможные последствия для безопасности» [6]. В данном докладе были конкретизированы, каким образом изменение климата может повлиять на национальную и глобальную безопасность [2]. В данном докладе следует отметить важнейший постулат о том, что изменение климата способно усугублять имеющиеся причины внутренних и внешних конфликтов. Это, в свою очередь, становится одной из причин появления новых угроз глобальной и локальной безопасности международному экономическому развитию. Подобные угрозы способны привести к дефициту жизненно важных природных ресурсов – пресной воды, продовольствия, энергии.

Вопросы влияния изменения климата на глобальную безопасность также рассматриваются в Совете безопасности ООН. Так, в 2007 и 2011 годах инициативные группы (Великобритания, Германия, малые островные государства) указывали на необходимость предотвращения возможных внешних и внутренних конфликтов, вызванных негативными последствиями изменения климата, борьбой за жизненно важные ресурсы – продовольствие, пресную воду, энергоресурсы, а также связанные с вынужденной миграцией из-за изменения климата, выражающегося в участии таких экстремальных метеорологических явления, как таких как штормы, засухи, наводнения [2]. Малые островные государства наиболее опасным проявлением изменения климата считают повышение уровня океана: под воду могут уйти не только прибрежные территории, но и целые государства, расположенные на островах. Такие прогнозы являются мотивирующим фактором обращений в Совбез ООН о признании изменения климата угрозой национальной безопасности [20]. Следует отметить, что территория Сахалинской, как единственного субъекта Российской Федерации области, полностью расположенного на островах (в состав входит 25 малых и крупных островов), также подвержена подобным рискам.

Вместе с тем, Климатическая доктрина Российской Федерации в качестве стратегической цели политики государства в области климата

определяет обеспечение безопасного и устойчивого развития Российской Федерации, включая институциональный, экономический, экологический и социальный, в том числе демографический, аспекты развития в условиях изменяющегося климата и возникновения соответствующих угроз [10]. В этой связи, современные научные исследования в области климатологии выявляют ряд проблем, связанных с безопасностью человека. Так, например, в Специальном докладе «Океан и криосфера в условиях изменяющегося климата» особо подчеркивается неотложная необходимость уделять приоритетное внимание своевременным, амбициозным и скоординированным мерам реагирования на беспрецедентные и устойчивые изменения в океанах и криосфере. Доклад предупреждает, что, если не изменить поведение человека радикальным образом, сотни миллионов людей могут пострадать от повышения уровня моря, частых стихийных бедствий и нехватки продовольствия [27].

В Докладе о глобальных перспективах (2019 год), подготовленном в рамках Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) и структуры Организации Объединенных Наций по вопросам изменения климата (РКИКООН) поднимаются, в частности, проблемы, связанные с жизненно важным значением для защиты уязвимых к изменению климата секторов, таких как водоснабжение, сельское хозяйство и здравоохранение. При этом подчеркивается необходимость разработки конкретных мер по расширению прав и возможностей различных групп населения, уязвимых к изменению климата [26].

В шестом издании подготовленного Программой ООН по окружающей среде доклада «Глобальная экологическая перспектива» (2019 год) констатируются ставшие критическими для многих стран проблемы ухудшения здоровья населения, продовольственной безопасности, снижения ресурсов экосистем, ухудшения социального благополучия и другие [19].

Подходы к обеспечению безопасности жизнедеятельности в условиях изменения климата лежат в основе стратегий адаптации к изменениям климата, а разработка национальных планов по адаптации является обязательством стран по Парижскому соглашению. Соответственно, в России в 2019 году был принят национальный план мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года [16].

Научное сообщество активно исследует различные проблемные вопросы, связанные с изменением климата. Так, в исследованиях Ю.Л. Воробьева, В.А. Акимова, Ю.И. Соколова изучается безопасность человека в условиях изменения климата. При этом, поднимаются вопросы взаимосвя-

зи экстремальных погодных явления, вызванных, в том числе, изменением климата, и различными социальными, социально-биологическими, экологическими процессами [1]. В исследовании Б.Н. Порфирьева, В.М. Катцова, С.А. Рогинко рассматриваются основные тенденции и прогнозы глобальных изменений климата, влияние негативных последствий этих изменений на глобальную, региональную и национальную безопасность, а также обоснован комплекс предложений в области государственной политики и система мер по снижению климатических угроз национальной безопасности и устойчивому развитию России [13].

Не обходят стороной проблемные вопросы климатологии и безопасности человека исследователи во всем мире. Так, по материалам научных публикаций J. Scheffran, P.M. Link, J. Schilling становится очевидным, что на мировой повестке дня стоят вопросы, как воздействия изменения климата на доступность продовольствия и воды, наводнения и штормы, а также крупномасштабные события, такие как потеря муссонов, нарушение термохалинной циркуляции, таяние полярных льдов или повышение уровня мирового океана, которые могут затронуть значительную часть мирового населения [24]. Кроме того, М.Е. Pettenger указывает, что мировое научное сообщество принимает тезис о том, что изменение климата существует, вызвано деятельностью человека и представляет значительную угрозу для людей и всех живых существ на земле [21]. В регионе Тихого океана вопросы изменения климата, построения климатической безопасности освещены в трудах М. Williams и D. McDuie-Ra, которые полагают, что в настоящее время в центре внимания находятся две конкурирующие конструкции: изменение климата и конфликт, а также изменение климата и уязвимость [29].

Тезис о том, что глобальная изменчивость и изменение климата приводят к увеличению частоты и серьезности стихийных бедствий и угроз безопасности в Азиатско-Тихоокеанском регионе, поднимается в статье R. Prizzia и J. Levy, в которой они указывают, что, даже самые скромные оценки предсказывают, что повышение температуры и изменение уровня океана в Азиатско-Тихоокеанском регионе приведут к значительным социально-экономическим, экологическим проблемам и проблемам безопасности: более высокие температуры, повышение уровня моря и более энергичный гидрологический цикл, как ожидается, будут способствовать более интенсивным штормам, засухам, неурожаю и отсутствию продовольственной безопасности [23]. В своей статье М. Behnassi полагает, что в настоящее время появляется все больше свидетельств того, что послед-

ствия изменения климата могут спровоцировать или усилить многие риски и уязвимости с возможностью увеличения вероятности возникновения напряженности и конфликтов во многих нестабильных странах. При этом, он отмечает, то это также может подорвать способность некоторых правительств обеспечивать условия, необходимые для обеспечения безопасности человека [18].

То, что изменение климата имеет последствия для национальной безопасности, отмечено и в исследовании Y.A. Phillis, N. Chairetis, E. Grigoroudis, F.D. Kanellos и V.S. Kouikoglou, которые представили математическую модель, способную определять и оценивает климатическую безопасность как функцию 37 показателей воздействия, чувствительности и адаптационного потенциала, на основании чего произведено ранжирование 187 стран по уровню их климатической безопасности [22].

Таким образом, проведенный теоретический анализ позволяет с уверенностью говорить о растушей актуальности исследований в сфере влияния климата на безопасность человека, что, соответственно, определяет и цель нашего исследования – выявить отношение человека к своему уровню безопасности и оценить, насколько население Сахалинской области оценивает влияние происходящих климатических изменения на свою безопасность.

Материалы и методы исследования

Для реализации непосредственной цели исследования авторским коллективом проведено эмпирическое исследование с использованием метода анкетирования. Выборка опроса, проведенного в январе-феврале 2021 года на территории Сахалинской области, составила 352 человека и соответствует основным социально-демографическим характеристикам взрослого населения региона. Выборка репрезентативна для Сахалинской области. Анкетирование проводилось, в основном, в дистанционном формате, на онлайн площадках, а также путем рассылок на электронную почту и в социальных сетях.

Анкета состояла из 11 вопросов, охватывающих различный спектр направлений исследования. Все вопросы нами были разделены на 3 блока, которые позволили получить информацию о заинтересованности населения проблематикой изменения климата, об их отношении к данной теме, о степени их готовности к принятию тех или иных мер в связи с проблематикой климатических изменений, и, как следствие – степени отождествления проблем изменения климата с уровнем их личной безопасности.

Результаты исследования

1. Результаты теоретико-аналитического исследования

Результаты исследования, организованного ПРООН и Оксфордским университетом демонстрируют, в частности, отношение населения более 50 стран к проблемам климатических изменения. При этом, авторы исследования отмечают, что большинство респондентов (более 65% из 1,2 миллиона человек с погрешностью менее 2 процентных пункта) указывали на климатические изменения как на чрезвычайную ситуацию [28].

Кроме того, учитывая исследования Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) в 1990 году, имеющей, однако, некоторые неопределенности ввиду их построения на допущениях и упрощениях (связанных, в том числе, и с экономическими и социальными причинами миграции), следует отметить прогнозируемый к 2050 году масштаб возможной так называемой климатической международной миграции в 200 млн [4]. При этом, как отмечают эксперты, в обозримом будущем такие перемещения в большей степени будут происходить в пределах страны или региона пребывания.

Вместе с тем, общее понимание важности изучения климатических изменений и их влияния на мировые экосистемы требует частного изучения, какое воздействие данная глобальная экологическая проблема оказывает на безопасность человека. В этой связи представляется необходимым изучить, каким образом население отождествляет свою безопасность с глобальными климатическими изменениями.

Анализ публикаций, представляющих различные социологические опросы, проводимые компетентными организациями (например, Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ)), показывает, что подавляющее большинство граждан Российской Федерации полагают, что в последние годы на планете так или иначе происходят климатические изменения (93%). При этом, более половины респондентов (57%) указывают, что климатические изменения оказывают влияние на их жизнь [7]. Также отметим, что согласно этим исследованиям, 40% взрослых россиян полагают, что проблема глобального потепления «надумана и раздута». Обратного мнения придерживаются 52% наших соотечественников: они считают, что глобальное потепление – действительно значимая проблема. Однако, подавляющее большинство опрошенных (68%) считают, что введение различных компенсаторных механизмов, предполагающих уплату различных платежей (например, «углеродное регулирование»), чтобы российские предприятия платили «экологический» налог) в пользу гло-

бальных экологических фондов и международных организаций не соотносится с целями улучшения экологической ситуации с мире и состоянием климата.

Наглядно имеющийся тренд становится очевидным при ретроспективном анализе результатов опроса Фонда оценки общественного мнения [14]. Так, на вопрос «Как вы считаете, в последние годы происходит или не происходит глобальное потепление?», респонденты склонны отвечать утвердительно (рис. 1).

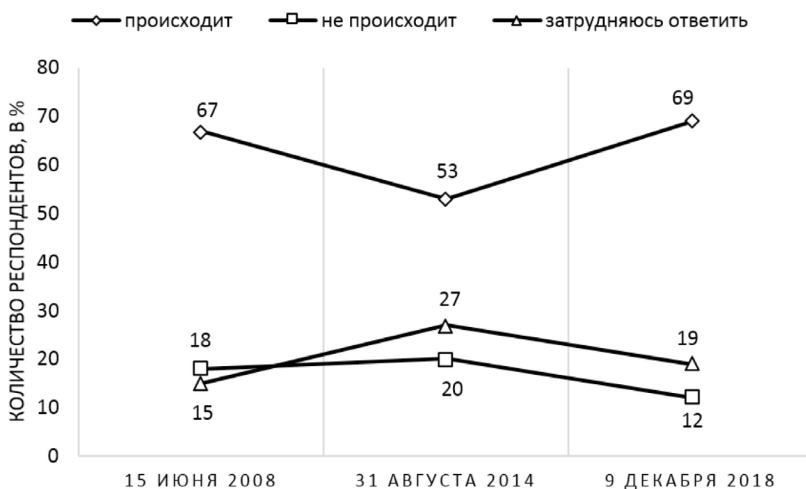


Рис. 1. Мнение населения о глобальном потеплении [28]

Таким образом, в качестве промежуточного вывода можно отметить, что граждан Российской Федерации все больше волнуют проблема изменения климата, а негативные последствия такого изменения население связывает с возрастающей ролью антропогенного фактора. Однако, следует отметить, что имеющиеся реальные и потенциальные локальные экологические проблемы, не связанные с климатическими изменениями, превалируют в степени важности для жителей российских регионов.

2. Результаты практического исследования

В связи с возрастающей актуальностью климатической повестки, представляется необходимым выяснить, каким образом население отождествляет свою безопасность с глобальными климатическими изменениями.

На основе социологической обработки результатов эмпирического исследования представим фактологический материал, свидетельствующий об отношении жителей Сахалинской области в проблеме обеспечения своей безопасности в условиях реальных и потенциальных климатических изменений.

Так, согласно данных ретроспективных социологических опросов при анализе распределения ответов респондентов на вопрос: «Какие, на Ваш взгляд, проблемы в России и субъекте РФ, где Вы живете, являются наиболее острыми и требуют первоочередного решения?», отмечается ответ «Плохая экологическая ситуация» [12].

При этом, мнение жителей Сахалинской области в такой оценке наиболее негативное среди остальных жителей Дальнего востока и в целом по стране (таблица 1).

Таблица 1.

**Результаты оценивания респондентами
первоочередных проблем в регионе проживания (в отношении элемента
ответа «Плохая экологическая ситуация», в %)**

Территориальная принадлежность	Дата проведения опроса				
	Май 2017	Октябрь 2017	Май 2018	Октябрь 2018	Июль 2019
РФ	12,1	13,6	15,9	14,3	17,8
ДФО	12,8	13	16,6	14,1	19,1
Сахалинская область	13,4	11,2	22,2	24,2	27,4

С целью узнать мнение населения о проблемах изменения климата, нами проведен независимый социологический опрос жителей Сахалинской области, который проводился, в основном, в дистанционном формате, на онлайн площадках, а также путем рассылок на электронную почту и в социальных сетях. Всего в опросе приняли участие 352 человека.

В качестве генеральной цели опроса ставилось определить, насколько жители Сахалинской области оценивают свою безопасность в целом, имеют ли они представление о происходящих климатических изменениях, а также связывают ли они уровень своей защищенности с такими проявлениями.

Нами были получены следующие результаты.

Среди ответов респондентов на вопрос об их отношении к изменению климата, преобладали утвердительные ответы о воздействии климата на

человека (50%). При этом четверть опрошенных (25%) отметила, что изменение климата действует на человека негативно (рис. 2).

Среди частных ответов можно привести такой обобщенный пример: «изменение климата носит естественный характер и поэтому оказывает естественное воздействие на все живые организмы».



Рис. 2. Количество ответивших на вопрос: «Как Вы относитесь к изменению климата?»



Рис. 3. Количество ответивших на вопрос: «Какое, на Ваш взгляд, влияние оказывает изменение климата на деятельность человека?»

При ответе на следующий вопрос, более 35% опрошенных считают, что изменение климата меняет образ жизни человека. Почти четверть (28,1%)

полагают, что это создает для них менее комфортные условия жизни и труда, а также влияет на изменение продуктивности труда (рис. 3). В качестве частного примера, представим такой ответ: «Это заставляет человека задуматься над происходящим». Данное распределение позволяет утверждать, что, в целом, население Сахалинской области испытывает некоторое беспокойство в вопросах изменения климата.

Что касается проблем влияния климата на здоровье, то большинство опрошенных жителей Сахалинской области (более 80%) такую проблему так или иначе рассматривают. При этом, более половины (56,3%) полагают, что изменение климата влияет на общее состояние и функционирование организма, а треть (32,8%) считают, что в целом влияет на их самочувствие (рис. 4).



Рис. 4. Количество ответивших на вопрос: «Какое, на Ваш взгляд, влияние оказывает изменение климата на здоровье?»

Результат анализа ответов на вопрос об экстремальных изменениях климата показал, что количество позитивно настроенных респондентов, считающих, что это не создаст им сложности (51,6%), примерно равно количеству тех, кто так не считает (48,4%), а примерно треть опрошенных (34,4%) готовы к смене места своего жительства. Также мы отметили озабоченность населения тем, что некоторые люди при изменении условий их жизни в контексте климатических проблем могут вести себя опасно или неадекватно (59,4%), и всего менее 10% респондентов не видят в этом проблемы.

Компонентный анализ вероятных негативных событий, с которыми связывает население изменение климата распределил такие события следующим образом: на первом месте – это экстремальные погодные явления (так ответила почти половина респондентов – 48,4%), далее – это новые риски для жизни или работы (43,8%), изменение среды обитания (42,2%), появление новых вирусов и заболеваний (39,1%). При этом, считающих эту проблему незначительной – всего менее 5% (рис. 5).

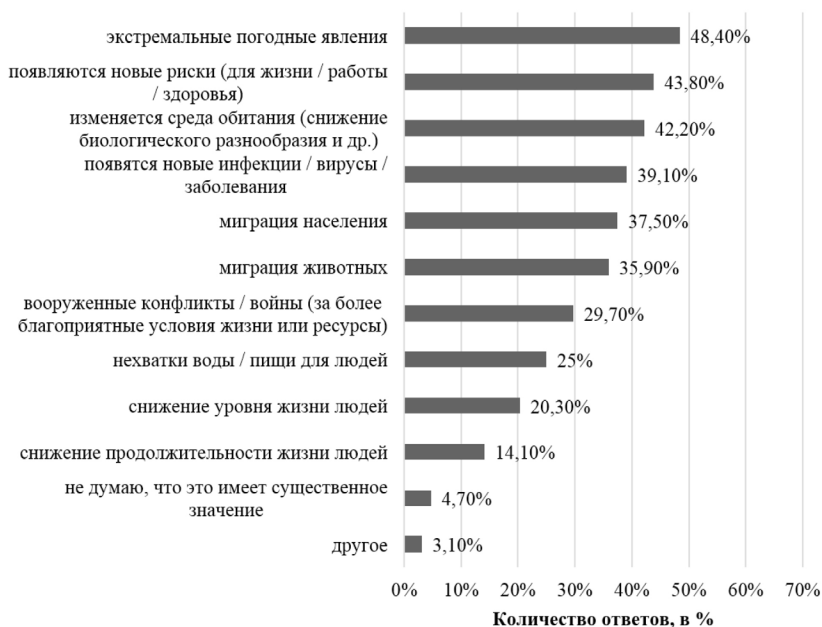


Рис. 5. Количество ответивших на вопрос: «Какие из событий могут произойти вследствие изменения климата?»

Среди частных ответов были следующие: «Всё зависит от самого человека»; «Такие опросы способствуют развитию панических настроений у населения».

Следует также отметить, что три четверти опрошенных так или иначе следят за информацией об изменении климата и именно они полагают, что изменение климата несет потенциальные угрозы и опасности для человека. Однако, респонденты напрямую не склонны связывать изменение климата с проблемами для своего здоровья и образа жизни (таблица 2).

Таблица 2.

**Поэлементный кросс-анализ на вопросы:
«Следите ли вы за информацией об изменении климата?» и «Как Вы
относитесь к изменению климата?» (в % к числу опрошенных)**

Варианты ответа	для меня это не является проблемой / не интересуюсь	это влияет на мое здоровье / образ жизни	считаю, что в последнее время изменение климата негативно влияет на человека	считаю, что это способно оказывать воздействие на человека
да, иногда вижу информацию в СМИ	6,5%	1,6%	19,4%	24,2%
да, читаю различные источники	0,0%	3,2%	4,8%	17,7%
нет, не попадаетея на глаза	4,8%	1,6%	1,6%	8,1%
нет, меня это не интересует	6,5%	0,0%	0,0%	0,0%

Обсуждение результатов

Как показывают результаты опроса, в целом, население испытывает озабоченность об уровне своей безопасности по различным причинам, связанным с проблематикой изменения климата (72,8% опрошенных). В основном, это определяется, в первую очередь, участвовавшими в СМИ публикацией материалов, связанных с различными природными катастрофами, влекущими к значительному количеству человеческих жертв. С другой стороны, респонденты в полной мере не могут определенно утверждать именно о влиянии изменения климата на появление и интенсивность таких событий.

Наибольшую обеспокоенность у жителей Сахалинской области вызывает влияние климата на состояние организма и самочувствие – эти проблемы волнуют 56,3 и 32,8% опрошенных соответственно. Преимущественно, мы связываем это с имеющимися в широком распространении мнениями о так называемой «метеозависимости» или «метеочувствительности», изучению которых посвящены различные отечественные и зарубежные исследования. Однако, в подавляющем большинстве случаев от конкретного сопоставления фактов ухудшения здоровья и событий, связанных с изменением климата, респонденты воздерживаются.

Доля респондентов, заявивших о готовности к смене места жительства при резком изменении климата, составила чуть более трети (34,4%).

Это связано, в первую очередь, с локальными неблагоприятными условиями организации жизни и труда отдельных категорий граждан (преимущественно, пенсионного и предпенсионного возраста), а также с имеющейся цикличности некоторых климатических явлений.

Тем не менее, следует отметить некоторую скептичность в оценке влияния антропогенного и техногенного фактора на изменение климата, равно и влияние изменения климата на здоровье и жизнедеятельность человека. Это, в большей степени, связано с недостаточной информированностью населения в вопросах современной климатической повестки.

Выводы

Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы. Результаты проведенного социологического исследования свидетельствуют о том, что население Сахалинской области в той или иной степени отождествляет изменение климата с уровнем личной безопасности. Однако, недостаток осведомленности в вопросах экологической безопасности, влиянии климата на здоровье и жизнедеятельность, недостаточный уровень развития культуры безопасности, показывает необходимость проведения массовой просветительской работы в этом направлении, а также актуальность международных и частных научных исследований в области климатологии.

Представляется, что проведение научных исследований, связанных с рассмотрением вопросов обеспечения локальной и глобальной безопасности в продовольственной, экологической, энергетической сферах с учетом современной климатической повестки и в соответствии с представлениями об устойчивом функционировании и развитии человечества могут способствовать появлению некоторых компромиссных решений в области развития гуманитарных аспектов (разработка новых основных и дополнительных образовательных программ, направленных на обучение населения вопросам, связанным с проблематикой изменения климата, развитие экологической культуры и культуры безопасности жизнедеятельности и др.), социальных аспектов (повышение социальной ответственности в вопросах экологии, экологической безопасности), экономических аспектов (снижение потребления углеводорода на всех жизненных циклах производственных предприятий, государственных и общественных организаций и домохозяйств).

Таким образом, актуальными направлениями повышения уровня безопасности человека в свете современной климатической повестки в настоящее время могут стать:

1. Массовое информирование как о проблемных вопросах, связанных с изменением климата, так и о вероятных рисках, связанных с такими изменениями.

2. Развитие интереса населения к наиболее доступным источникам информации о проблематике изменения климата и влияния климата на различные сферы жизни и деятельности человека с учетом ноксологического содержания такой деятельности [25].

3. Организация тематических площадок (точек кипения), на которых происходят научные дискуссии, встречи с представителями органов государственной власти, производств, общественных организаций с широким привлечением общественности и освещения результатов работы таких площадок в СМИ.

4. Акцентирование внимания общественности и органов власти на экологических и социальных ценностях, проблемных вопросах, практиках улучшения экологической (и, как следствие – климатической) обстановки (снижение «углеродного следа», переход к концепции углеродной нейтральности и др.).

5. Формирование представлений о здоровье и безопасности человека как высших жизненных ценностях и роли экологической и климатической действительности в жизни людей.

Список литературы

1. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Комплексная безопасность человека. М.: Изд-во «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России», 2011. 360 с.
2. Гершиноква Д.А. Проблема изменения климата и «G-8» // Международная жизнь. 2014. № 2. С. 143–150. <https://interaffairs.ru/jauthor/material/1023>
3. Десять самых масштабных наводнений в России в 1993-2013 годах. <https://gia.ru/20130926/966016499.html> (дата обращения: 05.02.2020).
4. Доклад Международной организации по миграции «Миграция и изменение климата», 2008 г. <http://www.iom.int> (дата обращения: 05.02.2020).
5. Доклад об особенностях климата на территории российской федерации за 2019 год. http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com_docman&Itemid=73&gid=27&lang=ru (дата обращения: 05.02.2020).
6. Изменение климата и его возможные последствия для безопасности. Документ ООН A/64/350, 2009 г. URL:<http://www.un.org> (дата обращения: 01.02.2020).

7. Изменение климата и как с ним бороться. <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/izmenenie-klimata-i-kak-s-nim-borotsya> (дата обращения: 05.02.2020).
8. Информационная система дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства Блок мониторинга пожарной опасности. https://public.aviales.ru/main_pages/public.shtml (дата обращения: 05.02.2020).
9. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/kyoto.shtml (дата обращения: 05.02.2020).
10. Климатическая доктрина Российской Федерации. <http://www.kremlin.ru/events/president/news/6365> (дата обращения: 05.02.2020).
11. Обзор текущих агрометеорологических условий на территории России – Ги-дрометцентр России. <https://meteoinfo.ru/agro-review> (дата обр.: 05.02.2020).
12. Общественное мнение о социально-экономической ситуации в стране. Сентябрь 2019 года. М.: СССИ, 2019. 52 с.
13. Порфирьев Б.Н., Катцов В.М., Рогинко С.А. Изменения климата и международная безопасность. М.: РАН, Д АРТ. 2011. 290 с.
14. Представления о причинах и последствиях глобального потепления. ФОМ, 2018. <https://fom.ru/Obraz-zhizni/14149> (дата обращения: 05.02.2020).
15. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата. https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml (дата обращения: 05.02.2020).
16. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2019 г. № 3183-р «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 г.» <http://static.government.ru/media/files/OTrFMr1Z1sORh5NIx4gLUsgGHyWIAqy.pdf> (дата обращения: 05.02.2020).
17. Чрезвычайные ситуации в России, обусловленные погодными условиями. <http://meteo.ru/pogoda-i-klimat/150-chs-v-rosii> (дата обращения: 05.02.2020).
18. Behnassi M. Climate Security as a Framework for Climate Policy and Governance. In: Behnassi M., McGlade K. (eds) // *Environmental Change and Human Security in Africa and the Middle East*. Springer, Cham, 2017, pp. 3-24. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45648-5_1
19. *Global Environment Outlook. GEO-6: Healthy Planet, Healthy People*. Cambridge: Cambridge University Press, 2019. <https://doi.org/10.1017/9781108627146>
20. Islands want U.N. to see climate as security threat. <http://www.usatoday.com/story/news/world/2013/02/15/islands-un-climate-security/1924331/> (дата обращения: 05.02.2020).

21. Pettenger M.E. Framing Global Climate Security // In: Burke A., Parker R. (eds) *Global Insecurity*. Palgrave Macmillan, London, 2017, pp. 119-137. https://doi.org/10.1057/978-1-349-95145-1_7
22. Phillis Y.A., Chairetis N., Grigoroudis E. et al. Climate security assessment of countries // *Climatic Change*, 2018. vol. 148, pp. 25-43. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2196-0>
23. Prizzia R., Levy J. Towards Climate Security and Sustainable Security in the Asia-Pacific Region // Masys A., Lin L. (eds) *Asia-Pacific Security Challenges. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications*. Springer, Cham, 2018, pp. 41-64. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61729-9_3
24. Scheffran J., Link P.M., Schilling J. Theories and Models of Climate-Security Interaction: Framework and Application to a Climate Hot Spot in North Africa // In: Scheffran J., Brzoska M., Brauch H., Link P., Schilling J. (eds) *Climate Change, Human Security and Violent Conflict // Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace*, vol. 8. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012, pp. 91-131. https://doi.org/10.1007/978-3-642-28626-1_5
25. Stankevich P.V., Abramova S.V., Boyarov E.N. Bachelor In Education (Life Safety) Competency Assessment // 18th PCSF 2018 - Professional Culture of the Specialist of the Future. The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS. (30 December 2018), vol. 75, pp. 689-700. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2018.12.02.75>
26. The Heat Is On Taking Stock of Global Climate Ambition. https://www.undp.org/content/dam/undp/library/planet/climate-change/NDC_Outlook_Report_2019.pdf (дата обращения: 05.02.2020).
27. The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. https://report.ipcc.ch/srocc/pdf/SROCC_FinalDraft_FullReport.pdf (дата обращения: 05.02.2020).
28. The Peoples' Climate Vote. <https://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/climate-and-disaster-resilience-/The-Peoples-Climate-Vote-Results.html> (дата обращения: 05.02.2020).
29. Williams M., McDuie-Ra D. Constructing Climate Security in the Pacific // In: *Combatting Climate Change in the Pacific*. Palgrave Macmillan, Cham, 2018, pp. 63-85. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69647-8_4

References

1. Vorob'ev Yu.L., Akimov V.A., Sokolov Yu.I. *Kompleksnaya bezopasnost' cheloveka* [Complex human security]. Moscow: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of the Ministry of Emergencies of Russia Publ., 2011, 360 p.

2. Gershinkova D.A. Problema izmeneniya klimata i G-8» [The problem of climate change and “G-8”]. *Mezhdunarodnaya zhizn'*, 2014, no. 2, pp. 143-150. <https://interaffairs.ru/jauthor/material/1023>
3. *Desyat' samykh masshtabnykh navodneniy v Rossii v 1993-2013 godakh* [The ten largest floods in Russia in 1993-2013]. <https://ria.ru/20130926/966016499.html> (accessed 05.02.2020).
4. *Doklad Mezhdunarodnoy organizatsii po migratsii «Migratsiya i izmenenie klimata»* [Report of the International Organization for Migration “Migration and Climate Change”], 2008. <http://www.iom.int> (accessed 05.02.2020).
5. *Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii rossiyskoy federatsii za 2019 god* [Report on climate features in the territory of the Russian Federation for 2019]. http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com_docman&Itemid=73&gid=27&lang=ru (accessed 05.02.2020).
6. *Izmenenie klimata i ego vozmozhnye posledstviya dlya bezopasnosti. Dokument OON A/64/350, 2009 g* [Climate change and its possible security implications. UN document No. A/64/350, 2009]. <http://www.un.org> (accessed 18.08.2013).
7. *Izmenenie klimata i kak s nim borot'sya. Analiticheskiy obzor* [Climate change and how to deal with it. Analytic Review]. <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/izmenenie-klimata-i-kak-s-nim-borotsya> (accessed 05.02.2020).
8. *Informatsionnaya sistema distantsionnogo monitoringa Federal'nogo agentstva lesnogo khozyaystva. Blok monitoringa pozharnoy opasnosti* [Information system for remote monitoring of the Federal Forestry Agency Fire Hazard Monitoring Unit]. https://public.aviales.ru/main_pages/public.shtml (accessed 05.02.2020).
9. *Kiotskiy protokol k Ramochnoy konventsii Organizatsii Obedinennykh Natsiy ob izmenenii klimata* [Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change]. https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/kyoto.shtml (accessed 05.02.2020).
10. *Klimaticheskaya doktrina Rossiyskoy Federatsii* [Russian Federation's Climate Doctrine]. <http://www.kremlin.ru/events/president/news/6365> (accessed 05.02.2020).
11. *Obzor tekushchikh agrometeorologicheskikh usloviy na territorii Rossii – Gidromettsentr Rossii* [Overview of current agrometeorological conditions in Russia – Hydrometeorological Center of Russia]. <https://meteoinfo.ru/agro-review> (accessed 05.02.2020).
12. *Obshchestvennoe mnenie o sotsial'no-ekonomicheskoy situatsii v strane. Sentyabr' 2019 goda* [Public opinion on the socio-economic situation in the country. September, 2019]. Moscow, SSSI Publ., 2019, 52 p.

13. Porfir'ev B.N., Kattsov V.M., Roginko S.A. *Izmeneniya klimata i mezhdunarodnaya bezopasnost'* [Climate change and international security]. Moscow: RAN, DART Publ., 2011, 290 p.
14. *Predstavleniya o prichinakh i posledstviyakh global'nogo potepeniya* [Understanding the causes and consequences of global warming]. FOM, 2018. <https://fom.ru/Obraz-zhizni/14149> (accessed 05.02.2020).
15. *Ramochnaya konventsiya Organizatsii Obedinennykh Natsiy ob izmenenii klimata* [United Nations Framework Convention on Climate Change]. https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml (accessed 05.02.2020).
16. *Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 25 dekabrya 2019 g. № 3183-r «Ob utverzhdenii natsional'nogo plana meropriyatiy pervogo etapa adaptatsii k izmeneniyam klimata na period do 2022 g.»* [Order of the Government of the Russian Federation No. 3183-r of December 25, 2019 "On Approval of the national action Plan for the first stage of adaptation to climate change for the period up to 2022"]. <http://static.government.ru/media/files/OTrFMr1Z1sORh5NIx4gLUsdgGHyWIAqy.pdf> (accessed 05.02.2020).
17. *Chrezvychaynye situatsii v Rossii, obuslovlennye pogodnymi usloviyami* [Emergencies in Russia caused by weather conditions]. <http://meteo.ru/pogoda-i-klimat/150-chs-v-rossii> (accessed 05.02.2020).
18. Behnassi M. Climate Security as a Framework for Climate Policy and Governance. In: Behnassi M., McGlade K. (eds) *Environmental Change and Human Security in Africa and the Middle East*. Springer, Cham, 2017, pp. 3-24. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45648-5_1
19. *Global Environment Outlook. GEO-6: Healthy Planet, Healthy People*. Cambridge: Cambridge University Press, 2019. <https://doi.org/10.1017/9781108627146>
20. Islands want U.N. to see climate as security threat. <http://www.usatoday.com/story/news/world/2013/02/15/islands-un-climate-security/1924331/> (accessed 05.02.2020).
21. Pettenger M.E. Framing Global Climate Security. In: Burke A., Parker R. (eds) *Global Insecurity*. Palgrave Macmillan, London, 2017, pp. 119-137. https://doi.org/10.1057/978-1-349-95145-1_7
22. Phillis Y.A., Chairētis N., Grigoroudis E. et al. Climate security assessment of countries. *Climatic Change*, 2018. vol. 148, pp. 25-43. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2196-0>
23. Prizzia R., Levy J. Towards Climate Security and Sustainable Security in the Asia-Pacific Region. In: Masys A., Lin L. (eds) *Asia-Pacific Security Challenges. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications*. Springer, Cham, 2018, pp. 41-64. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61729-9_3

24. Scheffran J., Link P.M., Schilling J. Theories and Models of Climate-Security Interaction: Framework and Application to a Climate Hot Spot in North Africa. In: Scheffran J., Brzoska M., Brauch H., Link P., Schilling J. (eds) *Climate Change, Human Security and Violent Conflict. Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace*, vol. 8. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012, pp. 91-131. https://doi.org/10.1007/978-3-642-28626-1_5
25. Stankevich P.V., Abramova S.V., Boyarov E.N. Bachelor In Education (Life Safety) Competency Assessment. *18th PCSF 2018 – Professional Culture of the Specialist of the Future. The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS. (December, 30, 2018)*, vol. 75, pp. 689-700. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2018.12.02.75>
26. The Heat Is On Taking Stock of Global Climate Ambition. https://www.undp.org/content/dam/undp/library/planet/climate-change/NDC_Outlook_Report_2019.pdf (accessed 05.02.2020).
27. The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. https://report.ipcc.ch/srocc/pdf/SROCC_FinalDraft_FullReport.pdf (accessed 05.02.2020).
28. The Peoples' Climate Vote. <https://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/climate-and-disaster-resilience-/The-Peoples-Climate-Vote-Results.html> (accessed 05.02.2020).
29. Williams M., McDuie-Ra D. Constructing Climate Security in the Pacific. *Combating Climate Change in the Pacific*. Palgrave Macmillan, Cham, 2018, pp. 63-85. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69647-8_4

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Бояров Евгений Николаевич, д-р пед. наук, доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, Академик Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сахалинский государственный университет»
проспект Коммунистический, 33, г. Южно-Сахалинск, 693000, Российская Федерация
e.boyarov@mail.ru

Абрамова Светлана Владимировна, доктор пед. наук, доцент, заведующая кафедрой безопасности жизнедеятельности, Академик Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сахалинский государственный университет»
проспект Коммунистический, 33, г. Южно-Сахалинск, 693000, Российская Федерация
abramova_sv@list.ru*

Гершинкова Динара Александровна, представитель губернатора Сахалинской области по вопросам климата и устойчивого развития
*Правительство Сахалинской области
проспект Коммунистический, 32, г. Южно-Сахалинск, 693000, Российская Федерация
d.gershinkova@sakhalin.gov.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Boyarov Evgeniy N., Dr. Sc. (Education), Associate Professor, Professor of the Department of Life Safety
*Sakhalin State University
33, Kommunistichesky Ave., Yuzhno-Sakhalinsk, 693000, Russian Federation
e.boyarov@mail.ru
SPIN-code: 5413-4504
ORCID: 0000-0001-7283-1872
Scopus Author ID: 57191878704*

Abramova Svetlana V., Dr. Sc. (Education), Associate Professor, Head of the Department of Life Safety
*Sakhalin State University
33, Kommunistichesky Ave., Yuzhno-Sakhalinsk, 693000, Russian Federation
abramova_sv@list.ru
SPIN-code: 6335-3019
ORCID ID: 0000-0002-9863-5287
Scopus Author ID: 57191872091*

Gershinkova Dinara A., Governor's Representative on Climate and Sustainable Development
*Government of the Sakhalin Region
32, Kommunistichesky Ave., Yuzhno-Sakhalinsk, 693000, Russian Federation
d.gershinkova@sakhalin.gov.ru
SPIN-code: 3414-3317*

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

AGRICULTURAL SCIENCES

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-134-143

UDC 636

COMPARISON OF SOME LINEAR BODY MEASUREMENT TRAITS OF LOCAL AND COMMERCIAL CHICKEN BREEDS OF SOUTH AFRICA

Thobela Louis Tyasi, Khomotso Mashiloane, Kwena Mokoena

Linear body measurement traits are used for the estimation of body weight in animal breeding to aid livestock farmers where the weighing scale is not available. The objective of the work was to determine the effect of breed on body weight (BW) and linear body measurement traits such as wing length (WL), keel length (KL), shank circumference (SC), chest circumference (CC) and beak length (BL) of two (Hy-line Silver Brown and Potchefstroom Koekoek) layer chicken layer breeds. A total of 100 layers with 50 for each breed were randomly selected for the study at the age of 22 weeks. Pearson's correlation and Student T-Test were used for data analysis. Correlation was employed to examine the relationship between measured traits in each breed. Correlation findings showed that BW had a highly positive statistical significant correlation ($p < 0.01$) with WL ($r = 0.76$) in Potchefstroom Koekoek breed, while BW had a negative statistical significant correlation ($p < 0.05$) with WL ($r = -0.27$) in Hy-line Silver Brown chicken layer breed. Student T-Test results indicated that Potchefstroom Koekoek chicken layer breed was statistically ($P < 0.05$) heavier than Hy-line Silver Brown chicken layer breed. Potchefstroom Koekoek had longer wing length and chest circumference than Hy-line Silver Brown while Hy-line Silver Brown had longer ($P < 0.05$) keel length, shank circumference and beak length than Potchefstroom Koekoek. It is concluded that the results suggest that Potchefstroom Koekoek chicken layer breed is a weightier indigenous layer but keel length, shank

circumference and beak length might require improvement. It also suggests that improvement of WL might improve BW of Potchefstroom Koekoek breed while improvement of WL might decrease BW of Hy-line Silver Brown chicken layer breed.

Keywords: *Body weight; beak length; Potchefstroom Koekoek; Hy-line Silver Brown; wing length*

For citation. *Tyasi T.L., Mashiloane K., Mokoena K. Human security in the light of the current climate agenda. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 134-143. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-134-143*

Introduction

Linear body measurement traits are the predictors of body weight in poultry breeding investigated in Sasso, Kuroilwe and Fulani chicken breeds of Nigeria [1], in Local, Bovans brown, Sasso and Koekoek chicken breeds of Ethiopia [2], in French Broiler Guinea Fowl of Nigeria [3], in Nigerian Indigenous normal feather chicken breed [4], in South African non-descript chicken breed [5], in South African Potchefstroom Koekoek chicken breed [6], in Hy-line Silver Brown chicken breed [7], Linear body measurements in chicken breeds can assist for characterization of breeds [1,8]. There are several studies compare linear body measurement traits of chickens [1; 2]. However, based on our knowledge there is not documented information on the comparison of linear body measurement traits in Potchefstroom Koekoek and Hy-line Silver Brown chicken layer breeds. Hence, the objective of the study was to compare linear body measurement traits of Potchefstroom Koekoek and Silver Brown chicken layer breeds. The study will help Potchefstroom Koekoek and Hy-line Silver Brown chicken layer breeds' farmers to recognise the comparison in linear body measurement traits of two chicken layer breeds.

Materials and Methods

Study area

The research was carried out at the University of Limpopo experimental farm, South Africa. The rain, ambient temperatures, latitude, longitude and location of the farm was as explained by [8].

Animal management

All chickens were managed as explained by [9]. Briefly, layers were fed with 16.10% crude protein diet 11.97 MJ/kg/DM. The diet comprised of ingredients like: maize (64%), maize gluten meal (11.67%), soya Hipro (4.37%), fish meal (5%), full fat soya (4.91%), Di sodium phosphate (1.33%), L-lysine (0.20%), CaCO₃ (8.17), DL-methionine (0.20%) and vitamin trace element pre-

mix (0.15%). Water and feed were given to the chickens without restriction. The standard normal management practices were exactly obeyed.

Experimental design

A total of 200 chickens were randomly selected with 100 per chicken breed at the age of 22 weeks. The data was collected in Potchefstroom Koekoek and Hy-line silver brown chicken breeds when they were 22 weeks of age.

Measurement of body weight and linear body measurement traits

Body weight (BW) and linear body measurement traits viz; (cm): wing length (WL), keel length (KL), shank circumference (SC), chest circumference (CC) and Beak length (BL) were collected as described by [10]. Briefly, body weight was calibrated in kilogram (kg). Linear body measurement traits were measured using a measuring tape in centimetres (cm). The linear body measurement traits were collected as follows: Wing length was measured as the length from the humeros-coracoid junction to the distal tip of the phalange digits using a measuring tape. Keel length was recorded as the length between the cranial and the caudal terminals of the keel bone. Shank circumference was recorded as the perimeter of middle shank, Chest circumference was recorded as the circumference of the chest and Beak length which was as the length of the beak with the use of tape rule.

Statistical analysis

Statistical Analysis System (SAS, 2019) software program version 9.4 was used to analyse the data. Pearson's correlation was used to examine the association between measured traits. Student's T-Test was used to determine effect of chicken breed on body weight and linear body measurement traits. All the statistical analysis was performed at the 5% significance level. The following model was used in this study to determine the effect of chicken breed:

$$Y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$$

Where, Y_{ij} : The j^{th} observation of the i^{th} measured traits (body weight and linear body measurement traits).

μ : The overall mean.

a_i : The fixed effect of the i^{th} chicken breed.

e_{ij} : Residual error.

Results and discussion

Descriptive statistics of measured traits

Boxplot (Figure 1) presented the summary of body weight distribution in Hy-line Silver Brown and Potchefstroom Koekoek chicken layer breeds. Figure

1 indicated the minimum 25th percentile (first quartile), median 75th percentile (third quartile) and maximum values of BW among different chicken layer breeds. Boxplot showed a highly statistical significant difference ($p < 0.01$) in BW with F-statistics of 20.83. Potchefstroom Koekoek chicken layer boxplot showed a minimum of $< 1.2\text{kg}$, first quartile of 1.4kg , median of $> 0.4\text{kg}$, third quartile of 1.6kg and maximum of $> 1.8\text{kg}$, respectively. However, Hy-line Silver Brown chicken layer boxplot showed a minimum of $> 1.2\text{kg}$, first quartile of $< 1.4\text{kg}$, median of $< 1.4\text{kg}$, third quartile of 1.4kg and maximum of $< 1.6\text{kg}$. These findings also indicated that Hy-line Silver Brown chicken layer data had three outliers of 1.6kg , $> 1.6\text{kg}$ and $< 1.2\text{kg}$, respectively.

Descriptive statistics of body weight and body measurement traits including body weight, wing length, keel length, shank circumference, chest circumference and beak length are presented in Table 1. Hy-line Silver Brown chicken layer data summary showed that BW of 1.37kg with 0.13 , 0.02 and 9.63 of standard deviation (SD), standard error (SE) and coefficient of variation (CV), respectively. Descriptive statistics of body measurement traits recognised the mean values of WL, KL, SC, CC, and BL was 17.35cm , 2.85cm , 4.48cm , 31.05cm and 37.29cm with CV of 15.80 , 13.67 , 7.83 , 8.25 and 4.39 , respectively. Potchefstroom Koekoek chicken layer summary indicated that BW had 1.50kg with CV of 13.651 . The summary of linear body measurement traits showed the mean values of WL, KL, SC, CC, and BL was 18.79cm , 0.22cm , 4.69cm , 26.56cm and 33.15cm with CV of 63.27 , 29.21 , 17.38 , 18.65 and 10.37 , respectively. Descriptive statistics of the current study showed disagreement with the study of [3] in French Broiler Guinea Fowl of Nigeria. The variation might be due to chicken breed differences.

Phenotypic correlation between measured traits

The correlations between live body weight and linear body measurement traits of Hy-line Silver Brown and Potchefstroom Koekoek are revealed in Table 2. In Hy-line Silver Brown chicken breed, the findings showed that BW had a negative statistical significant correlation with WL ($r = -0.27$) while had no statistical significant correlation with KL ($r = -0.05$), SC ($r = 0.06$), CC (-0.06) and BL ($r = -0.04$), respectively. The highest statistical significant association ($p < 0.01$) was observed between BL and CC ($r = 0.75$). In Potchefstroom Koekoek chicken breed, the results indicated that BW had a highly positive statistical significant correlation ($p < 0.01$) with WL ($r = 0.76$). These results also showed that BW had no statistical significant association with KL ($r = 0.06$), SC ($r = -0.02$) and CC ($r = -0.04$), respectively. The findings showed that BL had a highly positive statistical significant correlation ($p < 0.01$) with CC ($r = 0.56$) and had significant statistical

correlation ($p < 0.05$) with CC ($r = 0.39$). Phenotypic correlation findings of the current study suggest that body weight had a remarkable association with wing length of Potchefstroom Koekoek chicken breed while in Hy-line Silver Brown chicken breed beak length had a significant relationship with chest circumference. Therefore, increasing the wing length might result for genetic improvement of body weight in Potchefstroom Koekoek chicken breed. Whereas, improving beak length might cause the improvement of chest circumference of Hy-line Silver Brown chicken breed. The current study had disagreement with the study of [1] who discovered that body weight had a highly significant statistical association with wing length and shank circumference in Sasso, Kuroiler and Fulani chicken breeds. [3] discovered that body weight of French Broiler Guinea Fowl had a highly remarkable relationship with keel length, chest circumference, body length and wing length. [5] revealed that body weight of South African non-descript chicken breed had a positive highly statistical significant correlation with shank circumference and body length. All these studies are disagreeing with the current study and the differences might be due to breed variations.

Effect of chicken layer breed on measured traits

Results of the effect of breed on the live body weight and morphometric traits of the Hy-line and Potchefstroom Koekoek are shown in Table 3. BW, WL, KL, SC, CC and BL all were significantly ($p < 0.05$) influenced by the breed of the birds. Potchefstroom Koekoek were detected to have better ($p < 0.05$) body weight, wing length and chest circumference while the Hy-line were observed to have better ($p < 0.05$) keel length, shank circumference and beak length. The findings of the current study suggest that there is a breed effects on beak length, wing length, chest circumference, keel length, shank circumference and beak length. Potchefstroom Koekoek chicken breed requires an improvement on Keel length, shank circumference and beak length while Hy-line Silver Brown chicken breed requires an improvement on body weight, wing length and chest length. [1] indicated that there was a statistical significant differences between Sasso, Kuroiler and Fulani chicken breeds in body weight, breast girth, neck circumference, back length, wing length, thigh length, thigh circumference, shank length and shank circumference. [2] suggest that there was a significant difference between Bovans brown, Sasso, Koekoek and local in body weight, body length, wing span, chest width, shank length and shank circumference under lowland and midland agro-ecological zones of Ethiopia.

In conclusion, the study was conducted to firstly determine the relationship between body weight and linear body measurement traits of Potchefstroom Koekoek and Hy-line Silver Brown. Pearson's correlation was used to determine the rela-

tionship and the results show that body weight had a positive highly statistical significant correlation with wing length in Potchefstroom Koekoek and beak length had a positive highly statistical significant correlation with chest circumference in Hy-line Silver Brown chicken breed. Therefore, body weight of Potchefstroom Koekoek might be improved by improving wing length while beak length might be improved by increasing chest circumference. The main objective of the study was to compare some linear body measurement traits between Potchefstroom Koekoek and Hy-line Silver Brown chicken breeds. Analysis of variance was used to determine the effect of chicken breed. The findings suggest that there were statistical significant differences in all measured traits. Potchefstroom Koekoek chicken breed had a better body weight than Hy-line Silver Brown chicken breed.

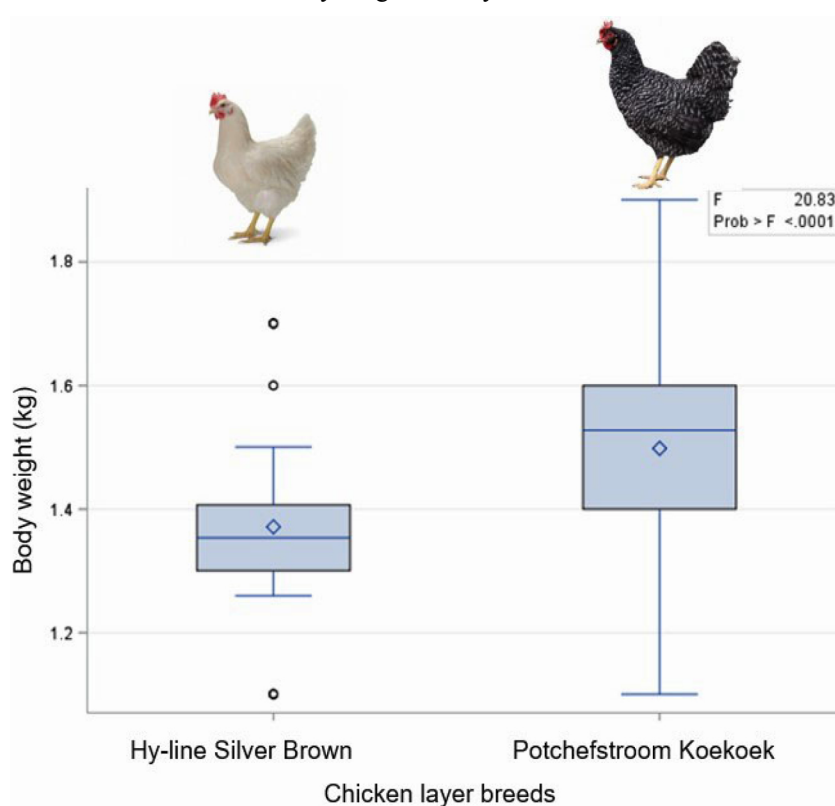


Fig. 1. Boxplot demonstrating the median, minimum, maximum, 25th and 75th percentile values of body weight among different chicken layer breeds

Table 1.

**Descriptive statistics of body weight and linear body measurement traits
of Hy-line Silver Brown chicken layer**

Traits	Mean	SD	SE	CV
Potchefstroom Koekoek				
BW (kg)	1.37	0.13	0.02	9.63
WL (cm)	17.35	2.74	0.31	15.80
KL (cm)	2.85	0.39	0.04	13.67
SC (cm)	4.48	0.35	0.04	7.83
CC (cm)	31.05	2.56	0.29	8.25
BL (cm)	37.29	1.64	0.18	4.39
Hy-line Silver Brown				
BW (kg)	1.50	0.20	0.02	13.65
WL (cm)	18.79	11.89	1.33	63.27
KL (cm)	0.22	0.06	0.01	29.21
SC (cm)	4.69	0.82	0.09	17.38
CC (cm)	26.56	4.95	0.55	18.65
BL (cm)	33.15	3.44	0.38	10.37

SD, Standard deviation; CV, Coefficient of variation; BW, Body weight; WL, Wing length; KL, Keel length; SC, Shank circumference; CC, Chest circumference; BL, Beak length.

Table 2.

**Phenotypic correlation between measured traits of Hy-line Silver Brown below
the diagonal and Potchefstroom Koekoek chicken breed above the diagonal**

Traits	BW	WL	KL	SC	CC	BL
BW		0.76**	0.06 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	0.05 ^{ns}
WL	-0.27*		-0.09 ^{ns}	0.05 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	-0.02 ^{ns}
KL	-0.05 ^{ns}	-0.11 ^{ns}		-0.16 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.39*
SC	0.06 ^{ns}	0.11 ^{ns}	-0.37*		-0.03 ^{ns}	-0.21 ^{ns}
CC	-0.06 ^{ns}	0.31*	-0.45*	0.41*		0.56**
BL	-0.04 ^{ns}	0.20 ^{ns}	-0.15 ^{ns}	0.28*	0.75**	

*Significant at $P < 0.05$; ** Significant at $p < 0.01$; ns: not significant; SD, Standard deviation; CV, Coefficient of variation; BW, Body weight; WL, Wing length; KL, Keel length; SC, Shank circumference; CC, Chest circumference; BL, Beak length.

Table 3.

**The effect of chicken layer breeds on body weight
and linear body measurement traits**

Traits	Potchefstroom Koekoek	Hy-line Silver Brown
BW (kg)	1.50±0.02 ^a	1.37±0.02 ^b
WL (cm)	18.79±1.00 ^a	17.35±0.31 ^b
KL (cm)	2±1.33 ^b	8±0.31 ^a
SC (cm)	0.22±30 ^b	2.85±50 ^a
CC (cm)	4.69±0.01 ^a	4.48±0.04 ^b
BL (cm)	26.56±6 ^b	31.05±9 ^a

^{a-b} Means denoted by different superscripts along the same row differ ($p < 0.05$); SD, Standard deviation; CV, Coefficient of variation; BW, Body weight; WL, Wing length; KL, Keel length; SC, Shank circumference; CC, Chest circumference; BL, Beak length.

Acknowledgements. The authors would like to express their appreciation to the experimental farm worker at University of Limpopo for their support in data collection.

Author contributions. Thobela Louis Tyasi designed the experiment, analyzed the data, and wrote the manuscript. Kwena Mokoena and Khomotso Mashiloane performed the fieldwork and wrote the manuscript. Thobela Louis read, edited, and approved the final manuscript.

Conflict of interest information. The authors declare that they have no conflict of interest.

References

1. Yakubu A., Ari M.M. Principal Component and Discriminant Analyses of Body Weight and Conformation Traits of Sasso, Kuroiler and Indigenous Fulani Chickens in Nigeria. *The journal of Animal & Plant Sciences*, 2018, vol. 28, no. 1, pp. 46-55. <http://www.thejaps.org.pk/docs/Accepted/2007/28-1/23.pdf>
2. Assefa S., Melesse A., Banerjee S. Egg production and linear body measurement traits of local and three exotic chicken genotypes reared under two agroecological zones. *International Journal of Ecology and Ecosolution*, 2018, vol. 5, no. 2, pp. 18-23. <http://www.netjournals.org/pdf/IJEE/2018/2/18-014.pdf>
3. Dzungwe JT., Gwaza D.S., Egahi J.O. Statistical Modeling of Body Weight and Body Linear Measurements of the French Broiler Guinea Fowl in the Humid Tropics of Nigeria. *Poultry, Fisheries & Wildlife Sciences*, 2018, vol. 6, no. 2, 1000197. <https://doi.org/10.4172/2375-446X.1000197>

4. Adenaike A.S., Shonudi O.B., Olowofeso O., Wheto M., Ikeobi C.O.N. Robust Assessment of Body Weight and Linear Body Measurements of Nigerian Normal Feather Chickens using Bayesian Inference. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 2019, vol. 42, no. 1, pp. 347-357. [http://www.pertanika.upm.edu.my/resources/files/Pertanika%20PAPERS/JTAS%20Vol.%2042%20\(1\)%20Feb.%202019/24%20JTAS-1425-2018.pdf](http://www.pertanika.upm.edu.my/resources/files/Pertanika%20PAPERS/JTAS%20Vol.%2042%20(1)%20Feb.%202019/24%20JTAS-1425-2018.pdf)
5. Vilakazi N.B., Ncobela C.N., Kunene N.W., Panella F. Determining the morphological structure of indigenous chickens using multivariate principal component analysis of body measurements. *Applied Animal Husbandry & Rural Development*, 2020, vol. 13, pp. 69-75. https://www.sasas.co.za/wp-content/uploads/2020/09/Vilakazi-BN_2020-Vol-13-1.pdf
6. Tyasi T.L., Makgowo K.M., Mokoena K., Rashijane L.T., Mathapo M.C., Dan-guru L.W., Molabe K.M., Bopape P.M., Mathye N.D., Maluleke D. Multivariate Adaptive Regression Splines Data Mining Algorithm for Prediction of Body Weight of Hy-Line Silver Brown Commercial Layer Chicken Breed. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 2020, vol. 8, no. 8, 794-799. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2020/8.8.794.799>
7. Tyasi T.L., Makgowo K.M., Mokoena K., Rashijane L.T., Mathapo M.C., Dan-guru L.W., Molabe K.M., Bopape P.M., Mathye N.D., Maluleke D., Gunya B., Gxasheka M. Classification and Regression Tree (CRT) Analysis to Predict Body Weight of Potchefstroom Koekoek Laying Hens. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 2020, vol. 8, no. 4, pp. 354-359. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2020/8.4.354.359>
8. Alabi O.J., Egena S.S.A., Ng'ambi J.W., Norris D. Comparative Study of Three Indigenous Chicken Breeds of South Africa: Body Weight and Linear Body Measurements. *Agricultural Journal*, 2012, vol. 7, no. 3, pp. 220-225. <http://dx.doi.org/10.3923/aj.2012.220.225>
9. Tyasi T.L., Eyduran E., Celik S. Comparison of tree-based regression tree methods for predicting live body weight from morphological traits in Hy-line silver brown commercial layer and indigenous Potchefstroom Koekoek breeds raised in South Africa. *Tropical Animal Health and Production*, 2021, vol. 53, article number: 7. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02443-y>
10. Gwaza D.S., Elkana H. Evaluation of body weight and body linear measurements of broad and narrow helmeted French broiler guinea fowl in the semi-arid condition of Nigeria. *Research and Reports on Genetics*, 2017, vol. 1, no. 1, pp.7-12. <https://www.alliedacademies.org/articles/evaluation-of-body-weight-and-body-linear-measurements-of-broad-and-narrow-helmeted-french-broiler-guinea-fowl-in-the-semiarid-con.pdf>

DATA ABOUT THE AUTHORS

Thobela Louis Tyasi

School of Agricultural and Environmental Sciences, Department of Agricultural Economics and Animal Production, University of Limpopo Private Bag X1106, Sovenga 0727, Limpopo, South Africa
louis.tyasi@ul.ac.za
ORCID: 0000-0002-3519-7806

Khomotso Mashiloane,

School of Agricultural and Environmental Sciences, Department of Agricultural Economics and Animal Production, University of Limpopo Private Bag X1106, Sovenga 0727, Limpopo, South Africa

Kwena Mokoena

School of Agricultural and Environmental Sciences, Department of Agricultural Economics and Animal Production, University of Limpopo Private Bag X1106, Sovenga 0727, Limpopo, South Africa

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-144-155

УДК 632.08+004.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ МАНИОКА МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

С.Н. Терещенко, А.А. Перов, А.Л. Осипов

Цель. Разработка модели сверточной нейронной сети для определения заболеваний маниока по фотографии с мобильного телефона.

Методы и материалы исследования. Материалом для исследований послужили размеченные изображения с различными видами заболеваний маниока, опубликованные в открытом доступе платформы Kaggle. Методы исследования: теория проектирования и разработки информационных систем, программирования, методы аугментации и расширения датасетов для задач компьютерного зрения, методы настройки гиперпараметров обучения моделей нейронной сети.

Результаты. Маниок съедобный – одна из ключевых культур для сельского хозяйства многих регионов мира. Одной из главных причин плохой урожайности является различного вида заболевания. Для профилактики и раннего предупреждения распространения заболевания растений необходим инструмент в виде модели нейронной сети, позволяющей определить наличия заболевания по фотографии со смартфона. В работе использовались методы глубинного обучения сверточных нейронных сетей, а также концепция «transfer learning». На базе сети ResNet 50 была обучена нейронная сеть, позволяющая с точностью 0,93 по метрике F1-score определять наличие заболевания у растения маниок съедобный по изображению.

Заключение. Был подготовлен набор данных изображений маниоки, включающий пять классов, для эффективной классификации нейронной сетью. Четыре класса с признаками определенных заболеваний листьев маниоки и один класс для здоровых растений. Была построена и обучена модель для решения задачи классификации по обнаружению болезни листьев маниоки по изображениям со смартфона.

Ключевые слова: нейронные сети; искусственный интеллект; маниок; кассава; урожайность; заболевание растений; смартфон; глубинное обучение; аугментация

Для цитирования. Терещенко С.Н., Перов А.А., Осипов А.Л. Определение заболеваний маниока методами компьютерного зрения // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 1. С. 144-155. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-144-155

DETECT OF CASSAVA DISEASES BY COMPUTER VISION METHODS

S.N. Tereshchenko, A.A. Perov, A.L. Osipov

Background. *Development of a convolutional neural network model for detecting cassava diseases from a mobile phone photo.*

Materials and methods. *The material for the research was taken images with various types of cassava diseases, published in open access of the Kaggle platform. Research methods: theory of design and development of information systems, programming, methods of augmentation and extension of datasets for computer vision problems, methods of tuning hyperparameters for training neural network models.*

Results. *Cassava is one of the key crops for agriculture in many regions of the world. One of the main reasons for poor yields is a different type of disease. For the prevention and early warning of the spread of plant diseases, a tool is needed in the form of a neural network model that allows to determine the presence of the disease from a photo from a smartphone. We used the methods of deep learning of convolutional neural networks, as well as the concept of “transfer learning”. On the basis of the ResNet 50 network, the neural network model was trained that allows determining the presence of disease in the cassava plant from the image with accuracy 0,93 according to the F1-score metric.*

Conclusion. *Has been prepared the dataset of cassava images, included five classes, for efficient classification by the neural network. Four classes with signs of certain cassava leaf diseases and one class for healthy plants. Has been built and trained model for the task of classification to detect cassava leaf disease by images from a smartphone.*

Keywords: *neural networks; artificial intelligence; manioc; cassava; productivity; plant disease; smartphone; deep learning; augmentation*

For citation. *Tereshchenko S.N., Perov A.A., Osipov A.L. Detect of Cassava Diseases by Computer Vision Methods. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 144-155. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-144-155*

Введение

Болезни растений оказывают неблагоприятное воздействие на сельскохозяйственное производство, что негативным образом влияет на продовольственную безопасность. Диагностика и выявление болезней растений играют весьма важную роль в обеспечении урожайности, высокого каче-

ства и достаточной эффективности сельскохозяйственной продукции, что является важной темой исследований в области информатизации сельского хозяйства. Технологии искусственного интеллекта активно используются во многих отраслях химии, биологии и экономики [1, 11, 18], в том числе и в сельскохозяйственной сфере. Компьютерное зрение, как одна из составляющих элементов искусственного интеллекта, уже доказало свою эффективность в таких широко распространенных направлениях как распознавание лиц и автомобильных номеров, а также нарушений правил дорожного движения. В данной статье рассмотрим использование технологий компьютерного зрения для определения заболеваний растения маниок.

Маниок съедобный (кассава – африканское название) – пищевое клубнеплодное тропическое растение. Первоначально происходит из Южной Америки и культивируется во многих тропических районах Земли с подходящим климатом. Хорошо выдерживает суровые условия и имеет важное хозяйственное значение [12]. В Африке маниок является вторым по величине поставщиком углеводов, что делает его ключевой культурой продовольственной безопасности. 80% домашних хозяйств (мелкие фермеры) в Африке к югу от Сахары выращивают маниоку.

Вирусные заболевания маниоки являются основными источниками плохой урожайности [12].

Существующие методы определения состояния посевных площадей требуют, чтобы фермеры обращались за помощью к специальным лабораториям (экспертам), которые производят диагностику растений. Данный подход является довольно трудоемким и дорогим. Это обусловлено сравнительно небольшим количеством лабораторий и экспертов. Инструмент в виде модели компьютерного зрения, позволяющий распознать наличие заболевания маниока по фотографии со смартфона, представляется важной задачей для прикладных исследований в сельскохозяйственной отрасли [10].

Методы и материалы исследования

В данной работе исходным материалом для проведения научных исследований послужили размеченные изображения с различными видами заболеваний маниока, опубликованные в открытом доступе на платформе Kaggle (kaggle.com). Методы исследования: теория проектирования и разработки информационных систем; программирования; аугментации и расширения датасетов для задач компьютерного зрения; алгоритмы настройки гиперпараметров обучения моделей нейронной сети.

Сотрудники УниверситетаMakerere (Уганда) и Национального научно-исследовательского института сельскохозяйственных ресурсов (NaCRRI, Уганда) подготовили датасет для обучения модели компьютерного зрения. В датасет входит более 21 000 размеченных фотографий маниоки как с наличием заболевания, так и здоровых [4]. Ключевые болезни маниоки следующие:

- Бактериальный ожог (CBB, англ. Cassava Bacterial Blight).
- Вирус коричневой полосы (CBSD, англ. Cassava Brown Streak Disease).
- Вирус зеленой крапчатости (CGM, англ. Cassava Green Mottle).
- Вирус мозаики (CMD, англ. Cassava Mosaic Disease).

Каждое заболевание имеет свои зрительные признаки, что представляет собой подходящую задачу для методов и инструментов компьютерного зрения.

Анализ существующих исследований

За последнее десятилетие было проведено много научных исследований по выявлению болезней растений с помощью компьютерного зрения [8-9]. Подходы машинного обучения включают традиционные алгоритмы компьютерного зрения: метод опорных векторов (англ. SVM); метод К-ближайших соседей (англ. KNN); алгоритм К-средних (англ. k-means) и другие. Все они успешно апробированы во многих задачах в разных предметных областях. Модели классификации заболеваний растений на основе глубинного обучения включают в себя использование различных моделей сверточных нейронных сетей (AlexNet, GoogleNet, VGGNet, ResNet). Во многих работах размер датасета был недостаточен, а также многоклассовая классификация требовала трудоемкой настройки гиперпараметров для предотвращения переобучения [14]. Данный подход использует методы извлечения признаков RGB, сегментации, методы гомогенизации и другие для идентификации заболеваний. В работе [13] используются методы сегментации изображений, включающие алгоритмы К-средних для обнаружения пораженных сегментов растений. В статье [5] определяются зеленые пиксели для маски на основе пороговых значений, которые вычисляются с помощью метода Otsu. В работе [15] была использована методика «transfer learning» на основе предобученной сети ResNet 50 с настройкой гиперпараметров. В работе [17] проанализированы различные методы сегментации, кластеризации и классификации с помощью применения пороговых значений изображений, метода К-средних и сверточных нейронных сетей. В работе [3] авторы используют предварительно обучен-

ную сверточную нейронную сеть с настройкой гиперпараметров. В работе [10] анализируется формирование датасета с изображениями заболеваний маниоки для конкурса Kaggle «iCassava 2019». Отмечено, что лучшие результаты конкурса (лето 2019) были получены при помощи сверточной нейронной сети семейства ResNet. В работе [2] используется матрица смежности GLCM и обработка результатов посредством бинаризации и мажоритарного голосования для определения заболеваний по фотографиям с беспилотного летательного аппарата. В вышеупомянутых работах точность классификации болезней растений колебалась от 83% до 94%. Но вирусные заболевания маниоки в этих работах не классифицировались.

Данная работа использует современные подходы в проблеме определения заболеваний маниоки при помощи компьютерного зрения и опирается на описанные выше методы и подходы.

Результаты исследования

Открытый датасет представляет собой более 21000 изображений. Изображения размечены на пять классов. Четыре класса под заболевания (CBV, CBS, CGM, CMD) и один для здорового растения. Изображения различных размеров представлены в формате «jpg». К датасету прилагается файл в формате «csv» с разметкой фотографий. Для обучения использовался фреймворк PyTorch и библиотека torchvision. В работе решается задача разнонаправленной классификации. Пример изображений из датасета представлен на рисунке 1.

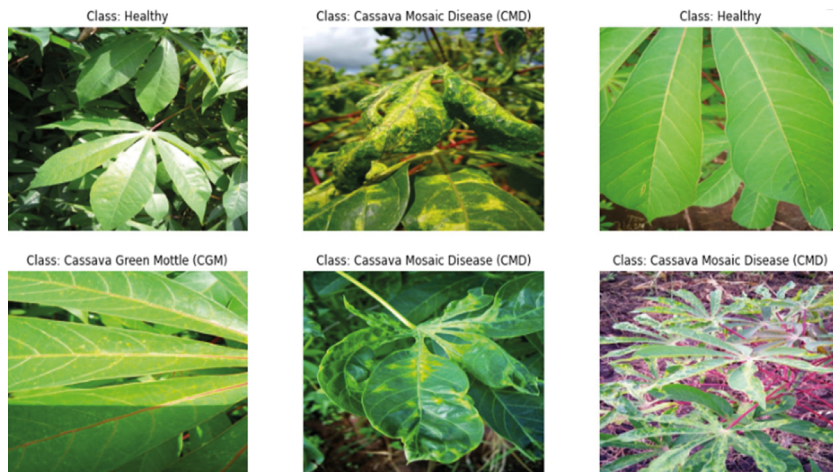


Рис. 1. Размеченные изображения из датасета (пример)

Для задачи классификации в работе была использована концепция «transfer learning». Если современные нейронные сети используют анализ простейших графических примитивов на нижних слоях, то концепция «transfer learning» зарекомендовала себя уже на многих более сложных задачах [7, 16]. Предобученная на большом количестве изображений нейронная сеть дает преимущество в стоимости и скорости обучения. Предобученная модель начинает процесс обучения не с нуля, а с заданных паттернов, которые были получены при решении другой задачи, которая сходна по своей природе с решаемой. Предварительно обученная модель обучается на большом эталонном наборе данных (как правило несколько десятков миллионов) для решения задачи, аналогичной классификации заболеваний маниоки. Была выбрана предобученная модель ResNet 50.

Ключевой особенностью многослойной сверточной нейронной сети ResNet (сокр. от англ. Residual Network, «Остаточная нейронная сеть») является то, что она использует пропуск соединений или ярлыки для перехода через некоторые слои [6]. Типичные модели ResNet реализуются с двух или трехслойными пропусками, которые содержат нелинейности (ReLU) и пакетную нормализацию между ними. ResNet 50 является вариантом модели ResNet, которая имеет в общей сложности 50 слоев.

Для увеличения общего количества датасета была использована технология аугментации изображений. Изображения для обучения были изменены до размеров 256×256 пикселей, а затем из этого изображения случайно выбирался квадрат размером 224×224 пикселя. Была применена технология зеркалирования по вертикальной центральной оси и поворот изображения до 15 градусов в обе стороны. Затем использовалась техника изменения яркости и добавления отблесков на изображениях. Методы аугментации данных часто используются вместе с традиционными алгоритмами машинного обучения или алгоритмами глубокого обучения для повышения точности классификации. Для аугментации данных использовалась библиотека Albumentations. Пример применения к изображению методов добавления “вырезки” (англ. dropout) показан на рисунке 2.

В работе использовался метод стохастического градиентного спуска (SGD). В качестве настройки гиперпараметра шага обучения было подобрано значение «lr=0.0005», которое вычислено опытным путем. В качестве функции потерь была выбрана перекрестная энтропия (CrossEntropyLoss) с мультиклассовой функцией оценки логарифмических потерь. В качестве алгоритма оптимизации был использован Адам.



Рис. 2. Аугментация изображения маниока технологией “dropout”

Датасет был разделен на три выборки: обучающая; проверочная; тестовая. Использовалась предварительно обученная модель ResNet 50, которая включала механизм переобучения последних слоев.

Результаты научных исследований показали, что точность классификации на тестовой выборке по метрике F1-score оказалась равной 0,93.

Обсуждение

Очень важно получить точный диагноз заболевания растений для предотвращения экономического ущерба из-за падения урожайности. Ранняя профилактика заболеваний маниока крайне важна для предотвращения проблем, с которыми можно столкнуться в будущем.

Интеллектуальная система компьютерного зрения, предназначенная для выявления заболеваний маниока по визуальным симптомам, могла бы оказать большую помощь. Учитывая широкое распространение у фермеров смартфонов с возможностью выхода в интернет и наличием фотокамеры, подобная система может повсеместно применяться на сельскохозяйственных полях по всему миру. Это не только приведет к улучшению качества и скорости постановки диагноза заболевания, поскольку хорошо обученные глубинные нейронные сети могут выполнять эти избыточные задачи не хуже людей, но и повышению производительности фермерских хозяйств. Данная работа основана на проблеме автоматизации классификации болезней маниока с использованием методов компьютерного зрения. Разработанная модель может быть рекомендована для практического применения в фермерских хозяйствах, которые выращивают маниок съедобный.

Заключение

Заболевания представляют собой серьезную угрозу для урожайности маниока. В данной работе демонстрируется техническая осуществимость глубокого обучения с использованием сверточного нейросетевого подхода для

автоматической диагностики заболеваний с помощью классификации изображений. Используя общедоступный набор данных из более 21000 изображений больных и здоровых листьев растений маниока, глубокая сверточная нейронная сеть обучается классифицировать наличие заболеваний 4 видов, достигая точности распознавания 93%. В данной работе был исследован подход применения методов глубокого обучения для автоматической классификации и обнаружения заболеваний маниока по изображениям листьев. Модель позволила отличить здоровые листья от различных заболеваний, которые можно визуально диагностировать. Была описана методика подготовки изображений для обучения и валидации, аугментация, процедура обучения сверточной нейронной сетью и настройкой гиперпараметров обучения.

Информация о конфликте интересов. Отсутствие конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Список литературы

1. Перов А.А., Пестунов А.И. О возможности применения свёрточных нейронных сетей к построению универсальных атак на итеративные блочные шифры // Прикладная дискретная математика. 2020. №3 (49). С. 46-57. <https://doi.org/10.17223/20710410/49/4>
2. Тутьгин В.С., Лелюхин Д.О. Система диагностики заболеваний листьев растений по фотоизображениям, полученным с помощью БПЛА // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием (г. Санкт-Петербург, 19-24 ноября 2018 г.). Политех-Пресс, 2019. С. 209-214.
3. Angie K. Reyes, Juan C. Caicedo, Jorge E. Camargo. Fine-tuning Deep Convolutional Networks for Plant Recognition // CLEF, 2015. <http://ceur-ws.org/Vol-1391/121-CR.pdf>
4. Cassava Leaf Disease Classification. Identify the type of disease present on a Cassava Leaf image. <https://www.kaggle.com/c/cassava-leaf-disease-classification/overview>
5. Fast and Accurate Detection and Classification of Plant Diseases / H. Al-Hiary, S. Bani-Ahmad, M. Reyalat, M. Braik and Z. ALRahamneh // International Journal of Computer Applications, March 2011, vol. 17, no. 1, pp. 31-38. <https://doi.org/10.5120/2183-2754>
6. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Las Vegas, NV, USA, 2016, pp. 770-778. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>

7. Identification and Recognition of Rice Diseases and Pests Using Convolutional Neural Networks / Rahman C. R., Arko P. S., Ali M. E., Khan M. A. I., Apon S. H., Nowrin F., Wasif A. // *Biosystems Engineering*, June 2020, vol. 194, pp. 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.03.020>
8. Khirade S.D., Patil A.B. Plant Disease Detection Using Image Processing // 2015 International Conference on Computing Communication Control and Automation, Pune, India, 2015, pp. 768-771, <https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2015.153>
9. Liu B., Zhang Y., He D., Li Y. Identification of Apple Leaf Diseases Based on Deep Convolutional Neural Networks // *Symmetry*, 2018, vol. 10, no. 1, 11. <https://doi.org/10.3390/sym10010011>
10. Mwebaze E., Gebru T., Frome A., Nsumba S., Tusubira J. iCassava 2019 Fine-Grained Visual Categorization Challenge. <https://arxiv.org/abs/1908.02900> (accessed 08.08.2019).
11. OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025, OECD Publishing, Paris, 2016. http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-en
12. Otim-Nape G.W., Alicai T., Thresh J.M. Changes in the incidence and severity of Cassava mosaic virus disease, varietal diversity and cassava production in Uganda // *Annals of Applied Biology*, 2001, vol. 138, no. 3, pp. 313-327. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2001.tb00116.x>
13. Phadikar S., Sil J. Rice disease identification using pattern recognition techniques // 2008 11th International Conference on Computer and Information Technology, Khulna, Bangladesh, 2008, pp. 420-423, <https://doi.org/10.1109/ICCITECHN.2008.4803079>
14. Revathi P., Hemalatha M. Classification of cotton leaf spot diseases using image processing edge detection techniques // 2012 International Conference on Emerging Trends in Science, Engineering and Technology (INCOSET), Tiruchirappalli, India, 2012, pp. 169-173, <https://doi.org/10.1109/INCOSET.2012.6513900>
15. Sagar A., Dheeba J. On Using Transfer Learning For Plant Disease Detection. <https://doi.org/10.1101/2020.05.22.110957>
16. Tea leaf diseases recognition using neural network ensemble / Karmokar B.C., Ullah M.S., Siddiquee M.K., Alam K.R. // *International Journal of Computer Applications*, March 2015. vol. 114, no. 17, pp. 27-30. <https://doi.org/10.5120/20071-1993>
17. Tete T.N., Kamlu S. Plant Disease Detection Using Different Algorithms // *Proceedings of the Second International Conference on Research in Intelligent and Computing in Engineering*, Vijender Kumar Solanki, Vijay Bhasker Semwal, Rubén González Crespo, Vishwanath Bijalwan (eds). ACSIS, 2017, vol. 10, pp. 103-106. <https://doi.org/10.15439/2017R24>

18. Osipov A.L., Bobrov L.K. The use of statistical models of recognition in the virtual screening of chemical compounds // *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*, 2012, vol. 46, no. 4, pp. 153-158. <https://link.springer.com/article/10.3103/S0005105512040024>

References

1. Perov A.A., Pestunov A.I. *Prikladnaya diskretnaya matematika*, 2020, no. 3 (49), pp. 46-57. <https://doi.org/10.17223/20710410/49/4>
2. Tutygin V.S., Lelyukhin D.O. *Nedelya nauki SPbPU: materialy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (g. Sankt-Peterburg, 19-24 noyabrya 2018 g.)* [SPbPU Week: proceedings of a scientific conference with international participation (St. Petersburg, November 19-24, 2018)]. Polytech-Press, 2019, pp. 209-214.
3. Reyes Angie K., Caicedo Juan C., Camargo Jorge E. Fine-tuning Deep Convolutional Networks for Plant Recognition. *CLEF*, 2015. <http://ceur-ws.org/Vol-1391/121-CR.pdf>
4. Cassava Leaf Disease Classification. Identify the type of disease present on a Cassava Leaf image. <https://www.kaggle.com/c/cassava-leaf-disease-classification/overview>
5. Al-Hiary H., Bani-Ahmad S., Reyalat M., Braik M., ALRahamneh Z. Fast and Accurate Detection and Classification of Plant Diseases. *International Journal of Computer Applications*, March 2011, vol. 17, no. 1, pp. 31-38. <https://doi.org/10.5120/2183-2754>
6. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition. *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Las Vegas, NV, USA, 2016, pp. 770-778. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>
7. Rahman C. R., Arko P. S., Ali M. E., Khan M. A. I., Apon S. H., Nowrin F., Wasif A. Identification and Recognition of Rice Diseases and Pests Using Convolutional Neural Networks. *Biosystems Engineering*, June 2020, vol. 194, pp. 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.03.020>
8. Khirade S.D., Patil A.B. Plant Disease Detection Using Image Processing. *2015 International Conference on Computing Communication Control and Automation*, Pune, India, 2015, pp. 768-771, <https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2015.153>
9. Liu B., Zhang Y., He D., Li Y. Identification of Apple Leaf Diseases Based on Deep Convolutional Neural Networks. *Symmetry*, 2018, vol. 10, no. 1, 11. <https://doi.org/10.3390/sym10010011>
10. Mwebaze E., Gebru T., Frome A., Nsumba S., Tusubira J. *iCassava 2019 Fine-Grained Visual Categorization Challenge*. <https://arxiv.org/abs/1908.02900> (accessed 08.08.2019).

11. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025*, OECD Publishing, Paris, 2016. http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-en
12. Otim-Nape G.W., Alicai T., Thresh J.M. Changes in the incidence and severity of Cassava mosaic virus disease, varietal diversity and cassava production in Uganda. *Annals of Applied Biology*, 2001, vol. 138, no. 3, pp. 313-327. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2001.tb00116.x>
13. Phadikar S., Sil J. Rice disease identification using pattern recognition techniques. *2008 11th International Conference on Computer and Information Technology*, Khulna, Bangladesh, 2008, pp. 420-423, <https://doi.org/10.1109/ICCITECHN.2008.4803079>
14. Revathi P., Hemalatha M. Classification of cotton leaf spot diseases using image processing edge detection techniques. *2012 International Conference on Emerging Trends in Science, Engineering and Technology (INCOSET)*, Tiruchirappalli, India, 2012, pp. 169-173, <https://doi.org/10.1109/INCOSET.2012.6513900>
15. Sagar A., Dheeba J. *On Using Transfer Learning For Plant Disease Detection*. <https://doi.org/10.1101/2020.05.22.110957>
16. Karmokar B.C., Ullah M.S., Siddiquee M.K., Alam K.R. Tea leaf diseases recognition using neural network ensemble. *International Journal of Computer Applications*, March 2015. vol. 114, no. 17, pp. 27-30. <https://doi.org/10.5120/20071-1993>
17. Tete T.N., Kamlu S. Plant Disease Detection Using Different Algorithms. *Proceedings of the Second International Conference on Research in Intelligent and Computing in Engineering*, Vijender Kumar Solanki, Vijay Bhasker Semwal, Rubén González Crespo, Vishwanath Bijalwan (eds). *ACSIS*, 2017, vol. 10, pp. 103-106. <https://doi.org/10.15439/2017R24>
18. Osipov A.L., Bobrov L.K. The use of statistical models of recognition in the virtual screening of chemical compounds. *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*, 2012, vol. 46, no. 4, pp. 153-158. <https://link.springer.com/article/10.3103/S0005105512040024>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Терещенко Сергей Николаевич, кандидат технического наук, заведующий кафедрой «Прикладная информатика», доцент
ФГБОУ Новосибирский государственный университет экономики и управления
ул. Каменская, 56, г. Новосибирск, Новосибирская область, 630099, Российская Федерация
sg12@ngs.ru

Перов Артём Андреевич, ассистент кафедры «Информационная безопасность»

ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»

ул. Б. Семеновская, 38, Москва, 107023, Российская Федерация

perov_artem@inbox.ru

Осипов Александр Леонидович, кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ Новосибирский государственный университет экономики и управления

ул. Каменская, 56, г. Новосибирск, Новосибирская область, 630099,

Российская Федерация

alosip@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Tereshchenko Sergei N., Cand. of Eng. Sc., Department Chair «Applied Informatics», Associate Professor

Novosibirsk State University of Economics and Management

56, Kamenskaya Str. 56, Novosibirsk, 630099, Russian Federation

sg12@ngs.ru

ORCID: 0000-0003-2309-8445

SPIN-code: 2036-7632

Perov Artem A., Assistant Professor of the Department «Information Security»

Moscow Polytechnic University

38, Bolshaya Semyonovskaya Str., Moscow, 107023, Russian Federation

perov_artem@inbox.ru

ORCID: 0000-0003-3401-7751

SPIN-code: 8592-6975

Osipov Alexander L., Cand. of Eng. Sc., Associate Professor

Novosibirsk State University of Economics and Management

56, Kamenskaya Str. 56, Novosibirsk, 630099, Russian Federation

alosip@mail.ru

ORCID: 0000-0002-1809-9147

SPIN-code: 5697-8004

Scopus Author ID: 7202978114

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-156-173

УДК 636.2.03

ПРОДУКТИВНЫЕ И НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕНОФОНДНОЙ ПОРОДЫ СКОТА САЛЕРС В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

О.М. Шевелёва, М.А. Часовщикова, С.Ф. Суханова

Развитие мясного скотоводства определяется породным составом животных, поэтому изучение продуктивных качеств в период адаптации породы салерс в условиях Западной Сибири представляет научный и практический интерес.

Материал и методы. *Изучены продуктивные качества и экстерьер коров породы салерс в возрасте 3, 4 и 5 лет, принадлежащих к разным эколого-географическим генерациям (от нулевой до пятой). Живая масса определялась при взвешивании животных, экстерьер изучен при измерении животных и вычислением индексов телосложения. Исследования крови – по методике В.Т. Самохина, П.Е. Петрова, И.М. Белякова и др. (1981). Исследования микросателлитной ДНК проведены по 15 локусам, экспериментальный материал обработан методом вариационной статистики (Н.А. Плохинский, 1969) с использованием программного приложения Microsoft Excel.*

Результаты. *Установлено, что новые эколого-географические условия не сказались отрицательно на живой массе и экстерьере животных. У коров при разведении в условиях Западной Сибири произошло уменьшение роста и ширины груди. При изучении морфологического и биохимического состава крови коров разных генераций существенных отличий по содержанию эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина между генерациями не выявлено. Наибольшей полиморфностью характеризовались локусы TGLA 227 и INRA 23, включающие по 10 эффективных аллелей. Уровень ожидаемой гетерозиготности обследованных локусов высокий и составляет – 0,834.*

Заключение. *Таким образом, разведение крупного рогатого скота породы салерс в условиях Западной Сибири не сказалось отрицательно на продуктивных и биологических особенностях животных этой породы, поэтому можно рекомендовать эту породу для более широкого разведения в Западной Сибири.*

Ключевые слова: *порода; салерс; живая масса; промеры; микросателлитная ДНК; генерация*

Для цитирования. Шевелёва О.М., Часовщикова М.А., Суханова С.Ф. Продуктивные и некоторые биологические особенности генофондной породы скота салерс в условиях Западной Сибири // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 1. С. 156-173. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-156-173

PRODUCTIVE AND SOME BIOLOGICAL FEATURES OF THE SALERS CATTLE GENE POOL IN THE CONDITIONS OF WESTERN SIBERIA

O.M. Sheveleva, M.A. Chasovshchikova, S.F. Sukhanova

The development of beef cattle breeding is determined by the breed composition of animals. Therefore, the study of productive qualities during the adaptation of the Salers breed in the conditions of Western Siberia is of scientific and practical interest.

Materials and methods. *The productive qualities and conformation of Salers cows at the age of 3, 4 and 5 years, belonging to different ecological-geographical generations (from zero to fifth), were studied. Live weight was determined by weighing animals, the exterior was studied by measuring animals and calculating body build indices. Blood tests according to V.T. Samokhin, P.E. Petrova, I.M. Belyakova et al. (1981). The studies of microsatellite DNA were carried out at 15 loci, the experimental material was processed by the method of variation statistics (N.A. Plokhinsky, 1969) using the Microsoft Excel software application.*

Results. *It was found that the new ecological and geographical conditions did not adversely affect the live weight and conformation of animals. In cows, when breeding in Western Siberia, there was a decrease in the growth and width of the chest. When studying the morphological and biochemical composition of the blood of cows of different generations, no significant differences in the content of erythrocytes, leukocytes and hemoglobin were found between generations. The loci TGLA 227 and INRA 23, each containing 10 effective alleles, were characterized by the highest polymorphism. The level of expected heterozygosity of the examined loci is high and amounts to 0.834.*

Conclusion. *Thus, the breeding of Salers cattle in the conditions of Western Siberia did not negatively affect the productive and biological characteristics of the animals of this breed, therefore, this breed can be recommended for wider breeding in Western Siberia.*

Keywords: *breed; Salers; live weight; measurements; microsatellite DNA; generation*

For citation. *Sheveleva O.M., Chasovshchikova M.A., Sukhanova S.F. Productive and Some Biological Features of the Salers Cattle Gene Pool in the Conditions of Western Siberia. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 156-173. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-156-173*

Введение

Дальнейшее развитие мясного скотоводства зависит не только от наличия кормовых ресурсов и прогрессивных технологий, но и во многом определяется породой скота [1]. Многообразие пород скота, по мнению И.М. Дунина, С.Е. Тяпугина, Л.А. Калашниковой и др. (2019) [7] обеспечивает создание генетического резерва для решения непредвиденных задач, которые могут возникнуть в будущем. Специфические природные условия Западной Сибири (наличие гнуса, ограниченная инсоляция, низкие температуры в зимний период) создают трудности при использовании интенсивных пород скота [13, 15]. Для разведения животных в таких условиях необходимы животные, которые резистентны к заболеваниям, отличаются длительным сроком хозяйственного использования и достаточно высокими продуктивными качествами. Поэтому изучение адаптации крупного рогатого скота породы салерс, которая является генофондной для Российской Федерации, актуально. Для сохранения генетического разнообразия в популяции скота генофондной породы необходимо использовать микросателлитный анализ ДНК [16, 19, 20]. О необходимости сочетать традиционные методы селекции при работе с мясными породами скота с молекулярно-генетическими отмечает в своей работе М.П. Дубовская (2020) [6] и другие исследователи [3, 17].

В Тюменской области создан единственный в стране племенной репродуктор по разведению крупного рогатого скота породы салерс [14], а с 2020 года – это генофондное хозяйство. Для сохранения этой породы в отдельном стаде необходима четко организованная система разведения. В период с 2002 года нами проводился мониторинг продуктивных и биологических особенностей животных в период их акклиматизации в условиях Западной Сибири. В настоящее время проанализированы продуктивные показатели шести генераций породы салерс.

Цель исследований: изучить продуктивные и некоторые биологические особенности крупного рогатого скота породы салерс разных генетико-экологических генераций.

Материал и методы

Исследования проведены в период с 2002 по 2019 гг. в ООО «Тюменская мясная компания» и ООО «Бизон» Тюменской области. Объектом исследования являлся крупный рогатый скот породы салерс в количестве 806 голов. Были изучены хозяйственные и биологические признаки животных в условиях Западной Сибири. В процессе обследования породы

нами проведено сравнение показателей животных нулевой генерации с показателями последующих генераций. К нулевой генерации были отнесены животные интродуцированные из Франции. Последующие поколения животных были отнесены к первой, второй, третьей и т. д. генерациям.

Живую массу определяли взвешиванием животных в августе-сентябре при проведении бонитировки. Кровь животных для изучения гематологических показателей брали из подхвостовой вены в вакуумную пробирку. Морфологический и биохимический состав крови определяли в аккредитованных лабораториях Тюменской областной ветеринарной лаборатории и клинико-диагностической лаборатории ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья» (г. Тюмень). Исследования проводили по методическим указаниям В.Т. Самохина, П.Е. Петрова, И.М. Белякова и др. (1981) [9].

Экстерьерные особенности изучены посредством взятия промеров тела животных. Измерение проводили по общепринятым методикам с последующим расчетом индексов телосложения.

Исследования микросателлитной ДНК проведены по 15 локусам в Центре геномных технологий ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья» (г. Тюмень). В качестве биологического материала для выделения ДНК использовали образцы стабильной крови от 64 коров. Набор маркеров для анализа включал микросателлиты: BM 1818, BM 1824, BM 2113, CSRM 60, CSSM 66, ETH 3, ETH 10, ETH 225, ILST 6, INRA 023, SPS 115, TGLA 53, TGLA 122, TGLA 126, TGLA 227.

Полученный экспериментальный материал обработан методом вариационной статистики (Н.А. Плохинский, 1969) с использованием программного приложения Microsoft Excel.

Результаты

Живая масса в мясном скотоводстве – один из главных селекционных признаков. Живая масса коров породы салерс разных генераций представлена в таблице 1.

У животных первой генерации по сравнению с завезенными животными произошло незначительное уменьшение живой массы коров в возрасте 3 и 4 года, но при этом у коров в возрасте 5 лет и старше живая масса оказалась больше по сравнению с нулевой генерацией на 11 кг. Начиная со второй генерации, достоверно увеличивается живая масса коров всех возрастов. В возрасте 3 года наибольшая живая масса наблюдается у коров третьей генерации – 666,3 кг, что больше по сравнению с животными нулевой генерации на 119,6 кг ($P \geq 0,999$). У коров старших возрастов

наибольшая живая масса зафиксирована в возрасте 5 лет и старше. Так, у коров в 4 года она составила 698,2 кг, что больше по сравнению со сверстницами нулевой генерации на 100,8 кг ($P \geq 0,999$), у полновозрастных коров, соответственно на 88,0 кг ($P \geq 0,999$). Необходимо отметить, что во все возрастные периоды коровы всех генераций по величине живой массы значительно превосходили требования для отнесения животных к классу элита-рекорд, изложенные в «Порядке и условиях проведения бонитировки крупного рогатого скота мясного направления продуктивности» (2010) [10]. Из этого следует, что новые условия не отразились отрицательно на живой массе коров породы салерс в процессе адаптации.

Таблица 1.

Живая масса коров

Генерация	Возраст, лет					
	3		4		5 и старше	
	n	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	n	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	n	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
Нулевая	175	546,7 \pm 4,53	175	597,4 \pm 3,98	175	613,9 \pm 4,15
Первая	252	543,9 \pm 4,58	252	543,9 \pm 4,58 ³	183	624,9 \pm 5,32
Вторая	117	565,6 \pm 5,76 ¹	113	627,7 \pm 4,58 ³	87	641,6 \pm 4,93 ³
Третья	106	666,3 \pm 15,20 ³	103	671,3 \pm 14,61 ³	101	674,6 \pm 29,60 ²
Четвертая	86	656,0 \pm 27,10 ³	85	685,1 \pm 10,01 ³	79	689,9 \pm 10,90 ³
Пятая	80	664,3 \pm 16,50 ³	80	698,2 \pm 8,81 ³	78	701,9 \pm 7,50 ³

Примечание – ¹ $P > 0,95$; ² $P > 0,99$; ³ $P > 0,999$ по сравнению с нулевой генерацией, здесь и далее.

Экстерьер животных мясного направления тесно связан с мясной продуктивностью. Одним из методов оценки экстерьера является измерение животных. Промеры коров разных генераций приведены в таблице 2.

При сравнительном анализе абсолютных величин промеров тела коров разных генераций отметили, что у животных в процессе адаптации к условиям Западной Сибири произошло уменьшение роста, о чем свидетельствуют изменения высотных промеров. Так, высота в холке коров третьей генерации составила 128,0 см, что меньше на 2,0 см ($P \geq 0,95$) по сравнению со сверстницами нулевой генерации. Высота в крестце также уменьшилась, коровы первой и второй генераций, характеризовались меньшей ее величиной на 4,0 см ($P \geq 0,999$), третьей генерации на 2,0 см ($P \geq 0,95$) по сравнению со сверстницами нулевой генерации. Таким образом, разведение животных в новых условиях привело к некоторому снижению высотных промеров.

Глубина груди достоверно меньше была у коров первой генерации на 2,0 см ($P \geq 0,99$), а ширина груди у первой и второй генераций на 2,0 см ($P \geq 0,99 \dots 0,999$) по сравнению со сверстницами из нулевой генерации.

У животных четвертой генерации произошло достоверное увеличение ширины в маклаках на 1,0 см ($P \geq 0,95$), косой длины зада на 3,0 см ($P \geq 0,999$). Значительно увеличился полуобхват зада на 8,0 см ($P \geq 0,999$), но при этом на 1-2 см уменьшилась ширина в седалищных буграх у коров второй, третьей и четвертой генераций. Достоверно увеличилась толщина кожи. Необходимо также отметить, что животные четвертой и пятой генераций имели хорошо развитую мускулатуру.

Таким образом, разведение коров в новых условиях отразилось на величине их промеров, уменьшились высотные промеры, но при этом увеличились промеры полуобхвата зада и косой длины зада.

Таблица 2.

Промеры телосложения коров породы салерс после первого отёла
($\bar{X} \pm S\bar{x}$), см

Промер	Генерация				
	нулевая (n=170)	первая (n=162)	вторая (n=57)	третья (n=62)	четвертая (n=54)
Высота в холке	130 ± 0,42	129 ± 0,51	129 ± 0,82	128 ± 0,60 ²	130 ± 0,50
Высота в крестце	138 ± 0,41	134 ± 0,50 ³	134 ± 1,00 ³	136 ± 0,80 ¹	137 ± 0,50
Глубина груди	63 ± 0,41	61 ± 0,51 ²	63 ± 0,79	63 ± 0,40	64 ± 0,58
Ширина груди	39 ± 0,31	37 ± 0,31 ³	37 ± 0,62 ²	38 ± 0,29 ¹	38 ± 0,21 ²
Ширина в маклаках	48 ± 0,40	46 ± 0,41 ³	48 ± 0,88	49 ± 0,80	49 ± 0,21 ¹
Ширина в седалищных буграх	33 ± 0,21	31 ± 0,21 ³	32 ± 0,30 ²	32,0 ± 0,20 ³	32 ± 0,40 ¹
Косая длина туловища	150 ± 0,71	148 ± 0,70 ¹	147 ± 1,00 ¹	148 ± 0,50 ¹	147 ± 0,41 ³
Косая длина зада	49 ± 0,21	51 ± 0,20 ³	51 ± 0,30 ³	52 ± 0,30 ³	52 ± 0,40 ³
Обхват груди	192 ± 0,70	190 ± 0,70 ¹	191 ± 1,20	192 ± 0,50	192 ± 0,41
Полуобхват зада	112 ± 0,41	118 ± 0,80 ³	120 ± 0,90 ³	119 ± 0,81 ³	120 ± 0,51 ³
Толщина кожи	0,64 ± 0,01	0,70 ± 0,01 ³	0,70 ± 0,01 ³	0,6 ± 0,01 ²	0,7 ± 0,02 ²

Для установления соотношения между промерами мы провели расчет индексов телосложения коров (таблице 3).

Индексы телосложения свидетельствуют о том, что коровы в результате разведения в новых условиях стали менее длинноногими, о чем свидетельствует индекс длинноности, который уменьшился у коров четвертой и пятой генераций. Туловище животных стало более бочкообразным с вы-

раженной крутореберностью, о чем свидетельствует грудной индекс у коров четвертой генерации, снизилась величина тазогрудного индекса, но при этом увеличился индекс массивности.

Таблица 3.

Индексы телосложения коров первого отела ($\bar{X} \pm S\bar{x}$), %

Индекс	Генерация (n=15)				
	нулевая	первая	вторая	третья	четвертая
Длинноногости	51,6 ±0,32	52,8±0,46 ¹	51,0 ±0,49	50,8±0,51	50,8±0,44
Растянутости	115,7±0,51	115,2±0,51	114,2±0,95	113,6±0,54 ²	113,1±0,81 ²
Грудной	62,4 ±0,43	60,8±0,65 ¹	59,3±0,79 ³	60,3±0,62 ²	59,4±0,64 ³
Тазогрудной	81,3 ±0,64	80,0 ±0,77	77,3±1,35 ²	77,6±0,68 ³	77,6±0,89 ³
Сбитости	128,0±0,58	128,5±0,54	130,0±1,13	129,7±0,54 ¹	130,6±0,49 ³
Перерослости	106,0±0,21	104,2±0,23 ³	103,9±0,38 ³	106,3±0,26	105,4±0,34
Массивности	148,1± 0,57	147,9± 0,51	148,5 ±0,89	150,0±0,68 ¹	147,0±0,87
Мясности	86,3±0,38	91,3 ±0,57 ³	92,9 ±0,64 ³	92,3±0,48 ³	92,3±0,65 ³

Среди методов объективной оценки интерьера крупного рогатого скота значительную роль играет исследование крови. При изучении морфологического и биохимического состава крови коров разных генераций в возрасте первой лактации в условиях Западной Сибири существенных отличий по содержанию эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина не выявлено. Хотя наблюдается общая тенденция повышения уровня эритроцитов крови от нулевой к третьей генерации, а также уровня лейкоцитов у особей второй и третьей генераций. Содержание общего белка крови во всех группах соответствовало физиологической норме (таблица 4). Все выявленные отличия между генерациями статистически не достоверны и могут рассматриваться только как тенденция. Полученный материал может служить базой сравнения при более длительном изучении особенностей породы салерс и разработки методов ее улучшения и совершенствования.

Традиционные подходы, которые применяются при селекции скота с целью сохранения генофондных пород, в последние десятилетия дополняются генетическими методами. Для решения вопроса о сохранении той или иной породы скота очень важно знать ее генетическую структуру.

Для генетической экспертизы провели оценку породы салерс по 15 микросателлитным локусам ДНК. В результате установили 100 аллелей, диапазон размеров которых варьировал от 77 до 296 п.н. В изучаемых локусах идентифицировано от 3 до 10 аллелей. Среднее число аллелей на локус составило 6,7. Число аллелей характеризует вариабельность гене-

тического потенциала, и чем их число больше, тем выше вариабельность популяции. Число аллелей в локусе указывает на его информативность. Более объективным показателем информативности можно считать число эффективных аллелей на локус или уровень полиморфности, величина которого составила в обследованной группе коров 4,8 единицы (таблица 5).

Таблица 4.

**Морфологический и биохимический состав крови коров
в возрасте первой лактации ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)**

Показатель	Генерация (n = 3)			
	нулевая	первая	вторая	третья
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	$5,7 \pm 0,47$	$6,3 \pm 0,41$	$7,3 \pm 0,61$	$7,4 \pm 0,52$
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	$7,4 \pm 0,69$	$6,5 \pm 0,88$	$8,7 \pm 0,35$	$8,1 \pm 0,29$
Гемоглобин, г/л	$98,1 \pm 4,38$	$106,6 \pm 5,56$	$101,8 \pm 0,47$	$102,1 \pm 0,36$
Белок общий, г/л	$68,8 \pm 1,64$	$68,4 \pm 1,81$	$64,7 \pm 1,57$	$65,2 \pm 1,59$
Альбумин, г/л	$36,4 \pm 1,13$	$41,3 \pm 0,68^!$	$38,7 \pm 1,50$	$39,1 \pm 1,2$

Таблица 5.

Характеристика полиморфизма STR-локусных микросателлитов

Локус	Аллели	Число аллелей на локус	Число эффективных аллелей на локус
BM 1818	258 - 270	7	5,0
BM 1824	178 - 190	6	3,7
BM 2113	127 - 143	7	3,6
CSRM 60	92 - 104	6	5,0
CSSM 66	183 - 199	8	6,3
ETH 3	117 - 131	7	4,0
ETH 10	217 - 223	4	2,3
ETH 225	140 - 150	6	3,5
ILST 006	286 - 296	6	6,0
INRA 023	198 - 220	10	10,0
SPS 115	248 - 260	5	3,5
TGLA 53	154 - 176	9	3,5
TGLA 122	143 - 161	6	3,8
TGLA 126	115 - 123	3	2,0
TGLA 227	77 - 97	10	10,0
\bar{x}	-	6,7	4,8
$S_{\bar{x}}$	-	0,51	0,62

Из всех исследованных локусов минимальным значением полиморфности обладал TGLA 126 – 2,0 единицы, общее количество локусов с наименьшей, чем в среднем, информативностью составляло 9 из 15. Наибольшей полиморфностью характеризовались локусы INRA 023 и TGLA227 с числом эффективных аллелей равным 10. В число локусов с высокой информативностью вошли также BM 1818, CSRM 60, CSSM 66, ILST 6 – от 5,0 до 6,0 единиц.

Частоты встречаемости аллелей в группе коров колебались от 0,008 до 0,719. В частности, наибольшей частотой (более 0,50) отличались аллели 117 (локус ETH 3), 266 (BM 1818), 115 (TGLA 126), 248 (SPS 115) и 102 (локус CSRM 60). Самыми низкими частотами (менее 0,01) характеризовались аллели 190 (BM 1824), 98 (CSRM60), 131 (ETH 3), 223 (ETH 10), 142 (ETH 225), 183 (CSSM 66) и 216 (INRA 23).

Уровень аллельного разнообразия точнее отражает ожидаемая гетерозиготность. Нами рассчитана наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность исследуемых локусов (таблица 6).

Таблица 6.

Гетерозиготность локусных микросателлитов

Локус	Наблюдаемая гетерозиготность (H _o)	Ожидаемая гетерозиготность (H _e)
BM 1818	0,889	0,465
BM 1824	0,727	0,741
BM 2113	0,722	0,776
CSRM 60	0,875	0,624
CSSM 66	0,842	0,758
ETH 3	0,750	0,513
ETH 10	0,571	0,668
ETH 225	0,714	0,722
ILST 006	0,833	0,667
INRA 023	0,920	0,790
SPS 115	0,714	0,465
TGLA 53	0,714	0,900
TGLA 122	0,733	0,705
TGLA 126	0,500	0,597
TGLA 227	0,909	0,782
\bar{x}	0,761	0,834
$S_{\bar{x}}$	0,030	0,050

Наибольшим уровнем наблюдаемой гетерозиготности обследованная группа коров характеризовалась в локусах INRA23 – 0,920 и TGLA227 – 0,909, а наименьшим в локусе TGLA 126 – 0,500. В свою очередь, ожидаемая гетерозиготность в локусе TGLA 53 оказалась наибольшей и составляла 0,900, а наименьшей она была в локусах BM 1818 и SPS 115 – 0,465. Средний уровень фактической и ожидаемой гетерозиготности по всем контролируемым локусам составлял 0,761 и 0,834 соответственно. Таким образом, обследованное поголовье коров породы салерс в целом характеризуется высокой степенью гетерозиготности, что в той или иной степени обуславливает успешность животных к адаптации.

Закономерности, установленные при адаптации коров в условиях Западной Сибири, совпадают с результатами, полученными на этой же породе, но в условиях центрально-черноземного региона России [2], и ранее проведенными исследованиями в той же климатической зоне [12].

Наши исследования по изучению экстерьера частично совпадают с данными, полученными в аналогичных испытаниях, Д.Р. Гильмановым, И.В. Мироновой, А.Ф. Шариповой (2013) [4], Г.М. Долженковой, Е.Н. Черенковым (2019) [5].

Результаты гематологических исследований могут использоваться как база сравнения при дальнейшем распространении породы, они частично совпадают с результатами, полученными на помесных животных с породой салерс [11], а также с другими породами мясного скота, разводимого в этой же природной зоне [8, 18].

Заключение

Изучение продуктивных и биологических особенностей нескольких поколений скота породы салерс в Западной Сибири показало, что животные успешно адаптировались в новых условиях. Установлено, что у коров местных репродукций произошло увеличение живой массы. Так, живая масса коров пятой генерации в возрасте 3 лет достоверно увеличилась на 117,6 кг, в возрасте 4 лет – на 100,8 кг и в возрасте 5 лет – на 88,0 кг ($P \geq 0,99$). По величине этого показателя животные соответствуют классу элита-рекорд.

Новые условия оказали влияние на экстерьер животных. У коров при разведении в условиях Западной Сибири произошло уменьшение роста и ширины груди. Высота в холке у животных третьей генерации составила 128,0 см, что меньше на 2,0 см ($P \geq 0,99$) по сравнению с животными нулевой генерации, высота в крестце у коров первой и второй генерации

была меньше на 4,0 см ($P \geq 0,999$) по сравнению со сверстницами нулевой генерации, третьей генерации на 2,0 см ($P \geq 0,95$) соответственно. Ширина груди уменьшилась у животных первой и второй генераций на 2,0 см ($P \geq 0,99 \dots 0,999$). Но при этом, у животных четвертой генерации произошло достоверное увеличение ширины в маклаках на 1,0 см ($P \geq 0,95$), косой длины зада на 3,0 см ($P \geq 0,999$). Значительно увеличился полуобхват зада на 8,0 см ($P \geq 0,999$).

При изучении морфологического и биохимического состава крови коров разных генераций в условиях Западной Сибири существенных отличий между генерациями не выявлено. Полученный материал может служить базой сравнения при более длительном изучении особенностей породы салерс и разработки методов ее улучшения и совершенствования.

Исследование генетической структуры поголовья салерской породы по 15 микросателлитным локусам показало присутствие 100 аллелей с длиной от 77 до 296 п.н. Среднее число аллелей на локус составило 6,7. Наибольшей полиморфностью характеризовались локусы TGLA 227 и INRA 23, включающие по 10 эффективных аллелей. Уровень ожидаемой гетерозиготности обследованных локусов высокий и составляет 0,834, что положительно сказывается на процессе адаптации животных породы салерс к суровым условиям Западной Сибири.

Список литературы

1. Амерханов Х.А., Мирошников С.А., Костюк Р.В., Дунин Н.М., Легошин Г.П. Проект концепции устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации на период до 2030 года // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1 (97). С. 7-12.
2. Востроилов А.В., Саенко С.В. Мясная продуктивность выбракованных коров породы салерс в условиях центрально-черноземного региона Российской Федерации // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 3 (62). С. 56-59. http://www.mgau.ru/sciense/journal/PDF_files/vestnik_3_2020.pdf
3. Герасимов Р.П., Колпаков В.И., Джуламанов К.М., Лапшина А.А. Влияние однонуклеотидных полиморфизмов LEP C528T и LEP C73T гена лептина на оценку качества туш и выход мясных отрубов у коров и тёлочек абердин-ангусской породы // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103, № 4. С. 96-108. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-4-96>
4. Гильманов Д.Р., Миронова И.В., Шарипова А.Ф. Линейный рост молодняка черно-пестрой породы и ее помесей с породой салерс // Мате-

- риалы 9-й международной научно-практической конференции. Уфа: Башкирский ГАУ, 2013. С. 26-29. http://www.rusnauka.com/3_ANR_2013/Agricole/4_126412.doc.htm
5. Долженкова Г.М., Черненко Е.Н. Эффективность выращивания бычков черно-пестрой породы и ее двух-трехпородных помесей с салерсами, обраками и голштинами // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2 (98). С. 73-76.
 6. Дубовскова М.П. Особенности селекции скота герефордской породы внутрипородного типа Дмитриевский Северо-Кавказской популяции с учетом полиморфизма GH (L127V) и LEP/A80V // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103, № 4. С. 85-95. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-4-85>
 7. Дунин И.М., Тяпугин С.Е., Калашникова Л.А., Мещеров Р.К., Князева Т.А., Ходыков В.П., Аджибеков В.К., Калашникова А.Е., Мещеров Ш.Р. Генофонд молочного скота в России: состояние и перспективы сохранения и использования // Зоотехния. 2019. № 5. С. 2-6. <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.18.21.001>
 8. Мамаев И.И., Миронова И.В., Долженкова Г.М., Косилов В.И. Продуктивные качества молодняка черно-пестрой породы и ее двух и трехпородных помесей // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (63). С. 128-130.
 9. Самохин В.Т. Методические указания по применению унифицированных биохимических методов исследования крови, мочи и молока в ветеринарных лабораториях / В.Т. Самохин, П.Е. Петров, И.М. Беляков, И.П. Кондрахин, П.Т. Лебедев, В.П. Радченков, В.Я. Антонов. М., 1981. 87 с.
 10. Порядок и условия проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности, утвержденные приказом Минсельхоза России от 2 августа 2010 г. № 270. <https://docs.cntd.ru/document/902232494> (дата обращения: 04.12.2020).
 11. Тагиров Х.Х. Макулова А.Б., Белоусов А.М. Гематологические показатели молодняка бестужевской породы и ее помесей с салерсами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (330). С. 114-116.
 12. Шевелёва О.М., Бахарев А.А. Адаптация и хозяйственно-биологические особенности мясного скота в Тюменской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2009. № 2 (194). С. 63-70.
 13. Шевелёва О.М. Результаты использования породных ресурсов крупного рогатого скота при производстве говядины в Тюменской области // Вестник АПК Ставрополя. 2018. № 2 (30). С. 97-101. <https://doi.org/10.31279/2222-9345-2018-7-30-97-101>

14. Bakharev A.A., Sheveleva O.M., Fomintsev K.A., Grigoryev K.N., Koshchaev A.G., Amerkhanov K.A., Dunin I.M. Biotechnological Characteristics of Meat Cattle Breeds in the Tyumen Region // *J. Pharm. Sci. & Res.*, 2018, vol. 10, no. 9, pp. 2383-2390. <https://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol10Issue09/jpsr10091857.pdf>
15. Bakharev A.A., Sheveleva O.M., Chasovshchikova M.A., Aleksandrova S.S., Sukhanova S.F., Koshchaev A.G. Milk yield and milk productivity of meat cow breeds of the Northern Trans-Urals // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 624, International Conference on World Technological Trends in Agribusiness 4-5 July 2020, Omsk City, Western Siberia, Russian Federation. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012097>
16. Lusk J.L. Association of single nucleotide polymorphism in the leptin gene with body weight and backfat growth curve parameters for beef cattle // *Journal of Animal Science*, 2007, vol. 85, no. 8, pp. 1865-1872. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-665>
17. Sedykh T.A., Kalashnikova L.A., Gusev I.V., Pavlova I.Yu., Gizatullin R.S., Dolmatova I.Yu., Influence of TG5 and LEP gene polymorphism on quantitative and qualitative meat composition in beef calves // *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 2016, vol. 30, no. 2, pp. 41-48. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2016.121382>
18. Sukhanova S.F., Alekseeva E.I., Lushnikov N.A., Leshchuk T.L., Koshelev S.N., Uskov G.E., Pozdnyakova N.A., Dostovalova L.G. Productive qualities of cattle depending on the breed // *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, 2018, no. 3, pp. 419-427. http://www.tojdac.org/tojdac/VOL-UME8-MRCHSPCL_files/tojdac_v080MSE149.pdf
19. Tait R.G., Shackelford S.D., Wheeler T.L., King D.A., Keele J.W., Casas E., Smith T.R.L., Bennett G.L. CARN1, CAST, and DGAT1 genetic effects on preweaning performance, carcass quality traits, and residual variance of tenderness in a beef cattle population selected for haplotype and allele equalization // *Journal of Animal Science*, 2014, vol. 92, no. 12, pp. 5382-8393. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8211>
20. Chasovshchikova M.A., Sheveleva O.M., Svjazhenina M.A., Tatarkina N.I., Satkeeva A.B., Bakharev A.A., Ponomareva E.A., Koshchaev A.G. Relationship between the genetic variants of kappa-casein and prolactin and the productive-biological characteristics of cows of the blackmotley breed // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, vol. 9, no. 7, pp. 1038-1044. <http://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol9Issue07/jpsr09071704.pdf>

References

1. Amerhanov H.A., Miroshnikov S.A., Kostyuk R.V., Dunin N.M., Legoshin G.P. Proekt koncepcii ustojchivogo razvitiya myasnogo skotovodstva v Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda [Draft concept for the sustainable development of beef cattle breeding in the Russian Federation for period up to 2030]. *Vestnik myasnogo skotovodstva* [Herald of Beef Cattle Breeding], 2017, no. 1 (97), pp. 7-12.
2. Vostroilov A.V., Saenko S.V. Myasnaya produktivnost' vybrakovannyh korov porody salers v usloviyah central'no-chernozemnogo regiona Rossijskoj Federacii [Meat productivity of culled salers cows in the central black earth region of the Russian Federation]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University], 2020, no. 3 (62), pp. 56-59. http://www.mgau.ru/sciense/journal/PDF_files/vestnik_3_2020.pdf
3. Gerasimov R.P., Kolpakov V.I., Dzhulamanov K.M., Lapshina A.A. Vliyanie odnukleotidnyh polimorfizmov LEP C528T i LEP C73T gena leptina na ocenku kachestva tush i vyhod myasnyh otrubov u korov i telok aberdin-angusskoj porody [Influence of single nucleotide polymorphisms LEP C528T and LEP C73T of the leptin gene on the assessment of the quality of carcasses and the yield of meat cuts in the angus cows and heifers]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Fodder Production], 2020, vol. 103, no. 4, pp. 96-108. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-4-96>
4. Gil'manov D.R., Mironova I.V., Sharipova A.F. *Linejnyj rost molodnyaka cherno-pestroj porody i ee pomesej s porodoj salers* [Linear growth of young black-and-white breed and its crosses with the salers breed]. Ufa: Bashkirskij GAU Publ., 2013, pp. 26-29. http://www.rusnauka.com/3_ANR_2013/Agri-cole/4_126412.doc.htm
5. Dolzhenkova G.M., Chernenkov E.N. Effektivnost' vyrashchivaniya bychkov cherno-pestroj porody i ee dvuh-trekhporodnyh pomesej s salersami, obrakami i golshтинami [Breeding efficiency of black spotted bulls and their twoand three-breed crosses with salers, aubrac and Holstein cattle]. *Vestnik myasnogo skotovodstva* [Herald of Beef Cattle Breeding], 2017, no. 2 (98), pp. 73-76.
6. Dubovskova M.P. Osobennosti selekcii skota gerefordskoj porody vnutriporodnogo tipa Dmitrievskij Severo-Kavkazskoj populyacii s uchetom polimorfizma GH (L127V) i LEP/A80V [Breeding peculiarities of Hereford cattle of the intra-breed type Dmitrievsky, North-Caucasian population, taking into account polymorphism GH (L127V) and LEP/A80V]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Fodder Production], 2020, vol. 103, no. 4, pp. 85-95. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-4-85>

7. Dunin I.M., Tyapugin S.E., Kalashnikova L.A., Meshcherov R.K., Knyazeva T.A., Hodykov V.P., Adzhibekov V.K., Kalashnikova A.E., Meshcherov Sh.R. Genofond molochnogo skota v Rossii: sostoyanie i perspektivy sohraneniya i ispol'zovaniya [Genefund of dairy cattle breeds of domestic selection: preservation and use perspectives]. *Zootekhnika* [Zootechnika], 2019, no. 5, pp. 2-6. <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.18.21.001>
8. Mamaev I.I., Mironova I.V., Dolzhenkova G.M., Kosilov V.I. Produktivnye kachestva molodnyaka cherno-pestroj porody i ee dvuh i trekhporodnyh pomesej [Productive qualities of young black-spotted cattle and their double-and-triple cross hybrids]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], 2017, no. 1 (63), pp. 128-130.
9. Samohin V.T., Petrov P.E., Belyakov I.M., Kondrahin I.P., Lebedev P.T., Radchenkov V.P., Antonov V.Ya. *Metodicheskie ukazaniya po primeneniyu unificirovannyh biohimicheskikh metodov issledovaniya krovi, mochi i moloka v veterinarnykh laboratoriyah* [Methodical recommendation for the use of unified biochemical methods for the study of blood, urine and milk in veterinary laboratories]. Moscow, 1981, 87 p.
10. *Poryadok i usloviya provedeniya bonitirovki plemennogo krupnogo rogatogo skota myasnogo napravleniya produktivnosti, utverzhennyye prikazom Min-sel'hoza Rossii ot 2 avgusta 2010 g. № 270* [The procedure and conditions for the appraisal of breeding cattle of meat production direction, approved by order of the Ministry of Agriculture of Russia dated August 2, 2010, no. 270]. <https://docs.cntd.ru/document/902232494> (accessed 04.12.2020).
11. Tagirov H.H., Makulova A.B., Belousov A.M. Gematologicheskie pokazateli molodnyaka bestuzhevskoj porody i ee pomesej s salersami [Hematological parameters of young bestuzhev cattle and their hybrids with salers]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], 2012, no. 1(330), pp. 114-116.
12. Shevelyova O.M., Baharev A.A. Adaptatsiya i hozyajstvenno-biologicheskie osobennosti myasnogo skota v Tyumenskoj oblasti [Adaptation and economic-biological features of beef cattle in the Tyumen Region]. *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2009, no. 2 (194), pp. 63-70.
13. Shevelyova O.M. Rezul'taty ispol'zovaniya porodnyh resursov krupnogo rogatogo skota pri proizvodstve govyadiny v Tyumenskoj oblasti [Results of the use of cattle breed resources in the production of beef in the Tyumen Region]. *Vestnik APK Stavropol'ya* [Agricultural Bulletin of Stavropol Re-

- gion], 2018, no. 2 (30), pp. 97-101. <https://doi.org/10.31279/2222-9345-2018-7-30-97-101>
14. Bakharev A.A., Sheveleva O.M., Fomintsev K.A., Grigoryev K.N., Koshchaev A.G., Amerkhanov K.A., Dunin I.M. Biotechnological Characteristics of Meat Cattle Breeds in the Tyumen Region. *J. Pharm. Sci. & Res.*, 2018, vol. 10, no. 9, pp. 2383-2390. <https://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol10Issue09/jpsr10091857.pdf>
 15. Bakharev A.A., Sheveleva O.M., Chasovshchikova M.A., Aleksandrova S.S., Sukhanova S.F., Koshchaev A.G. Milk yield and milk productivity of meat cow breeds of the Northern Trans-Urals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 624, *International Conference on World Technological Trends in Agribusiness 4-5 July 2020, Omsk City, Western Siberia, Russian Federation*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012097>
 16. Lusk J.L. Association of single nucleotide polymorphism in the leptin gene with body weight and backfat growth curve parameters for beef cattle. *Journal of Animal Science*, 2007, vol. 85, no. 8, pp. 1865-1872. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-665>
 17. Sedykh T.A., Kalashnikova L.A., Gusev I.V., Pavlova I.Yu., Gizatullin R.S., Dolmatova I.Yu., Influence of TG5 and LEP gene polymorphism on quantitative and qualitative meat composition in beef calves. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 2016, vol. 30, no. 2, pp. 41-48. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2016.121382>
 18. Sukhanova S.F., Alekseeva E.I., Lushnikov N.A., Leshchuk T.L., Koshelev S.N., Uskov G.E., Pozdnyakova N.A., Dostovalova L.G. Productive qualities of cattle depending on the breed. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, 2018, no. 3, pp. 419-427. http://www.tojdac.org/tojdac/VOLUME8-MRCHSPCL_files/tojdac_v080MSE149.pdf
 19. Tait R.G., Shackelford S.D., Wheeler T.L., King D.A., Keele J.W., Casas E., Smith T.R.L., Bennett G.L. CARN1, CAST, and DGAT1 genetic effects on pre-weaning performance, carcass quality traits, and residual variance of tenderness in a beef cattle population selected for haplotype and allele equalization. *Journal of Animal Science*, 2014, vol. 92, no. 12, pp. 5382-8393. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8211>
 20. Chasovshchikova M.A., Sheveleva O.M., Svjazhenina M.A., Tatarkina N.I., Satkeeva A.B., Bakharev A.A., Ponomareva E.A., Koshchaev A.G. Relationship between the genetic variants of kappa-casein and prolactin and the productive-biological characteristics of cows of the blackmotley breed. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, vol. 9, no. 7, pp. 1038-1044. <http://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol9Issue07/jpsr09071704.pdf>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Шевелёва Ольга Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой Технологии производства и переработки продукции животноводства

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

ул. Республики, 7, г. Тюмень, Тюменская обл., 625003, Российская Федерация

olgasheveleva@mail.ru

Часовщикова Марина Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

ул. Республики, 7, г. Тюмень, Тюменская обл., 625003, Российская Федерация

chsovschikovama@gausz.ru

Суханова Светлана Фаилевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. лабораторией Ресурсосберегающих технологий в животноводстве

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С.Мальцева»

с. Лесниково, Кетовский р-н, Курганская обл., 641300, Российская Федерация

наука007@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Sheveleva Olga M., Dr. sc. agr., Professor, Head Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products

State Agrarian University of the Northern Trans-Urals

7, Respubliki Str., Tyumen, Tyumen Region, 625003, Russian Federation

olgasheveleva@mail.ru

Chasovshchikova Marina A., Dr. sc. agr., Associate Professor, Professor of the Department of Production Technology and Processing of Livestock Products

State Agrarian University of the Northern Trans-Urals

7, Respubliki Str., Tyumen, Tyumen Region, 625003, Russian Federation

chsovschikovama@gausz.ru

Sukhanova Svetlana F., Dr. sc. agr., Professor, Head of the Laboratory of Resource Saving Technologies in Animal Husbandry

Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev

Lesnikovo Village, Ketovsky District, Kurgan Region, 641300, Russian Federation

nauka007@mail.ru

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-174-194

УДК 634.93

ЛАНДШАФТНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ В БАЛКЕ «ОТРАДНОЙ»

Д.К. Сучков, О.В. Рулева

Волгоград относится к промышленным городам, где роль зеленых насаждений особенно важна для сохранения экологической ситуации и снижения пресса на экосистему города.

Целью исследования являлась оценка лесокультурных ландшафтов урбанизированных территорий с применением ландшафтно-географического подхода на основе картографирования по дистанционным данным.

Материалы и методы. Использовались цифровые крупномасштабные космоснимки *Quick Bird* (М 1:4000 - 1:17000) с разрешением 0,6 м, топографические карты на город Волгоград (М 1:100000) и др. справочные материалы. Основным методом исследований послужило ландшафтно-экологическое профилирование ключевых участков. Закладка таксационных пробных площадей в насаждениях проводилась на основании общепринятых методик по лесной таксации и агролесомелиоративному устройству.

Результаты исследования описывают данные экспликации земель на 2 ключевых участках, расположенных в Кировском районе Волгограда и основные морфологические признаки древостоя: № 1 в 200-250 м к югу от поселка Горная Поляна. Общая площадь участка - 412,6 га. облесенность территории ключевого участка составляет 74,9%. Ключевой участок № 2 расположен к югу от балки Отрадная, на межбалочном водоразделе балок Отрадная и Капустная. Общая площадь участка составляет 304,1 га. облесенность ключевого участка № 2 составляет 54,3%.

Выводы. Практически весь плакор на ключевом участке № 1 занят массивом из сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и робинии псевдоакации (*Robinia pseudoacacia* L.), именно им обусловлен высокий показатель лесистости плакорного яруса. Высокая лесистость гидрографической сети (84 %) обусловлена естественным древесным массивом, сохранившимся в балке Отрадной. На ключевом участке № 2 показатели лесистости во всех ландшафтных полосах не превышают 70%.

Ключевые слова: лесокультурный ландшафт; ландшафтно-экологический профиль; светло-каштановые почвы; облесенность

Для цитирования. Сучков Д.К., Рулева О.В. Ландшафтно-географический подход к оценке состояния насаждений в балке «Отрадной» // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 1. С. 174-194. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-174-194

LANDSCAPE-GEOGRAPHICAL APPROACH TO ASSESSMENT THE STATE OF PLANTINGS IN THE 'OTRADNAYA' BEAM

D.K. Suchkov, O.V. Ruleva

Volgograd is one of the industrial cities where the role of green spaces is particularly important for preserving the ecological situation and reducing the pressure on the city's ecosystem.

Purpose. *Was to assess the forest-cultural landscapes of urbanized territories using a landscape-geographical approach based on remote data mapping.*

Materials and methods. *We used digital large-scale satellite images of Quick Bird (M 1: 4000-1:17000) with a resolution of 0.6 m, topographic maps of the city of Volgograd (M 1:100000), etc. reference materials. The main method of research was landscape-ecological profiling of key sites. The laying of taxational sample areas in the plantings was carried out on the basis of generally accepted methods for forest taxation and agroforestry management.*

Results. *The study describe the data on the explication of land on 2 key sites located in the Kirovsky district of Volgograd and the main morphological features of the forest stand: No. 1 200-250m south of the village of Gornaya Polyana. The total area of the plot is 412.6 hectares. The afforestation of the territory of the key site is 74.9%. The key site No. 2 is located to the south of the Otradnaya gulch, on the inter-girder watershed of the Otradnaya and Kapustnaya gullies. The total area of the plot is 304.1 hectares. The afforestation of the key area No. 2 is 54.3%.*

Conclusion. *Almost the entire plakor on the key site No. 1 is occupied by an array of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Robinia pseudoacacia (*Robinia pseudoacacia* L.), which is responsible for the high forest cover of the plakor layer. The high forest cover of the hydrographic network (84 %) is due to the natural wood mass preserved in the Otradnaya gulch. At the key site No. 2, the forest cover in all landscape strips does not exceed 70%.*

Keywords: *forest-cultural landscape; landscape-ecological profile; light-chestnut soils; afforestation*

For citation. *Suchkov D.K., Ruleva O.V. Landscape-Geographical Approach to Assessment the State of Plantings in the 'Otradnaya' Beam. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 174-194. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-174-194*

Введение

Волгоград является одним из крупнейших индустриальных центров России, в котором особенно остро стоит проблема ухудшения экологической обстановки, обусловленная высокой концентрацией населения, производства и транспорта [4]. В этих условиях одним из эффективных факторов оздоровления экологической ситуации являются зеленые насаждения, которые в городе выполняют санитарно-гигиенические, рекреационные и эстетические функции [2, 5]. Однако на сегодняшний день, помимо того, что зеленые массивы неравномерно распределены по территории города, так еще и состояние самих насаждений следует признать неудовлетворительным. Под воздействием промышленного и транспортного загрязнения, неблагоприятных почвенно-климатических условий, неорганизованного отдыха горожан происходит деградация зеленых массивов, а также идет интенсивное сокращение их площадей за счет развития селитебных и иных зон застройки [19, 20]. В этой связи назрела острая необходимость проведения комплексных мероприятий по сохранению городских лесов от уничтожения [13, 14]. Весь комплекс работ по лесовосстановлению, лесозащите и пожарной охране должен базироваться, прежде всего, на оперативных данных мониторинга городских насаждений.

Целью исследования являлась оценка лесокультурных ландшафтов урбанизированных территорий с применением ландшафтно-географического подхода на основе картографирования по дистанционным данным.

Материалы и методы

При проведении исследований ключевых участков расположенных в Кировском районе Волгограда территориально принадлежащих Кировскому участковому лесничеству, использовались следующие материалы:

- цифровые крупномасштабные космоснимки Quick Bird (М 1:4000 - 1:17000) с разрешением 0,6 м, находящиеся в свободном доступе в глобальной сети Интернет, размещенные на электронном ресурсе www.google.maps.com [18, 22].

- планшеты и таксационные описания лесоустройства 1995 г., предоставленные ФГУ «Волгоградское лесничество»;
- Лесохозяйственный регламент Городского лесничества Волгоградской области (Воронеж, 2007), предоставленный МУ «Экологический фонд Волгограда»;
- топографические карты на город Волгоград (М 1:100000) издания 1998 г.

Основным методом исследований, позволяющим установить взаимосвязи и взаимодействия между компонентами ландшафтов, послужило ландшафтно-экологическое профилирование ключевых участков [6, 10]. Главная цель работы на ландшафтных профилях – выявление признаков изображения фаций и урочищ; выяснение характера и признаков природных границ, тона, рисунка, конфигурации и размеров участка в целом, характера полога насаждений, а также дешифровочных признаков основных неблагоприятных явлений (пожаров, свалок, вырубок, ветровалов и т.д.) [23, 24]. Первое условие, которое должно приниматься во внимание при заложении профиля, – правильный выбор его направления. Линия профиля должна пересекать наиболее характерные для исследуемой территории ландшафтно-морфологические комплексы и их части, поэтому, как правило, профиль закладывается поперек простирающихся основных форм рельефа [15, 17]. Построение ландшафтных профилей, в рамках нашего исследования, должно послужить решению двух главных задач. Во-первых, ландшафтный профиль должен охватывать как можно большее количество лесоустроительных выделов, что позволит дать описание древесной растительности, для чего по ходу профиля закладываются пробные площади. Во-вторых, ландшафтный профиль должен по возможности проходить через всю склоновую катену [12, 21], то есть захватывать плакоры, приводораздельные и прибалочные склоны, гидрографическую сеть. Это позволит уточнить и скорректировать контуры среднemasштабной ландшафтной карты [3, 11]. Второе важное условие – точная привязка профиля к топографической основе и возможности передвижения в «полосе» профиля. Учет этих условий позволил выбрать оптимальные линии прохождения профилей с охватом большей части типов насаждений на ключевых участках.

Закладка таксационных пробных площадей в насаждениях проводилась на основании общепринятых методик, инструктивных и методических указаний по лесной таксации и агролесомелиоративному устройству [1, 8]. Для определения таксационных характеристик древостоев на ключе-

вом участке по ходу ландшафтно-экологического профиля закладывались пробные площади (не менее 0,1 га) с наличием не менее 200 деревьев. Таксационное описание пробной площади производилось сплошным пересчетом деревьев с определением следующих таксационных показателей: породы дерева; среднего диаметра на высоте 1,3 м; средней высоты; внешнего вида и состояния дерева (признаки усыхания, наличие дупел, полуманных ветвей, некрозов на листьях и т.д.). Измерение среднего диаметра производилось мерной вилкой, средней высоты – эклиметром. Возраст насаждения определялся по таксационным описаниям лесоустройства 1995 года, либо, при наличии свежих спилов, подсчетом годовых колец. Таксация кустарников ведется путем определения породы и пересчета их количества. Определение состояния насаждений на пробной площади дается в категориях состояния по Е.С. Павловскому [9, 25].

При проведении полевых работ на ключевых участках использовались следующие приборы: нивелир, мерная вилка для измерений диаметра стволов; эклиметр-высотомер для измерения высоты насаждений; мерная лента для промера ширины междурядий и других необходимых расстояний; GPS-навигатор GPSmap 276C производства Garmin для нахождения географических координат исследуемых объектов.

Результаты исследования

Ключевой участок № 1 расположен в Кировском районе Волгограда в 200-250 м к югу от поселка Горная Поляна. Территориально принадлежит Кировскому участковому лесничеству. Общая площадь участка – 412,6 га.

Территория ключевого участка по большей части представляет собой межбалочный водораздел между балками Горная Поляна и Отрадная. Максимальные отметки высот составляют 125–130 м. В юго-западной части в границы участка попадает балка Отрадная и дачный массив на её склоне. В связи с этим расчлененность территории овражно-балочной сетью составляет 0,7 км/км². В геологическом отношении территория сложена ергенинскими песками, кое-где с маломощным суглинистым плащом. В центральной части ключевого участка пески выходят на дневную поверхность и здесь преобладает псаммофитная растительность ((кохия (*Kochia prostrata* L.), чабрец (*Thymus serpyllum* L.), молочай (*Euphorbia stepposa* L.) и др.)). Балка Отрадная, с аллювиальными суглинистыми почвами по склонам и днищу, в глубину простирается на 15–20 м. На остальной территории ключевого участка под лесными культурами преобладают светло-каштановые супесчаные почвы.

Основные категории земель, попадающие в границы ключевого участка № 1 представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Экспликация земель на ключевом участке № 1

Категория земель		Площадь, га	Доля площади от общей площади ключевого участка, %
Насаждения:		289,8	70,2
Из них	лесные культуры	230,9	56,0
	сады	58,9	14,3
Редины и необлесенные земли		29,6	7,2
Вырубка под ЛЭП		1,3	0,3
Заброшенный песчаный карьер		0,7	0,2
Овражно-балочная сеть:		23,1	5,6
Из них	с древесной растительностью	19,4	4,7
	Слабо- и среднезаросшие пески	16,1	3,9
Дачные массивы		37,9	9,2
Дорожно-тропиночная сеть:		14,1	3,4
Из них	асфальтированные дороги	1,8	0,4
	тропиночная сеть	12,3	3,0
ВСЕГО:		412,6	100,0

Общая облесенность территории ключевого участка составляет 74,9%, из них 70,2% приходится на лесные культуры и садовые насаждения, 4,7% – на естественную растительность балки Отрадная. К сильно озелененным территориям можно отнести и дачный массив на юго-западном склоне балки Отрадная, занимающий 9,2 % от общей площади ключевого участка. Присутствуют лесные культуры различных типов (сплошные массивные, кулисные, полосные) и схем смешения (таблица 2).

Самой распространенной культурой на данном ключевом участке является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), представленная сплошными массивными насаждениями и занимающая 20,4 % от общей площади культур на участке. Смешанные насаждения ключевого участка представлены 5-ю схемами смешения с участием всего 5 пород ((сосны (*Pinus sylvestris* L.), робинии (*Robinia pseudoacacia* L.), вяза (*Ulmus pumila* L.), клена ясенелистного (*Fraxinus lanceolata* L.) и дуба (*Quercus robur* L.)).

Таблица 2.

Распределение насаждений по составу пород на ключевом участке №1

Насаждения Массивы		Площадь, га		
		Кулисы	Полосы	
1. Чистые				
Породы	Сосна (сосны (<i>Pinus sylvestris</i> L.))	47,1	-	-
	Робиния (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	25,0	15,4	-
	Тополь черный (<i>P. nigra</i>)	2,3	-	-
	Смородина золотистая (<i>Ribes aureum</i> L.)	-	-	2,2
ВСЕГО:		74,4	15,4	2,2
2. Смешанные				
Схемы смешения	Сосна+Робиния (<i>Pinus sylvestris</i> L. + <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	112,6	-	-
	Вяз+Робиния (<i>Ulmus pumila</i> L. + <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	-	-	12,0
	Робиния+Клен яс.+Вяз (<i>Robinia pseudoacacia</i> L. + <i>Fraxinus lanceolata</i> L. + <i>Ulmus pumila</i> L.)	6,1	-	-
	Сосна+Робиния+Вяз (<i>Pinus sylvestris</i> L. + <i>Robinia pseudoacacia</i> L. + <i>Ulmus pumila</i> L.)	2,9	-	3,1
	Дуб+Робиния+Вяз (<i>Quercus robur</i> L. + <i>Robinia pseudoacacia</i> L. + <i>Ulmus pumila</i> L.)	-	-	2,2
ВСЕГО:		121,6	-	17,3
3. Другие насаждения				
Сады		58,9		

Среди немногочисленных смешанных насаждений преобладает сочетание сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и робинии псевдоакация (*Robinia pseudoacacia* L.) – 48,8% от общей площади культур на участке. Такая большая доля этой схемы смешения обусловлена крупным массивом (77,4 га) из сосны (*Pinus sylvestris* L.) и робинии (*Robinia pseudoacacia* L.), расположенным в центральной части ключевого участка на плакоре [24]. Для данного массива характерны крупные разрывы, которые в данном случае являются результатом отрицательной реакции древесных пород на лесорастительные свойства сильносолонцеватых почв, солонцов и солодей. При этом отпад древесных пород происходит на солонцах и солодах в первые пять лет, на сильносолонцеватых почвах – в течение первых 5–10 лет [4]. Типы посадки сосны (*Pinus sylvestris* L.) и робинии (*Robinia pseudoacacia* L.) различны: в одном случае сплошной массив образуют 4-рядные ленты чистой сосны (*Pinus sylvestris* L.) и чистой робинии

(*Robinia pseudoacacia* L.), в других – общий массив формируется из отдельных куртин сосны (*Pinus sylvestris* L.) и робинии (*Robinia pseudoacacia* L.).

Чистые насаждения из робинии псевдоакация (*Robinia pseudoacacia* L.) преобладают на северо-восточном склоне балки Отрадная и представлены в виде массивов и кулис. В качестве кустарника с робинией (*Robinia pseudoacacia* L.) повсеместно идет смородина золотистая (*Ribes aureum* L.).

В южной части ключевого участка в верхней части крутого прибалочно-го склона высажены полосы плотной конструкции из вяза мелколистного (*Ulmus pumila* L.) и робинии псевдоакация (*Robinia pseudoacacia* L.). В качестве сопутствующей породы в этих полосах выступает шелковица (*Morus alba* L.), в качестве кустарника – акация желтая (*Caragana arborescens* L.). Из вяза (*Ulmus pumila* L.) и робинии (*Robinia pseudoacacia* L.), только с добавлением дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) или сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), созданы садозащитные полосы в северо-западной части ключевого участка. Садовые насаждения представлены грушей (*Pyrus communis*), вишней (*Cerasus fruticosa*), яблоней (*Malus sylvestris*).

Древесно-кустарниковая растительность участка балки Отрадная представлена дубравой порослевого происхождения. В качестве сопутствующих пород в I ярусе здесь произрастают осина (*Populus tremula* L.) и берест (*Ulmus carpinifolia* L.). Отдельные экземпляры дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) достигают высоты 17 м, а средний диаметр ствола составляет 62 см, осина (*Populus tremula* L.) и берест (*Ulmus carpinifolia* L.) достигают 14–15 м в высоту, средний диаметр ствола – 38–40 см. II ярус образуют лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*) и клен ясенелистный (*Acer negundo* L.). В подлеске появляются клен татарский (*Acer tataricum* L.), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa*) и терн (*Prunus spinosa*). В травяном покрове днища балки обильно растут ландыш майский (*Convallaria majalis*), купена лекарственная (*Polygonatum officinale*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), мятлик дубравный (*Poa nemoralis*), хвощ лесной (*Equisetum silvaticum*), ежевика (*Rubus caesius* L.), крапива двудомная (*Urtica dioica*). В верхней части склона на осветленных местах произрастают тростник (*Phragmites communis*), пырей ползучий (*Agropyron repens*), горошек мышиный (*Vicia cracca*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), молочай (*Euphorbia stepposa*), шалфей (*Salvia stepposa*), живокость (*Consolida regalis*), тимофеевка луговая (*Phleum pratense*), ячмень дикий (*Hordeum vulgare*) и другие виды. В целом, байрачная дубрава балки Отрадная сильно изрежена, местами выпал подлесок и II ярус, многие деревья суховершиняют. Типичные лесные породы сменяются заносными

видами, такими как клен ясенелистный (*Acer negundo* L.). Водоток, некогда протекавший по днищу балки, в настоящее время пересох.

В ходе полевых исследований, проводимых на территории ключевого участка (рисунок 1), был заложен ландшафтно-экологический профиль №1 протяженностью 2520 м.

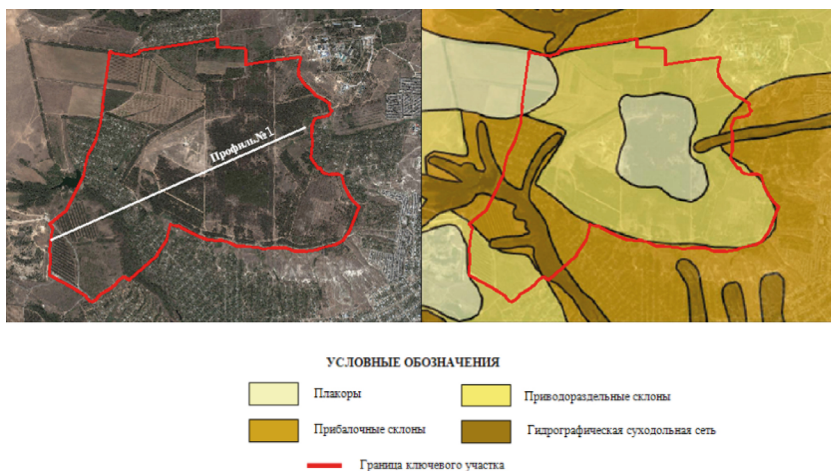


Рис. 1. Космоснимок и ландшафтная карта ключевого участка №1

Профиль начинается в юго-западной части ключевого участка и идет в северо-восточном направлении, пересекая балку Отрадную, выходит на плакор и заканчивается на приводораздельном волжском склоне. Под лесными культурами преобладают светло-каштановые супесчаные почвы, по склонам и днищу балки Отрадная появляются аллювиальные суглинистые почвы, профиль также проходит через открытые слабо- и среднезаросшие пески [1, 16]. Для определения характеристик состояния насаждений по ходу ландшафтного профиля было заложено 8 пробных площадей (таблица 3).

Ключевой участок № 2 расположен в Кировском районе г. Волгограда к югу от балки Отрадная, на межбалочном водоразделе балок Отрадная и Капустная. Территориально относится к Кировскому участковому лесничеству. Общая площадь участка составляет 304,1 га.

В границы ключевого участка попадает плакор и приводораздельные склоны между балками Отрадная и Капустная, а также прибалочные склоны к обеим балкам. Гидрографическую сеть на участке представляет необлесенный оттершек балки Капустная.

Таблица 3.

**Таксационная характеристика пробных площадей,
заложённых по ходу профиля № 1 (Кировское лесничество)**

Номер пробной площади	Породный состав	Возраст, лет	H _{ср} , м	D _{ср} , см	Число стволов на 1 га	Запас, м ³ /га	Полнога	Бонитет	Категория санитарного состояния насаждения
1	10Рo	27	6,1	15,7	2666	187	0,5	III	II (усыхание отдельных ветвей и единичных деревьев)
2	10Рo	27	7,3	12,1	2111	106	0,4	III	II (усыхание отдельных ветвей и единичных деревьев)
3	10С	45	9,7	16,3	1407	155	0,3	IV	II (усыхание отдельных ветвей)
4	10С	34	10,0	16,6	2400	264	0,7	II	II (усыхание отдельных ветвей)
5	10С	35	10,0	21,3	1600	320	0,4	III	III (суховершинные, был пожар, сгоревшие деревья удалены)
6	10Рo	35	6,0	12,0	3238	130	0,7	V	II (усыхание отдельных ветвей и единичных деревьев)
7	8С2Рo	50	12,2	21,3	1023	266	0,3	III	III (суховершинные, частично повреждены пожаром)
8	10С	46	10,0	18,8	1333	253	0,3	IV	II (усыхание отдельных ветвей и единичных деревьев)

Примечание: Рo – робинии (*Robinia pseudoacacia* L.); С – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.).

Территория ключевого участка сложена ергенинскими песками, где перекрытых слоев суглинков малой мощности. Сброс, проходящий по балке Отрадная, является крупным ландшафтным рубежом. К югу от балки увеличивается мощность толщи песков, которые, определяя увеличение сухости грунтов, сдерживают оврагообразование [7, 16]. Поэтому к югу от сброса уже нет таких крупных и сильно разветвленных балок, какие пронизывают волжский склон к северу от него. Почвенный покров представлен светло-каштановыми почвами супесчаного и песчаного гранулометрического состава.

В юго-западной части ключевого участка находится Кировский полигон твердых бытовых отходов (ТБО), в восточной части участка в насажде-

ния вклинивается кладбище. Основные категории земель, попадающие в границы ключевого участка № 2 представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Экспликация земель на ключевом участке № 2

Категория земель		Площадь, га	Доля площади от общей площади ключевого участка, %
Насаждения:		165,1	54,3
Из них	лесные культуры	148,1	48,7
	сады	17,0	5,6
Редины и необлесенные земли		84,6	27,9
Вырубка под ЛЭП		1,9	0,6
Овражно-балочная сеть		5,0	1,6
Бывшая усадьба, гаражи		7,6	2,5
Дорожно-тропиночная сеть:		14,8	4,9
Из них	асфальтированные дороги	3,7	1,2
	тропиночная сеть	11,1	3,7
Полигон ТБО		11,6	3,8
Кладбище		13,5	4,4
ВСЕГО:		304,1	100,0

Из таблицы видно, что облесенность ключевого участка № 2 составляет 54,3%, из них на лесные культуры приходится 45,8%, на садовые насаждения – 5,6%. В границы данного участка не попали балки с естественной растительностью по склонам, поэтому вся древесно-кустарниковая растительность представлена лесными культурами. По этой же причине эрозионное расчленение участка небольшое – 0,3 км/км².

Участок беден на схемы смещения пород, в чистых насаждениях доминируют только три породы: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), вяз мелколистный (*Ulmus rumila* L.) и робиния псевдоакация (*Robinia pseudoacacia* L.), участие остальных – не более 1,5% от общей площади культур на участке (таблица 5).

Среди чистых насаждений преобладают культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), они составляют 37,1% от общей площади культур на участке (рисунок 2). Схемы посадки: 3×1 и 4×1 м. В верхней части приводораздельного склона северо-западной экспозиции создана 4-рядная полоса из сосны (*Pinus sylvestris* L.). На этом же склоне есть молодые посадки сосен (*Pinus sylvestris* L.) на песчаных почвах.

Таблица 5.

Распределение насаждений по составу пород на ключевом участке № 2

Насаждения		Площадь, га		
		Мас-сивы	Полосы	Несомкнувшиеся культуры
1. Чистые				
Породы	Сосна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	51,2	1,2	2,4
	Вяз (<i>Ulmus pumila</i> L.)	37,6	3,9	2,3
	Робиния (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	20,6	-	-
	Дуб (<i>Quercus robur</i> L.)	2,2	-	-
	Тополь (<i>Populus alba</i> L.)	-	0,1	-
ВСЕГО:		111,9	5,2	4,7
2. Смешанные				
Робиния+Клен яс. (<i>Robinia pseudoacacia</i> L. + <i>Acer negundo</i> L.)		17,4	-	-
Другие (Вм+Тч, Вм+Лх+Клт+Ску)		8,9	-	-
ВСЕГО:		26,3	-	-
3. Другие насаждения				
Сады		17,0		

На прибалочном склоне балки Отрадная на севере ключевого участка по террасам созданы массивные насаждения из клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) и робинии (*Robinia pseudoacacia* L.). В настоящее время этот массив практически распался: все деревья суховершиняют, много сухостоя, насаждение сильно захлавлено. Также из-за отсутствия уходов распались сады из абрикоса (*Armeniaca vulgaris* L.) и вишни (*Cerasus fruticosa*).

На юге ключевого участка, на плакоре, создан большой массив, состоящий из отдельных лент сосны (*Pinus sylvestris* L.), робинии (*Robinia pseudoacacia* L.), вяза (*Ulmus pumila* L.) и дуба (*Quercus robur* L.). Ленты робинии (*Robinia pseudoacacia* L.), как правило, 8-рядные, схема посадки – 3×1 м, сосны (*Pinus sylvestris* L.) – 11–12-рядные со схемой посадки 2,5×1 м. Дубовая лента только одна, состоит из 12 рядов со схемой посадки 3×1 м, сильно заросла порослью робинии (*Robinia pseudoacacia* L.) и вяза (*Ulmus pumila* L.). В возрасте 30 лет дубы (*Quercus robur* L.) достигают 6 м в высоту, в диаметре – 12 см. Ленты 30-летнего вяза мелколистного (*Ulmus pumila* L.) 6-рядные, схема посадки – 3×1 м. В качестве кустарников с робинией (*Robinia pseudoacacia* L.) иногда идет смородина золотистая (*Ribes aureum*), с вязом (*Ulmus pumila* L.) – тамарикс (*Tamarix ramosissima* L.) и смородина золотистая (*Ribes aureum*).



Рис. 2. Культуры сосны обыкновенной (возраст 44 года) на ключевом участке № 2



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- | | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------------------|
|  | Плакоры |  | Приподраздельные склоны |
|  | Приблочные склоны |  | Гидрографическая суходольная сеть |
|  Граница ключевого участка | | | |

Рис. 3. Космоснимок и ландшафтная карта ключевого участка № 2

В юго-восточной части ключевого участка, на южном склоне к балке Капустной создан противозерозийный комплекс в виде небольших кустарниковых массивов на склоне из клена татарского (*Acer tataricum* L.), скумпии кожевенной (*Cotinus coggygia*) и жимолости татарской (*Lonicera tatarica*), а также двух 20-метровых прибалочных полос из вяза мелколистного (*Ulmus pumila* L.), лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*) и шелковицы (*Morus alba*). Изредка на склоне встречаются отдельные деревья лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*).

Таблица 6.

**Таксационная характеристика пробных площадей,
заложённых по ходу профиля № 2 (Кировское лесничество)**

Номер пробной площади	Породный состав	Возраст, лет	H _{сп} , м	D _{сп} , см	Число стволов на 1 га	Запас, м ³ /га	Полнота	Бонитет	Категория санитарного состояния насаждения
1	10Ро	21	6,5	10,2	2000	54	0,5	II	III (суховершинные – 90%)
2	10Ро	22	7,0	14,0	2333	93	0,3	II	II (усыхание отдельных ветвей)
3	10С	22	6,0	13,5	3100	121	0,7	II	II (усыхание отдельных ветвей)
4	10С	44	13,0	19,5	2800	644	0,7	II	II (усыхание отдельных ветвей, небольшая свалка)
5	10Ро	31	5,5	12,1	1800	90	0,4	V	IV (суховершинные, сухостоя – 60%)
6	10Вм	31	8,5	18,0	2000	240	0,5	III	II (усыхание отдельных ветвей, суховершиняк – 10%)
7	10С	50	12,0	21,8	3000	360	0,7	III	II (усыхание отдельных ветвей)

Примечание: Ро – робиния (*Robinia pseudoacacia* L.); С – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.); Вм – вяз мелколистный (*Ulmus pumila* L.).

В ходе полевых исследований, проводимых на территории ключевого участка (рисунок 3), был заложен ландшафтно-экологический профиль № 2 протяженностью 2560 м.

Профиль берет начало на прибалочном склоне балки Отрадная на севере ключевого участка и идет в юго-юго-восточном направлении по при-

водораздельному склону, в верхней его части изменяя свое направление на юго-восточное. Линия профиля проходит по плакору и заканчивается на южном склоне к балке Капустная, в прибалочной полосе из вяза мелколистного (*Ulmus pumila* L.). Для определения характеристик состояния насаждений по ходу ландшафтного профиля было заложено 7 пробных площадей (Таблица 6).

Выводы

Практически весь плакор на ключевом участке № 1 занят массивом из сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и робинии псевдоакации (*Robinia pseudoacacia* L.), именно им обусловлен высокий показатель лесистости плакорного яруса. Низкий показатель лесистости присетевой (прибалочной) полосы определяется наличием одного небольшого кулисного насаждения из робинии псевдоакации (*Robinia pseudoacacia* L.), остальную площадь занимают дачные массивы. Высокая лесистость гидрографической сети (84%) обусловлена естественным древесным массивом, сохранившимся в балке Отрадной.

На ключевом участке № 2 показатели лесистости во всех ландшафтных полосах не превышают 70%, наименьшую лесистость имеет гидрографическая сеть, насаждения которой характеризуются противозерозионными функциями из скумпии кожевенной (*Cotinus coggygia* L.) и клена татарского (*Acer tataricum* L.). В пределах участка выделяется много необлесенных земель, в том числе в границах участка попадают полигон ТБО и кладбище.

На всех ключевых участках преобладают склоновые земли с крутизной 0,5 – 7 (10)°, соответствующие приводораздельной и присетевой ландшафтными полосам: на участке № 1 их общая площадь составляет более 60%, на участке № 2 – 57,7%.

Оценка урбанизированных территорий, выполненная по ландшафтно-географическому принципу, дает возможность сравнить показатели облесенности, проведенные на двух участках Кировского лесничества с другими ландшафтами аридной зоны. Такое прогнозирование состояния природной среды – является неотъемлемым условием при организации рационального природопользования. Огромную роль играет ландшафтно-географический подход, так как он решает комплекс задач и предполагает процесс оценки динамики природных и природно-хозяйственных систем в будущем с использованием как компонентных, так и интегральных показателей. Таким образом, учет устойчивости, изменчивости и других свойств ландшафта имеет важное практическое значение, поскольку

они в большей степени определяют возможность выполнения геосистемами их природных и социально-экономических функций.

Список литературы

1. Васильев Ю.И. Эффективность систем лесных полос в борьбе с дефляцией почв. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2003. 176 с.
2. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2008 году / Ред. колл.: В.И. Новиков [и др.]; Комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации Волгоградской области. Волгоград: Панорама, 2009. 384 с. http://oblkompriroda.volgograd.ru/upload/iblock/783/doklad_2008.pdf
3. Картографирование классов бонитета лесов Приморского края на основе спутниковых изображений и данных о характеристиках рельефа / Сочилова Е.Н., Сурков Н.Б., Ершов Д.Б., Егоров Б.А., Барталев С.С., Барталев С.А. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15, № 5. С. 96-109. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2018-15-5-96-109>
4. Коваль Ю.Н. Лесные пожары на территории Ермаковского муниципального района Красноярского края в 2018 году // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2020. Т. 12, №5. С.42-52. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-5-42-52>
5. Кулик К.Н., Пугачева А.Н. Структура растительных сообществ залежных земель в системе куртинных защитных лесных насаждений в сухих степях // Аридные экосистемы. 2016. Т. 22, № 1. С. 77-85.
6. Методические указания по ландшафтно-экологическому профилированию при агролесомелиоративном картографировании / Кулик К.Н., Павловский Е.С., Рулев А.С., Юферев В.Г., и др. М.: Россельхозакадемия, 2007. 42 с.
7. Несват А.П., Родимцева А.В., Бабенышева Н.В. Современное состояние и перспективы развития защитного лесоразведения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 2. С. 15–17.
8. Павловский Е.С., Карган А.В. Справочник по агролесомелиоративному устройству. М.: «Лесная промышленность», 1977. 152 с.
9. Паулюкявичус Г.Б. Роль леса в экологической стабилизации ландшафтов. М.: Наука, 1989. 215 с.
10. Рулев А.С. Ландшафтно-географический подход в агролесомелиорации. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. 160 с.
11. Рулев А.С., Пугачева А.М. Теоретические и прикладные аспекты нелинейной агролесомелиорации субаридных ландшафтов // Лесоведение. 2018. №5. С. 389-398. <https://doi.org/10.1134/S0024114818040101>

12. Рулев А.С., Кошелева О.Ю., Шинкаренко С.С. Геоморфологические критерии проведения лесомелиорации ландшафтов (на примере Приэльтонья) // Геоморфология. 2017. №2. С. 63-71. <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2017-2-63-71>
13. Рулева О.В., Сучков Д.К. Характеристика полевых защитных лесных полос на территории учебно-опытного хозяйства «Горная поляна» // Лесохозяйственная информация. 2020. №3. С. 131-138. <https://doi.org/10.24419/LNI.2304-3083.2020.3.12>
14. Сучков Д.К. Роль и экономическая эффективность защитных лесных насаждений в восстановлении и преобразовании ландшафтов // Научно-агрономический журнал. 2018. № 1 (102). С. 20-23. <https://doi.org/10.36461/NP.2019.52.3.011>
15. Танюкевич В.В. Агроресурсоформирующее устройство: курс лекций для студентов направления «Ландшафтная архитектура» Новочеркасского инженерно-мелиоративного института им. А.К. Кортунова (ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»). Новочеркасск, 2014. 87 с.
16. Тимерьянов А.Ш. Защитные лесные насаждения и воспроизводство агролесных ландшафтов // Доклады РАСХН. 2012. № 6. С. 47-50.
17. Чупахин В. М. Основы ландшафтоведения. М.: Агропромиздат, 1987. 168 с.
18. Шинкаренко С.С., Солодовников Д.А., Омаров Р.С. Изучение и картографирование ландшафтов полуострова Сарептский на Нижней Волге // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15, №3 (56). С. 86-96. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2020-3-86-96>
19. Cherubini F., Santaniello F., Hu X., Sonesson J., Hammer Strømman A., Weslien J., Djupström L.B., Ranius T. Climate impacts of retention forestry in a Swedish boreal pine forest // Journal of Land Use Science, 2018, vol. 13, no. 3, pp. 301-318. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2018.1529831>
20. Fischer J., Meacham M., Queiroz C. A plea for multifunctional landscapes // Frontiers in Ecology and the Environment, 2017, vol. 15, no. 2, p. 59. <https://doi.org/10.1002/fee.1464>
21. Guidelines for Soil Description and Classification Central and Eastern European Students' Version / M. Switoniak, C. Kabala, A. Karklins. Torun, 2018. 286 p. <https://dspace.emu.ee//handle/10492/4243>
22. Hallinger M., Johansson V., Schmalholz M., Sjöberg S., Ranius T. Factors driving tree mortality in retained forest fragments // Forest Ecology and Management, 2016, vol. 368, pp. 163-172. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.023>
23. Laginha Pinto Correia D., Raulier F., Filotas É., Bouchard M. Stand height and cover type complement forest age structure as a biodiversity indicator in boreal

- and northern temperate forest management // *Ecological Indicators*, 2017, vol. 72, pp. 288-296. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.08.033>
24. Mori A.S., Lertzman K.P., Gustafsson L. Biodiversity and ecosystem services in forest ecosystems: a research agenda for applied forest ecology // *Forest Biodiversity and Ecosystem Services*, 2017, vol. 54, no. 1, pp. 12-27. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12669>
25. Tanyukevich V.V., Kulik A.V., Domanina O.I., Tyurin S.V., Kvasha A.A. Fires in arid agroforestral landscapes and their damage assessment // *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 2019, vol. 61, no. 2, pp. 99-107. <https://doi.org/10.17423/afx.2019.61.2.10>

References

1. Vasil'ev Yu. I. *Effektivnost' sistem lesnykh polos v bor'be s deflyatsiey pochv* [Effectiveness of forest strip systems in combating soil deflation]. Volgograd: VNIALMI, 2003. 176 p.
2. *Doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy Volgogradskoy oblasti v 2008 godu* [Report on the state of the environment of the Volgograd region in 2008]. Volgograd: Panorama, 2009. 384 p. http://oblkompriroda.volgograd.ru/upload/iblock/783/doklad_2008.pdf
3. Sochilova E.N., Surkov N.B., Ershov D.B., Egorov B.A., Bartalev S.S., Bartalev S.A. Kartografirovaniye klassov boniteta lesov Primorskogo kraya na osnove sputnikovykh izobrazheniy i dannykh o kharakteristikakh rel'efa [Mapping of forest bonus classes in Primorsky Krai based on satellite images and data on terrain characteristics]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space], 2018, vol. 15, no. 5, pp. 96-109. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2018-15-5-96-109>
4. Koval' Yu.N. Lesnye pozhary na territorii Ermakovskogo munitsipal'nogo rayona Krasnoyarskogo kraya v 2018 godu [Forest fires in the territory of the Ermakovsky Municipal District of the Krasnoyarsk Territory in 2018]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2020, vol. 12, no. 5, pp. 42-52. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-5-42-52>
5. Kulik K.N., Pugacheva A.N. Struktura rastitel'nykh soobshchestv zaleznykh zemel' v sisteme kurtinnykh zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy v sukhikh stepyakh [Structure of fallow land plant communities in the system of curtain protective forest stands in dry steppes]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2016, vol. 22, no. 1, pp. 77-85.
6. Kulik K.N., Pavlovskiy E.S., Rulev A.S., Yuferev V.G. et al. *Metodicheskie ukazaniya po landshaftno-ekologicheskomu profilirovaniyu pri agrolesomeliorativnom*

- kartografirovanii* [Guidelines for landscape and ecological profiling in agroforestry mapping]. Moscow: Russian Agricultural Academy, 2007. 42 p.
7. Nesvat A.P., Rodimtseva A.V., Babenysheva N.V. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya zashchitnogo lesorazvedeniya [Current state and prospects for the development of protective afforestation]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University], 2011, no. 2, pp. 15–17.
 8. Pavlovskiy E.S., Kargan A.V. *Spravochnik po agrolesomeliorativnomu ustroystvu* [Handbook of agroforestry management]. Moscow: Timber industry, 1977. 152 p.
 9. Paulyukyavichus G. B. *Rol' lesa v ekologicheskoy stabilizatsii landshaftov* [The role of forests in the ecological stabilization of landscapes]. Moscow: Nauka, 1989. 215 p.
 10. Rulev A.S. *Landshaftno-geograficheskiy podkhod v agrolesomelioratsii* [Landscape-geographical approach in agroforestry]. Volgograd: VNIALMI, 2007. 160 p.
 11. Rulev A.S., Pugacheva A.M. Teoreticheskie i prikladnye aspekty nelineynoy agrolesomelioratsii subaridnykh landshaftov [Theoretical and applied aspects of nonlinear agroforestry of subarid landscapes]. *Lesovedenie*, 2018, no. 5, pp. 389-398. <https://doi.org/10.1134/S0024114818040101>
 12. Rulev A.S., Kosheleva O.Yu., Shinkarenko S.S. Geomorfologicheskie kriterii provedeniya lesomelioratsii landshaftov (na primere Priel'ton'ya) [Geomorphological criteria for forest reclamation of landscapes (on the example of the Elton Region)]. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 2017, no. 2, pp. 63-71. <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2017-2-63-71>
 13. Ruleva O.V., Suchkov D.K. Kharakteristika polezashchitnykh lesnykh polos na territorii uchebno-opytного khozyaystva “Gornaya polyana” [Characterization of protective forest strips on the territory of the educational and experimental farm “Gornaya Polyana”]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2020, no. 3, pp. 131-138. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2020.3.12>
 14. Suchkov D.K. Rol' i ekonomicheskaya effektivnost' zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy v vosstanovlenii i preobrazovanii landshaftov [The role and economic efficiency of protective forest stands in the restoration and transformation of landscapes]. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal*, 2018, no. 1 (102), pp. 20-23. <https://doi.org/10.36461/NP.2019.52.3.011>
 15. Tanyukevich V.V. *Agrolesomeliorativnoe ustroystvo: kurs lektsiy dlya studentov napravleniya “Landshaftnaya arkhitektura” Novocherkasskogo inzhenerno-meliorativnogo instituta im. A.K. Kortunova (FGBOU VO Donskoy GAU)* [Agroforestry device: course of lectures for students of the direction “Landscape

- architecture” of the Novocherkassk Engineering and Meliorative Institute named after A. K. Kortunov (FGBOU VO ‘Donskoy GAU’]. Novocherkassk, 2014. 87 p.
16. Timer’yanov A.Sh. Zashchitnye lesnye nasazhdeniya i vosproizvodstvo agrolesnykh landshaftov [Protective forest plantings and reproduction of agroforest landscapes]. *Doklady Rossiyskoy akademii sel’skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2012, no. 6, pp. 47-50.
 17. Chupakhin V. M. *Osnovy landshaftovedeniya* [Basics of landscape science]. Moscow: Agropromizdat, 1987. 168 p.
 18. Shinkarenko S.S., Solodovnikov D.A., Omarov R.S. Izucheniye i kartografirovaniye landshaftov poluoostrova Sareptskiy na Nizhney Volge [Izucheniye i kartografirovaniye landscapes of the Sareptsky Peninsula on the Lower Volga]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye* [South of Russia: ecology, development], 2020, vol. 15, no. 3 (56), pp. 86-96. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2020-3-86-96>
 19. Cherubini F., Santaniello F., Hu X., Sonesson J., Hammer Strømman A., Weslien J., Djupström L.B., Ranius T. Climate impacts of retention forestry in a Swedish boreal pine forest. *Journal of Land Use Science*, 2018, vol. 13, no. 3, pp. 301-318. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2018.1529831>
 20. Fischer J., Meacham M., Queiroz C. A plea for multifunctional landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2017, vol. 15, no. 2, p. 59. <https://doi.org/10.1002/fee.1464>
 21. Switoniak M., Kabala C., Karklins A. Guidelines for Soil Description and Classification Central and Eastern European Students’ Version. Torun, 2018. 286 p. <https://dspace.emu.ee/handle/10492/4243>
 22. Hallinger M., Johansson V., Schmalholz M., Sjöberg S., Ranius T. Factors driving tree mortality in retained forest fragments. *Forest Ecology and Management*, 2016, vol. 368, pp. 163-172. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.023>
 23. Laginha Pinto Correia D., Raulier F., Filotas É., Bouchard M. Stand height and cover type complement forest age structure as a biodiversity indicator in boreal and northern temperate forest management. *Ecological Indicators*, 2017, vol. 72, pp. 288-296. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.08.033>
 24. Mori A.S., Lertzman K.P., Gustafsson L. Biodiversity and ecosystem services in forest ecosystems: a research agenda for applied forest ecology. *Forest Biodiversity and Ecosystem Services*, 2017, vol. 54, no. 1, pp. 12-27. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12669>
 25. Tanyukevich V.V., Kulik A.V., Domanina O.I., Tyurin S.V., Kvasha A.A. Fires in arid agroforestral landscapes and their damage assessment. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 2019, vol. 61, no. 2, pp. 99-107. <https://doi.org/10.17423/afx.2019.61.2.10>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Сучков Дмитрий Константинович, младший научный сотрудник, лаборатория прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук

Университетский просп., 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация

suchkov1992@yandex.ru

Рулева Ольга Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук

Университетский просп., 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация

bifu@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Suchkov Dmitry K., Junior Researcher, Laboratory for Predicting the Bio-productivity of Agroforestscapes

Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

97, Universitetsky prosp., Volgograd, 400062, Russian Federation

suchkov1992@yandex.ru

SPIN-code: 9120-1029

ORCID: 0000-0002-5923-240X

Ruleva Olga V., Dr. sc. agr., Senior Researcher

Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

97, Universitetsky prosp., Volgograd, 400062, Russian Federation

bifu@mail.ru

SPIN- code: 4975-7230

ORCID: 0000-0002-7343-4227

ResearcherID: B-5269-2017

Scopus Author ID: 57218793698

ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

PUBLIC HEALTH AND PREVENTIVE MEDICINE

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-195-207

УДК 336. 58

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ С УЧЕТОМ ОПЫТА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Т.В. Ермоленко, И.А. Биккинин

Обеспечение населения доступной и качественной медицинской помощью и финансирование системы здравоохранения приобрели особую актуальность. В статье приведен исторический анализ норм права, устанавливающих источники финансирования здравоохранения, а также анализ действующего порядка финансового обеспечения системы здравоохранения и трудностей, с которыми столкнулась медицинское обслуживание РФ в наши дни. В работе сформулированы предложения по путям решения существующих проблем, в целях совершенствования медицинского обслуживания населения, повышения эффективности порядка финансирования деятельности медицинских учреждений, в том числе и образовательных, в целях развития медицинской науки, подготовки квалифицированного медицинского персонала.

Цель. Изучить особенности становления финансирования системы здравоохранения в Российской Федерации, а также проанализировать современные проблемы, стоящие перед здравоохранением России, вытекающие из недостаточного его обеспечения.

Материалы и методы. Проанализированы источники права устанавливающие порядок финансового обеспечения системы здравоохранения, начиная

от времен Древней Руси до наших дней. Расходы федерального бюджета с 2017 по 2019 год на нужды системы здравоохранения сравнивались с расходами по другим статьям функциональной классификации. Полученные данные обработаны методами непараметрической статистики. Количественные признаки представлены в виде таблицы.

Результаты. Ежегодно выделяемый бюджет на нужды здравоохранения составлял не более 2,5 % ВВП. В связи с текущим финансированием здравоохранения сложились некоторые проблемы: дефицит квалифицированных медицинских работников, недостаточная мотивация студентов к продолжению профессиональной медицинской деятельности, несогласованность порядка финансового обеспечения между регионами, уровень российской фармацевтики не соответствует современным требованиям.

Заключение. Таким образом, проблема недостаточного финансирования здравоохранения является актуальной и свидетельствует о необходимости разработки мероприятий, направленных на стабилизацию состояния системы здравоохранения, модернизации ее в будущем в целях обеспечения населения страны доступным и качественным медицинским обслуживанием.

Ключевые слова: финансирование; здравоохранение; дефицит медицинских кадров; федеральный бюджет

Для цитирования. Ермоленко Т.В., Биккинин И.А. Актуальные проблемы финансирования здравоохранения с учетом опыта республики Башкортостан // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 1. С. 159-207. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-159-207

ACTUAL PROBLEMS OF HEALTHCARE FINANCING TAKING INTO ACCOUNT THE EXPERIENCE OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

T.V. Ermolenko, I.A. Bikkinin

Health care supports and ensures the public health of the nation, which is one of the most important indicators of the quality of life in the country. A healthy population speaks of the social and economic development of the state. In modern conditions, providing population with affordable and high-quality medical care and financing the health care system have acquired particular relevance. The article provides a historical analysis of the rules of law that established the sources of

funding for health care in the past, as well as an analysis of the current procedure of financial supporting of the health care system and the difficulties faced by medical care in the Russian Federation today. The article formulates the ways of solving the existing problems, in order to improve medical services, to increase the efficiency of the financing the medical institutions, including educational ones, in order to develop medical science, and prepare qualified medical staff.

Purpose. *Investigate particular qualities of the formation of financing of the health care system in the Russian Federation, as well as to analyze the current problems, which are revealed themselves because of the financing deficient of health care in Russia.*

Materials and methods. *The article analyzes the rules of law establishing the order of financial support of the health care system, from the times of Ancient Rus to the present day. The federal budget's expenditures from 2017 to 2019 for the needs of the healthcare system were compared with other expenditures. The obtained data were processed by methods of nonparametric statistics. Quantitative characteristics are presented in the form of a table.*

Results. *The annually allocated budget for health care was no more than 2.5% of GDP. In connection with the current financing of health care, some problems revealed themselves: a shortage of qualified medical workers, insufficient motivation of students to continue their professional medical practice, inconsistency of financial support between regions, the level of Russian pharmacy does not correspond to modern requirements.*

Conclusion. *Thus, the problem of insufficient financing of health care is relevant and indicates the necessity of the develop measures aimed at stabilizing the health care system of the state, modernizing it in the future in order to provide the country's population with affordable and high-quality health care.*

Keywords: *financing; health care; lack of medical staff; federal budget*

For citation. *Ermolenko T.V., Bikinin I.A. Actual problems of healthcare financing taking into account the experience of the republic of Bashkortostan. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 159-207. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-159-207*

Право гражданина на охрану его здоровья также заложено в основном правовом документе страны, как и право на получение бесплатного необходимого медицинского обслуживания в государственных и муниципальных лечебных учреждениях. Финансирование учреждений здравоохранения происходит за счет средств государственного бюджета, взносов по обязательному медицинскому страхованию [3, 12]. На территории страны принимаются все необходимые меры по развитию системы здравоохране-

ния, укреплению здоровья населения, финансируются федеральные программы направленные на благополучие населения [2].

Здоровье населения является одним из наиболее важных ресурсов государства, дальнейший путь развития которого тесно связан с обеспечением граждан качественной и эффективной системой здравоохранения, ведь от этого также зависят показатели уровня жизни и ее продолжительности, стратегическая безопасность и России в целом. Для обеспечения выполнения всех взятых государством на себя обязанностей по поддержанию и укреплению здоровья населения, а также совершенствования системы медицинского обслуживания, необходимо, развивать в первую очередь финансовые и экономические механизмы, позволяющие обеспечивать решение текущих задач и достигать поставленных перед российским здравоохранением целей в будущем [6, 10].

Проблемы финансирования здравоохранения в мире решаются различными системами [21, 23, 24, 25]. Несовершенство системы финансирования в России, безусловно, имело место во все времена. Об этом свидетельствует исторический анализ источников права, связанных с материальным обеспечением лечебных учреждений [4, 8].

Одним из первых наиболее важных источников права Древней Руси является «Церковный Устав» 996 г. князя Владимира Святославича, который регулировал «монастырскую» медицину. В нем обозначена необходимость в обеспечении минимальной медико-социальной помощи населению через обязательную благотворительную систему церковного и государственного призрения. Финансировалась такая деятельность из благотворительных средств населения, бояр и церкви [13]. Лечебные учреждения того времени содержались за счет церкви и располагались на ее территории, лечение осуществлялось бесплатно. В правовых документах XVI века содержится информация о том, что лечение пациентов осуществлялось за счет средств церкви, последняя же получала финансы из царской казны [19].

Такое положение существовало до прихода к власти Петра I Велико-го. При нем начали появляться указы, привлекающие к финансированию новые источники. Например, указом 1714 года на содержание лазаретов определялась половина «вечного сбора», который оплачивали брачующиеся в церкви. Указом 1715 года пожалованные в дьяки лица были обязаны внести 100 рублей на расходы больниц и лазаретов. В дальнейшем эта установка была закреплена Указом 1733 года, изданным при императрице Анне Иоановне, и обязывала уплачивать такой сбор каждого чиновника при переходе на вышестоящую должность [14].

При правлении Елизаветы Петровны также делались шаги к увеличению источников финансирования медицинского обслуживания, кроме того, предпринимались антибюрократические попытки регулирования процесса течения денежных средств. Дополнительными источниками выступило имущество сосланных раскольников, а также сбор с рожениц. Получаемых средств всегда было недостаточно, царствующие особы были вынуждены каждый год привлекать дополнительные источники содержания сферы здравоохранения [13, 18].

В советскую эпоху отечественное здравоохранение могло служить показательным примером для других государств, несмотря на то, что финансирование медицины практически не отличалось от западных стран (~1,5% ВВП) [9]. К середине 60-ых годов советским властям удалось организовать на территории страны сеть государственных больниц, медицинское обслуживание в которых оказывалось гражданам безвозмездно. Такая забота государства о жителях своей страны способствовала росту продолжительности жизни, профилактике заболеваемости [15].

К началу XXI века ситуация в корне изменилась. В 2010 году был принят Федеральный закон «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации», который заменил ранее существовавшую советскую систему финансирования здравоохранения на новую более сложную модель обязательного медицинского страхования. Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» принятый в 2011 году не установил минимального уровня оплаты труда медицинских работников и финансирования системы здравоохранения в целом. Ежегодно выделяемый бюджет на нужды здравоохранения составлял ~2.5% ВВП, в то время как в Европейских странах - ~5% ВВП [1]. Это наглядно демонстрирует таблица (таблица 1) основных расходов федерального бюджета (2017–2019 гг.), из которой видно, что финансирование здравоохранения не является наиважнейшим направлением расходов страны [17].

Такое финансирование не смогло не сказаться на развитии и качестве медицинского обслуживания в стране.

Претерпевая систематическое реформирование, здравоохранение оказалось в критической ситуации. По данным Росстата к 2017 году число больниц с 10 700 сократилось до 5 400, станций скорой помощи с 3 172 до 2 458, количество больничных коек – с 1 671 000 до 1 197 000. При этом количество пациентов выросло на 4%, а это приблизительно 10 миллионов человек.

Таблица 1.

Расходы федерального бюджета по статьям функциональной классификации на 2017–2019 гг.

Расходы федерального бюджета	2017		2018		2019	
	млрд. руб.	доля в %	млрд. руб.	доля в %	млрд. руб.	доля в %
Общегос. вопросы	1170	7.23	1126	7.05	1115	6.98
Нац. оборона	2840	17.55	2728	17.07	2856	17.89
Нац. безопасность	1968	12.17	1995	12.49	2007	12.57
Нац. экономика	2292	14.16	2246	14.06	2054	12.87
Образование	568	3.51	589	3.67	586	3.67
Здравоохранение	377	2.33	394	2.47	360	2.26
Соц. политика	5080	31.39	4962	31.06	5054	31.66
Другие расходы	1886	11.66	1938	12.13	1932	12.10
Всего	16181	100	15978	100	15964	100

Рассмотрим проблемы, сложившиеся в настоящее время в связи с текущим порядком финансирования системы здравоохранения. Недостаточное обеспечение бюджетными средствами влечет за собой нехватку медицинских кадров, лекарственных средств, медицинского оборудования, иных расходных материалов. Тем самым в полной мере не может обеспечиваться право граждан на доступное бесплатное медицинское обслуживание, что в свою очередь ведет к снижению количества пролеченных пациентов, спасенных жизней.

Проблему дефицита кадров рассмотрим подробнее на примере Республики Башкортостан (таблица 2).

В целях снижения дефицита специалистов в учреждениях здравоохранения, расположенных в сельских и населенных пунктах и рабочих поселках, в республике с 2012 года реализуется федеральная программа «Земский доктор», с начала действия которой уровень обеспеченности врачами в сельской местности в регионе увеличился на 7,6%. В 2016 году в республике начала реализовываться программа «Земский фельдшер». В 2019 году в рамках программ «Земский доктор» и «Земский фельдшер» в сельские медицинские организации республики трудоустроилось 158 врачей и 72 фельдшера (в 2018 году – 100 и 11 соответственно), трудоустроившихся основными работниками в отдаленные и неуккомплектованные фельдшерско-акушерские пункты (ФАП). Указанные программы уже не первый год доказывают свою эффективность, они позволили повысить уровень доступности медико-санитарной помощи для сельских жителей. Также в республике с 2017 года реализуется проект «Новые кадры совре-

менного здравоохранения» направленный на обеспечение медицинских организаций системы здравоохранения квалифицированными кадрами, внедрение системы непрерывного образования медицинских работников. В 2019 году по муниципальным образованиям Республики Башкортостана по окончании специалитета было трудоустроено 175 человек, по окончании ординатуры – 159. По РБ доля трудоустроенных выпускников средних медицинских образовательных учреждений составила 81.8% [11].

Таблица 2.

**Актуальная потребность во врачебном персонале
в медицинских учреждениях Минздрава РБ (по сост. на 30.06.2019)**

<i>Наиболее востребованные специальности, число врачей:</i>			
Терапевты	298	Кардиологи	44
Педиатры	206	Рентгенологи	43
Анестезиологи-реаниматологи	154	Травматологи-ортопеды	42
Акушеры-гинекологи	84	Офтальмологи	40
Неврологи	70	Оториноларингологи	35
Психиатры	62	Психиатры-наркологи	29
Врачи СМП	60	Эндокринологи	24
Хирурги	49	Стоматологи	23
Инфекционисты	48	Фтизиатры	23
Онкологи	45	Общая потребность по другим специальностям	370
Общая потребность – 1749 врачей.			

В основе проблемы стоит вопрос о медицинском образовании [5, 20]. Необходимо направлять большее количество государственных средств в медицинские учебные учреждения, научно-исследовательскую деятельность, а также повысить стипендии студентам, интернам в качестве стимула продолжить работу в выбранной ими сфере деятельности или углубиться в научную деятельность. Такая практика способствует повышению качества медицинского образования, развитию медицинской науки – ведь высококвалифицированный врач и медсестра являются основой эффективной и результативной медицинской помощи.

В настоящее время сложилась острая необходимость в повышении окладов практикующих врачей, а также младшего медицинского персонала. Конечно же нельзя оставить без внимания оклады профессорско-преподавательского состава, которые зачастую меньше окладов практикующих врачей. Медицинские работники на сегодняшний день, особенно в усло-

виях пандемии COVID-19, испытывают колоссальные перегрузки, эмоционально «выгорают» в связи с текущими объемами работы, повышенными требованиями, проверками контролирующих органов. Для решения проблемы дефицита кадров необходимо повысить заработные платы медицинского персонала, увеличить объем бюджетных средств, предназначенных для дополнительного обучения и повышения квалификации медицинских сотрудников, а также преподавателей в медицинских ВУЗах, а значит увеличить поток денежных средств из федерального бюджета.

Важным аспектом является и то, что уровень бюджетного обеспечения регионов по стране сильно различается [16, 22]. Ввиду того, что органы здравоохранения находятся в подчинении субъектов, получается, что внутри России аккумулирует 85 систем здравоохранения, нередко прибегающих к установлению собственных порядков распределения выделяемых денежных средств. При этом необходимо учитывать, что субъекты различаются по уровню заболеваемости, смертности, структуре населения. В сочетании с недостаточным финансированием такая раздробленность и несогласованность ведет к плачевным последствиям в виде той же нехватки кадров, неразвитой медицинской базы, устаревшего оборудования. Оказание высококачественного медицинского обслуживания по всей стране, и в селе, и в мегаполисе, невозможно без непрерывной координации и регулирования. Таким образом, возникает необходимость в создании такой системы организации, при которой все управляющие здравоохранением органы субъектов будут подчинены Министерству здравоохранения РФ. Создание такой вертикальной системы может способствовать устранению регионального неравенства в обеспеченности кадрами, оборудованием, финансировании. И, конечно, в связи со сложившейся обстановкой, появилась необходимость в создании самостоятельного органа, ответственного за предотвращение распространения опасных заболеваний и борьбой с другими чрезвычайными ситуациями.

Приходим к выводу, что по ряду причин текущее состояние здравоохранения находится в критическом состоянии: государство не в полной мере обеспечивает гражданам реализацию права на доступное и качественное медицинское обслуживание, существует проблема недостаточности финансирования системы здравоохранения, дефицит медицинских кадров. Особенно эти проблемы обострились в условиях распространения коронавирусной инфекции. Правительством предпринимаются попытки исправления текущей ситуации. Утверждена Стратегия развития здравоохранения до 2025 года, которая, в частности, охватывает и фармацевтику. Стратегия включает в себя планы реализации мероприятий федеральных проектов «Демография», «Здравоохранение», целевой программы «Развитие системы оказания пал-

лиативной медицинской помощи», внедрение информационных технологий в целях совершенствования управления, предполагается модернизация обращения медицинских изделий (с помощью «регуляторной гильотины») и создание федерального списка лиц, имеющих право на получение льготных лекарственных препаратов. Только в Башкортостане в 2021 году на реализацию нацпроектов в сфере здравоохранения направят 2,243 млрд рублей.

Список литературы

1. Беляков А.В. Опыт Европейского Союза в области регулирования здравоохранения. М.: Юстицинформ, 2015. 320 с.
2. Беседовский С.Г., Жаркова Ю.С., Цой Р.А., Щемелев С.Н. Проблемы финансирования бюджетных учреждений здравоохранения // Финансовые исследования. 2015. № 1 (46). С. 129-137. https://finis.rsue.ru/2015_N1/besedovskiy-zarkova-voi-shemelev.pdf
3. Братановский С.Н., Кизилов В.В. Правовое регулирование организации и деятельности медицинских учреждений в России / под ред. С. Н. Братановского. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2005. 110 с.
4. Владимирский-Буданов М.Ф. Обзор истории русского права. Ростов-на-Дону: Феникс, 1995. 640 с.
5. Дуганов М.Д. Оценка эффективности расходов на здравоохранение на региональном и муниципальном уровнях : монография. М., 2007. 112 с.
6. Дрошев В.В. Развитие обязательного медицинского страхования в России: история и современность // Страхование дело. 2004. № 1. С. 47-59.
7. Комаров Ю.М. О том, как должно выглядеть отечественное здравоохранение в перспективе (субъективное мнение) // ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучение. Вестник ВШОУЗ. 2019. Т. 5, N 3(17). С. 32–35. <https://doi.org/10.24411/2411-8621-2019-13004>
8. Кузьмин М.К. История медицины. М.: Медицина, 1978. 199 с.
9. Мирский М.Б. Медицина России XVI-XIX веков. М.: Росспэн, 1996. 376 с.
10. Назаров В.С. Основные направления развития системы здравоохранения России: тренды, развилки, сценарии / В.С. Назаров, Н.А. Авксентьев, Н.Н. Сисигина; РАНХиГС. Москва: Дело, 2019. 102 с.
11. О кадровом обеспечении отрасли здравоохранения Республики Башкортостан, в том числе системы оказания скорой медицинской помощи, и мерах социальной поддержки медицинских работников / М.В. Забелин. <https://health.bashkortostan.ru/presscenter/lectures/1188/>
12. Основы экономики здравоохранения : учеб. пособие: [для мед. вузов / Н. И. Вишняков и др.] ; под ред. Н.И. Вишнякова, В.А. Миняева. Москва: МЕДпресс-информ, 2008. 144 с.

13. Полное собрание законов Российской империи. 1830. Т. 5. № 2821.
14. Российское законодательство X–XX веков: Законодательство периода образования и укрепления Русского централизованного государства. В 9-ти томах. Т. 2 / Отв. ред.: Горский А.Д.; Под общ. ред.: Чистякова О.И. М.: Юрид. лит., 1985. 520 с.
15. Столяров С.А. Менеджмент в здравоохранении: учебник для вузов. М.: Юрайт, 2019. 764 с.
16. Улумбекова Г.Э., Гинойн А.Б., Калашникова А.В., Альвианская Н.В. Финансирование здравоохранения в России (2021–2024 гг.). Факты и предложения // ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучение. Вестник ВШОУЗ. 2019. Т. 5, N 4. С. 4-19. <https://doi.org/10.24411/2411-8621-2019-14001>
17. Федеральный бюджет на 2017-2019 годы: о чем говорят его основные параметры. <https://www.finam.ru/analysis/forecasts/federalnyiy-byudzhets-na-2017-2019-gody-o-chem-govoryat-ego-osnovnye-parametry-20161024-13320/>
18. Хрестоматия по истории отечественного государства и права (послеоктябрьский период) / сост. Ю.П. Титов, О.И. Чистяков. М.: МГУ, 1994. 446 с.
19. Шишкин С.В. Реформа финансирования российского здравоохранения: монография. М., 2000. 444 с. https://www.iep.ru/files/text/working_papers/25.pdf
20. Dzaou V.J., McClellan M.B., McGinnis J. M., Finkelman E.M., Editors. Vital Directions for Health and Health Care: An Initiative of the National Academy of Medicine. Washington (DC): National Academy of Medicine, 2017, pp. 1-38. <https://nam.edu/initiatives/vital-directions-for-health-and-health-care/vital-directions-for-health-health-care-special-publication/>
21. Ezekiel J. Emanuel Which Country Has the World’s Best Health Care? New York: PublicAffairs, 2020. 464 p. <https://www.publicaffairsbooks.com/titles/ezekiel-j-emanuel/which-country-has-the-worlds-best-health-care/9781541797727/>
22. Nosova D., Nosov I., Filippov N.L., Bikinin I. Prevention Of Minors Delinquent Behavior In Activities Of The Internal Affairs Officers // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS. Humanistic Practice in Education in a Postmodern Age (HPEPA 2019), 2019, pp. 791-798.
23. Smith M, Saunders R, Stuckhardt L, McGinnis JM, editors. Best Care at Lower Cost: The Path to Continuously Learning Health Care in America. Washington, DC: The National Academies Press, 2013, 436 p. <https://doi.org/10.17226/13444>
24. Shrank WH, DeParle N, Gottlieb S, Jain SH, Orszag P, Powers BW et al. Health Costs and Financing: Challenges and Strategies for a New Administration // Health Affairs, 2021, vol. 40, no. 2, pp. 235-242. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2020.01560>
25. Tanner M.D. The Grass is Not Always Greener: A Look at National Health Care Systems around the World // Policy Analysis, March 18, 2008, no. 613, pp. 1-48. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1262978>

References

1. Belyakov A.V. *Opyt Evropeyskogo Soyuzha v oblasti regulirovaniya zdravookhraneniya* [Experience of the European Union in the field of health-care regulation]. M.: Justicinform, 2015, 320 p.
2. Besedovsky S.G., Zharkova Yu.S., Tsoi R.A., Schemelev S.N. *Finansovye issledovaniya*, 2015, no. 1 (46), pp. 129-137. https://finis.rsue.ru/2015_N1/besedovskiy-zarkova-coi-shemelev.pdf
3. Bratanovskiy S.N., Kizilov V.V. *Pravovoe regulirovanie organiza-tsii i deyatel'nosti meditsinskikh uchrezhdeniy v Rossii* [Legal regulation of the organization and activities of medical institutions in Russia] / S.N. Bratanovskiy (ed.). Saratov: Izd-vo Sarat. un-ta, 2005, 110 p.
4. Vladimирskiy-Budanov M.F. *Obzor istorii russkogo prava* [Review of the history of Russian law]. Rostov-on-Don: Phoenix Publ., 1995, 640 p.
5. Duganov M.D. *Otsenka effektivnosti raskhodov na zdravookhranenie na regional'nom i munitsipal'nom urovnyakh : monografiya* [Assessment of the effectiveness of health care expenditures at the regional and municipal levels: monograph]. M., 2007, 112 p.
6. Droshev V.V. *Razvitie obyazatel'nogo meditsinskogo strakhovaniya v Rossii: istoriya i sovremennost* [The development of compulsory medical insurance in Russia: history and modernity]. *Strakhovoe delo*, 2004, № 1, pp. 47-59.
7. Komarov Yu.M. *ORGZDRAV: novosti, mneniya, obuchenie. Vestnik VSHOUZ* [Healthcare Management: News, Views, Education. Bulletin of VSHOUZ], 2019, vol. 5, no. 3(17), pp. 32-35. <https://doi.org/10.24411/2411-8621-2019-13004>
8. Kuzmin M.K. *Istoriya meditsiny* [History of Medicine]. M.: Medicine Publ., 1978. 199 p.
9. Mirsky M.B. *Meditsina Rossii XVI-XIX vekov* [Medicine of Russia of the XVI-XIX centuries]. M.: Rosspen, 1996, 376 p.
10. Nazarov V.S., Avksentev N.A., Sisigina N.N. *Osnovnye napravleniya razvitiya sistemy zdravookhraneniya Rossii: trendy, razvilki, stsenarii* [The main directions of development of the healthcare system in Russia: trends, forks, scenarios]; RANEPА. Moscow: Delo Publ., 2019, 102 p.
11. Zabelin M.V. *O kadrovom obespechenii otrasli zdravookhraneniya Respubliki Bash-kortostan, v tom chisle sistemy okazaniya skoroy meditsinskoy pomoshchi, i merakh sotsial'noy podderzhki meditsinskikh rabotnikov* [On the staffing of the healthcare industry in the Republic of Bash-kortostan, including the emergency medical care system, and measures of social support for medical workers]. <https://health.bashkortostan.ru/presscenter/lectures/1188/>

12. Vishnyakov N.I. et al. *Osnovy ekonomiki zdavookhraneniya* [Fundamentals of Health Economics]; N.I. Vishnyakov, V.A. Minyaev (ed.). Moscow: MEDpress-inform, 2008, 144 p.
13. *Polnoe sobranie zakonov Rossiyskoy imperii* [Complete collection of laws of the Russian Empire], 1830, vol. 5, no. 2821.
14. *Rossiyskoe zakonodatel'stvo X-XX vekov: Zakonodatel'stvo perioda obrazovaniya i ukrepleniya Russkogo tsentralizovannogo gosudarstva. V 9-ti tomakh. T. 2* [Russian legislation X-XX centuries: Legislation of the period of formation and strengthening of the Russian centralized state. In 9 volumes. Vol. 2] / Gorsky A.D. (ed.); Chistyakova O.I. M.: Legal literature Publ., 1985, 520 p.
15. Stolyarov S.A. *Menedzhment v zdavookhraneni: uchebnik dlya vuzov* [Management in health care: a textbook for universities]. M.: Yurayt Publ., 2019, 764 p.
16. Ulumbekova G.E., Ginoyan A.B., Kalashnikova A.V., Alvianskaya N.V. *ORG-ZDRAV: novosti, mneniya, obuchenie. Vestnik VSHOUZ* [Healthcare Management: News, Views, Education. Bulletin of VSHOUZ], 2019, vol. 5, no. 4, pp. 4-19. <https://doi.org/10.24411/2411-8621-2019-14001>
17. *Federal'nyy byudzhnet na 2017-2019 gody: o chem govoryat ego osnovnye parametry* [Federal budget for 2017-2019: what its main parameters indicat]. <https://www.finam.ru/analysis/forecasts/federalnyiy-byudzhnet-na-2017-2019-gody-o-chem-govoryat-ego-osnovnye-parametry-20161024-13320/>
18. *Khrestomatiya po istorii otechestvennogo gosudarstva i prava (posle-oktyabr'skiy period)* [Reader on the history of the national state and law (post-October period)] / Yu.P. Titov, O.I. Chistyakov. M.: Moscow State University Publ., 1994, 446 p.
19. Shishkin S.V. *Reforma finansirovaniya rossiyskogo zdavookhraneniya: monografiya* [Financing reform of Russian health care: monograph]. M., 2000, 444 p. https://www.iep.ru/files/text/working_papers/25.pdf
20. Dzau V.J., McClellan M.B., McGinnis J. M., Finkelman E.M., Editors. *Vital Directions for Health and Health Care: An Initiative of the National Academy of Medicine*. Washington (DC): National Academy of Medicine, 2017, pp. 1-38. <https://nam.edu/initiatives/vital-directions-for-health-and-health-care/vital-directions-for-health-health-care-special-publication/>
21. Ezekiel J. *Emanuel Which Country Has the World's Best Health Care?* New York: PublicAffairs, 2020. 464 r. <https://www.publicaffairsbooks.com/titles/ezekiel-j-emanuel/which-country-has-the-worlds-best-health-care/9781541797727/>
22. Nosova D., Nosov I., Filippov N.L., Bikinin I. Prevention Of Minors Delinquent Behavior In Activities Of The Internal Affairs Officers. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS. Humanistic Practice in Education in a Postmodern Age (HPEPA 2019)*, 2019, pp. 791-798.

23. Smith M, Saunders R, Stuckhardt L, McGinnis JM, editors. *Best Care at Lower Cost: The Path to Continuously Learning Health Care in America*. Washington, DC: The National Academies Press, 2013, 436 p. <https://doi.org/10.17226/13444>
24. Shrank WH, DeParle N, Gottlieb S, Jain SH, Orszag P, Powers BW et al. Health Costs and Financing: Challenges and Strategies for a New Administration. *Health Affairs*, 2021, vol. 40, no. 2, pp. 235-242. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2020.01560>
25. Tanner M.D. The Grass is Not Always Greener: A Look at National Health Care Systems around the World. *Policy Analysis*, March 18, 2008, no. 613, pp. 1-48. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1262978>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Ермоленко Татьяна Васильевна, адъюнкт

*Уфимский юридический институт МВД России
ул. Мукушинова, 2, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450103, Рос-
сийская Федерация
konopelko.tanya@gmail.com*

Биккинин Ирек Анасович, д-р юрид. наук, профессор

*Башкирский государственный педагогический университет им.
М. Акмуллы
ул. Октябрьской революции, 3а, г. Уфа, Башкортостан, 450000,
Российская Федерация
bikkinin@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Ermolenko Tatyana V., adjunct

*Ufa Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia
2, Muksinov Str., Ufa, Republic of Bashkortostan, 450103, Russian Fe-
deration
konopelko.tanya@gmail.com*

Bikkinin Irek A., Doctor of Law, Full Professor

*Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmullah
Oktjabrskaya Revolyutsiya Str., 3a, Ufa, Republic of Bashkortostan,
450000, Russian Federation
bikkinin@mail.ru
SPIN-code: 8033-6908
ORCID: 0000-0003-2734-4973
ResearcherID: I-7906-2015*

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-208-221

УДК 612.172.2:612.8

ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННЫХ РЕЗЕРВОВ СЕРДЦА СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА В ДИНАМИКЕ ОБУЧЕНИЯ

А.К. Мартусевич, И.В. Бочарин, Л.Р. Диленян, Я.В. Киселев

Целью работы являлась сравнительная оценка вариабельности сердечного ритма студентов младших и выпускного курсов медицинского ВУЗа.

***Материал и методы.** Исследование проведено на 426 студентах первого-второго курсов Приволжского исследовательского медицинского университета (178 юношей и 248 девушек) и 58 студентах выпускного (шестого) курса (23 юноши и 35 девушек). Для регистрации электрокардиограммы и анализа гемодинамических показателей, в том числе характеризующих вариабельность сердечного ритма, применяли систему спортивного тестирования «Medical Soft». Для мониторинга использовали стандартные гемодинамические параметры, статистические и спектральные показатели вариабельности сердечного ритма, а также интегральный критерий состояния микроциркуляции. Анализ данных производили в соответствии с возрастными нормативами.*

***Результаты.** Установлено, что состояние кардиоваскулярной системы у студентов шестого курса существенно отличается от такового у младшекурсников. Так, у представителей данной группы зафиксировано увеличение уровня диастолического давления, относительная тахикардия, нарастание параметра LF/HF, снижение показателя рNN50, характеризующего вариабельность ритма. Одновременно показано увеличение общего периферического сопротивления сосудов и снижение микроциркуляции.*

***Заключение.** Установлено, что выпускники медицинского ВУЗа имеют более выраженные признаки дизадаптации в функционировании сердечно-сосудистой системы, чем студенты младших курсов. Они проявляются как в перестройке вариабельности кардиоритма (в сторону симпатической гиперстимуляции миокарда), так и изменении состояния сосудов.*

***Ключевые слова:** адаптация; студенты; вариабельность сердечного ритма*
***Для цитирования.** Мартусевич А.К., Бочарин И.В., Диленян Л.Р., Киселев Я.В. Оценка адаптационных резервов сердца студентов медицинского вуза в динамике обучения // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 1. С. 208-221. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-208-221*

THE STUDY OF ADAPTATION RESERVES OF THE HEART IN MEDICAL STUDENTS DURING EDUCATION

A.K. Martusevich, I.V. Bocharin, L.R. Dilenyana, Y.V. Kiseliv

The aim of the work was a comparative assessment of heart rate variability of junior and senior medical students.

Material and methods. *The study was conducted on 426 first- and second-year students of the Provolzhsky Research Medical University (178 boys and 248 girls) and 58 students of the final (sixth) year (23 boys and 35 girls). To register an electrocardiogram and analyze hemodynamic parameters, including those that characterize heart rate variability, we used the "Medical Soft" sports testing system. Standard hemodynamic parameters, statistical and spectral parameters of heart rate variability, as well as an integral criterion of microcirculation status were used for monitoring. Data analysis was performed in accordance with age standards.*

Results. *It was found that the state of the cardiovascular system in sixth-year students differs significantly from that of undergraduates. Thus, the students of this group had an increase in the level of diastolic pressure, relative tachycardia, an increase in the LF/HF parameter, and a decrease in the pNN50 index, which characterizes rhythm variability. At the same time, an increase in the total peripheral vascular resistance and a decrease in microcirculation are shown.*

Conclusion. *It was found that graduates of medical Schools have more pronounced signs of disadaptation in the functioning of the cardiovascular system than undergraduates. They are manifested both in the rearrangement of cardiorythm variability (in the direction of sympathetic hyperstimulation of the myocardium), and changes in the state of blood vessels.*

Keywords: *adaptation, students, heart rate variability*

For citation. *Martusevich A.K., Bocharin I.V., Dilenyana L.R., Kiseliv Y.V. The study of adaptation reserves of the heart in medical students during education. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 208-221. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-208-221*

Известно, что обучение в высшей школе, характеризующееся высокой интенсивностью, необходимостью усвоения и переработки больших объемов информации и значительным компонентом самоподготовки приводит к формированию у студентов значительного нервно-психического напряжения [1, 3, 5-7, 12, 13]. При этом одним из наиболее интенсивных

по объему усваиваемого теоретического материала и спектру осваиваемых практических навыков является профилей образования является медицинский [4, 9, 10], в связи с чем именно у данного контингента обучающихся высок риск развития дизрегуляторной патологии, в частности – заболеваний сердечно-сосудистой системы [16 5, 10, 13]. На этом основании своевременный и периодический мониторинг сдвигов функционирования кардиоваскулярной системы необходим и актуален [1-3, 7].

На протяжении последних десятилетий наиболее быстрым и информативным способом анализа состояния системной гемодинамики является оценка вариабельности сердечного ритма [6, 10-14]. Этому способствуют стандартизированные совместными рекомендациями рабочей группы Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества стимуляции и электрофизиологии подходы к описанию результатов кардиоинтервалографии на основе статистических и спектральных методов [6, 10, 14]. С учетом указанных позиций, изучение вариабельности сердечного ритма принято использовать в качестве способа тестирования текущего состояния сердечно-сосудистой системы и мониторинга ее адаптационных резервов, в том числе – у студенческой молодежи [4-7, 9, 10]. В то же время недостаточно сведений о динамике кардиоваскулярных резервов в процессе обучения. Имеются данные о годовых паттернах гемодинамики [5], однако не сопоставлены ее особенности в начале и по завершении обучения. Поэтому целью работы явилась сравнительная оценка вариабельности сердечного ритма студентов младших и выпускного курсов медицинского ВУЗа.

Материал и методы

Исследование проведено на 426 студентах первого-второго курсов Приволжского исследовательского медицинского университета (178 юношей и 248 девушек) и 58 студентах выпускного (шестого) курса (23 юноши и 35 девушек). Из исследования исключали людей, по возрастной категории выделяющихся из общей группы, а также лиц, имеющих патологию сердечно-сосудистой системы. Все испытуемые включены исследование после подписания информированного согласия.

Исследование проводили в середине учебного дня, в спокойном состоянии (в межсессионный период, вне дней сдачи зачетов или коллоквиумов) в полном соответствии со стандартными правилами процедуры снятия электрокардиограммы (ЭКГ). Для регистрации ЭКГ и анализа гемодинамических показателей, в том числе характеризующих вариабельность сер-

дечного ритма, применяли систему спортивного тестирования «Medical Soft» (вариант «MS FIT Pro», Россия) [4]. Для мониторинга использовали стандартные гемодинамические параметры, статистические и спектральные показатели variability сердечного ритма, а также интегральный критерий состояния микроциркуляции. Анализ данных производили в соответствии с возрастными нормативами.

Статистическую обработку результатов производили с помощью программ Microsoft Excel 2007 и Statistica 6.1 for Windows. Нормальность распределения значений параметров оценивали с использованием критерия Шапиро-Уилка. С учетом характера распределения признака для оценки статистической значимости различий применяли t-критерий Стьюдента.

Результаты

Первым анализируемым параметром, по которому производили сопоставление состояния гемодинамики у студентов младших и старшего курсов, служил уровень артериального давления (рис. 1).

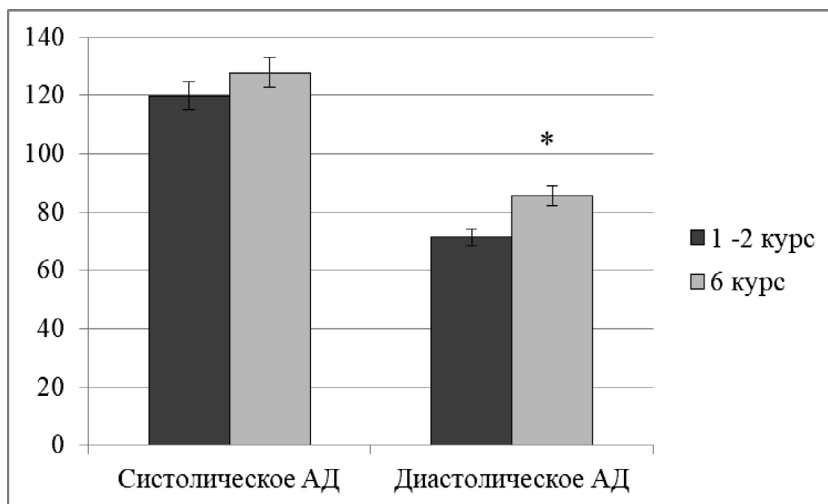


Рис. 1. Уровень артериального давления у студентов младших и старших курсов («*») – различия относительно уровня, характерного для учащихся младших курсов статистически значимы, $p < 0,05$

Установлено, что уровень систолического давления у представителей сформированных групп практически не различался, тогда как диастоличе-

ское давление у студентов шестого курса было значимо выше, чем у первокурсников ($p < 0,05$), что можно отнести к дизадаптивным перестройкам.

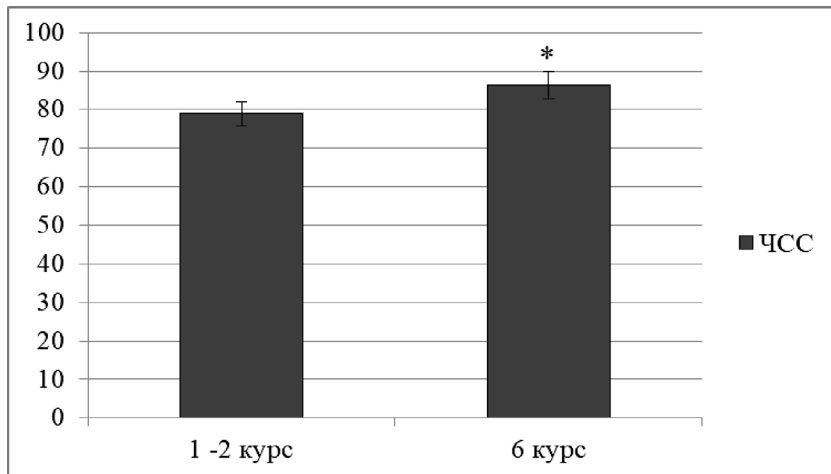


Рис. 2. Уровень частоты сердечных сокращений у студентов младших и старших курсов («*») – различия относительно уровня, характерного для учащихся младших курсов статистически значимы, $p < 0,05$)

Увеличение диастолического давления у выпускников сопровождалось нарастанием частоты сердечных сокращений относительно младших студентов ($p < 0,05$; рис. 6). Несмотря на определение уровня данного параметра в пределах возрастной нормы [2, 8, 12], мы фиксировали данную тенденцию к тахикардии, что также может свидетельствовать о снижении адаптационных резервов миокарда у студентов шестого курса по сравнению с недавно начавшими обучение в университете лицами.

Выявленные сдвиги в полной мере соответствовали результатам спектрального анализа, на основании которых показано нарастание симпатической стимуляции сердечного ритма (рис. 3). На это указывает статистически значимое увеличение параметра LF/HF, рассчитываемого как соотношение мощностей спектра в диапазонах низких и высоких частот у выпускников относительно студентов первого и второго курсов ($p < 0,05$), и отображает больший уровень нервно-психического напряжения у них [5, 7, 10]. В то же время значение стресс-индекса остается в единых пределах у представителей обеих групп, что позволяет предположить субклинический характер дизадаптационных изменений состояния сердечно-сосудистой системы.

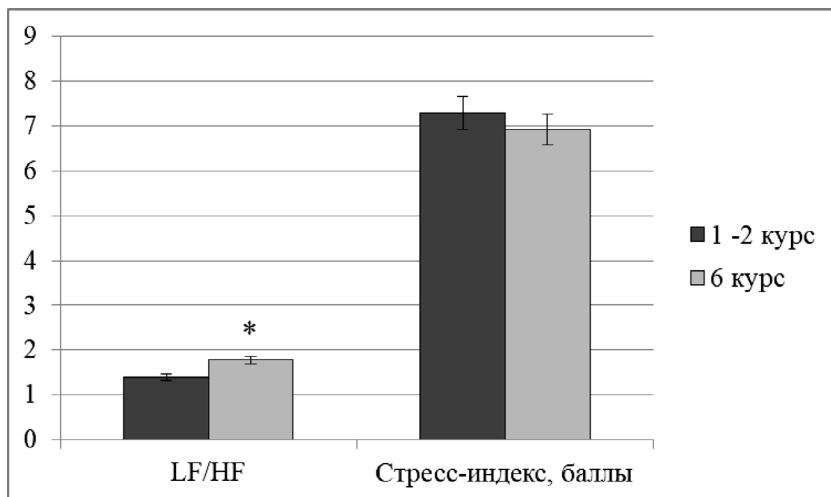


Рис. 3. Спектральный индекс вегетативного баланса (LF/HF) и стресс-индекс у студентов младших и старших курсов («*» – различия относительно уровня, характерного для учащихся младших курсов статистически значимы, $p < 0,05$)

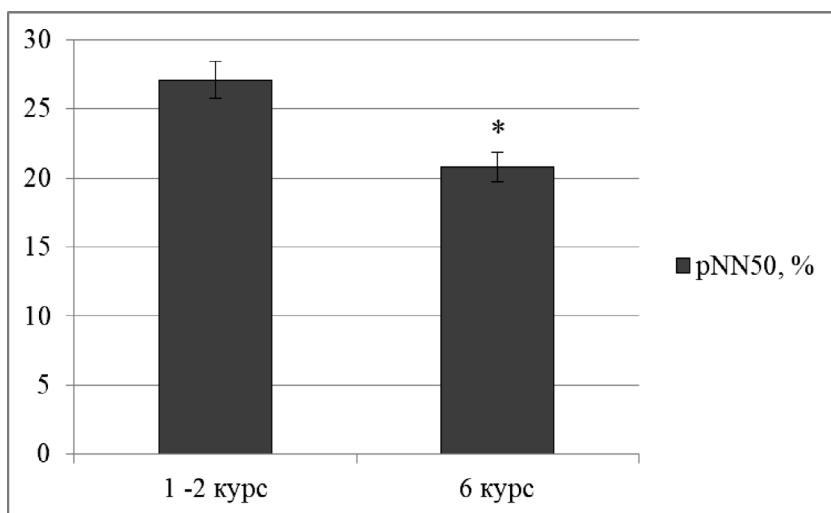


Рис. 4. Параметр pNN50 у студентов младших и старших курсов («*» – различия относительно уровня, характерного для учащихся младших курсов статистически значимы, $p < 0,05$)

Дальнейший анализ параметров variability сердечного ритма позволил подтвердить рабочую гипотезу о направленности его изменений в процессе обучения. Так, показатель рNN50, непосредственно характеризующий степень variability ритма (рис. 4), у студентов шестого курса зарегистрирован на более низком уровне, чем у младших испытуемых ($p < 0,05$), что также является косвенным признаком снижения адаптационного потенциала миокарда.

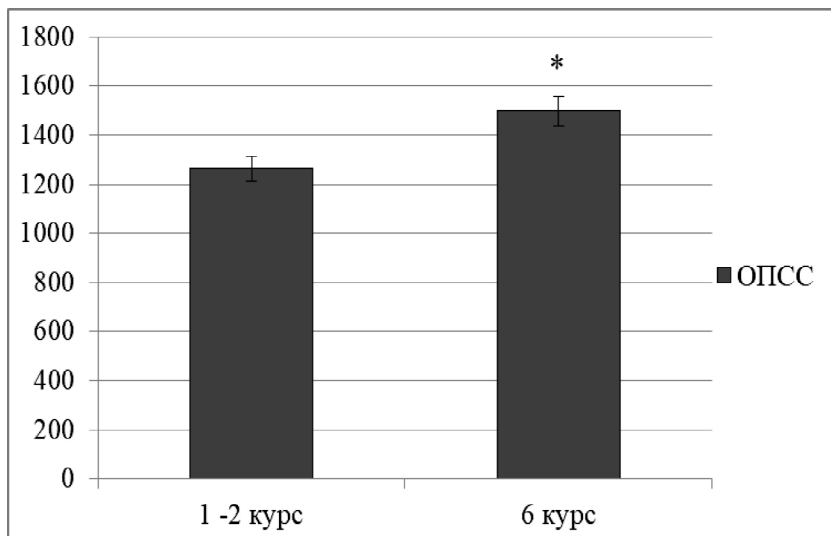


Рис. 5. Уровень общего периферического сопротивления сосудов у студентов младших и старших курсов («*») – различия относительно уровня, характерного для учащихся младших курсов статистически значимы, $p < 0,05$)

Кроме оценки функциональных резервов миокарда, нами произведен анализ состояния сосудистого компонента путем мониторинга общего периферического сопротивления сосудов (рис. 5) и интенсивности микроциркуляции (рис. 6).

Выявлено, что у выпускников имеет место более высокое значение общего периферического сопротивления сосудов по сравнению со студентами первого и второго курсов ($p < 0,05$), что мы рассматриваем как компенсаторную реакцию в ответ на проявления симпатической стимуляции сердца. Это также может свидетельствовать о снижении адаптивных резервов кардиоваскулярной системы у старшекурсников.

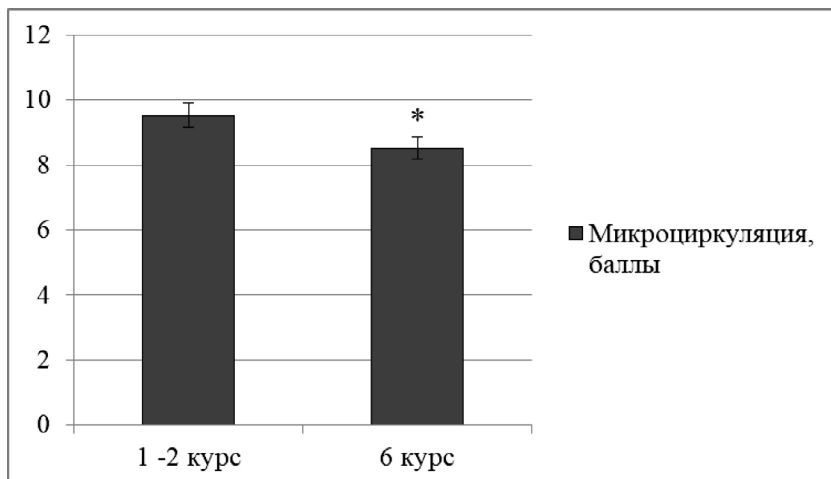


Рис. 6. Уровень микроциркуляции у студентов младших и старших курсов («*» – различия относительно уровня, характерного для учащихся младших курсов статистически значимы, $p < 0,05$)

Наконец, изучение микроциркуляции у представителей рассматриваемых группы позволило установить, что данный показатель у выпускников снижается относительно недавно поступивших студентов ($p < 0,05$), однако подобные сдвиги не выводят его за пределы физиологического диапазона. Это позволяет заключить, что изменения носят характер донозологических, но свидетельствуют о необходимости тщательного контроля возможного прогрессирования данных признаков сердечно-сосудистой дизадаптации.

Заключение

Проведенный анализ указывает на то, что выпускники медицинского ВУЗа имеют более выраженные признаки дизадаптации в функционировании сердечно-сосудистой системы, чем студенты младших курсов. Они проявляются как в перестройке вариабельности кардиоритма (в сторону симпатической гиперстимуляции миокарда), так и изменении состояния сосудов (компенсаторное нарастание периферического сопротивления и умеренное угнетение микроциркуляции). Подобные сдвиги состояния системной гемодинамики студентов обусловлены значительным психоэмоциональным напряжением, кумули-

рующимися за период обучения в ВУЗе, гиподинамией и, как следствие, снижением эффективности стресс-ответа организма и формированием признаков кардиоваскулярной дисрегуляции. Это детерминирует необходимость соблюдения студентами гигиены труда, грамотным сочетанием умственной деятельности и физических нагрузок, а также их приобщения к занятиям спортом.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Миннибаев Т.Ш., Северин А.Е. Изучение образа жизни, состояния здоровья и успеваемости студентов при интенсификации образовательного процесса // Гигиена и санитария. 2005. № 3. С. 48-52.
2. Бароненко В.А., Рапопорт Л.А. Здоровье и физическая культура. М.: Альфа, 2003. 417 с.
3. Веневцева Ю.Л., Мельников А.Х., Нижник Л.Н., Гомова Т.А. Активный ортостаз в оценке функциональных резервов детей и подростков // Вестник аритмологии. 2005. №36-1. С. 26.
4. Бочарин И.В., Мартусевич А.К., Гурьянов М.С., Киселев Я.В., Канатьев К.Н., Полебенцев С.Н. Результаты скринингового обследования состояния сердечно-сосудистой системы студенческой молодежи г. Нижнего Новгорода // International Journal of Medicine and Psychology. 2020. Т. 3, № 1. С. 118-121. <http://ijmp.ru/archives/10087>
5. Кашина Ю.В. Оценка адаптации студентов в начале и в конце учебного года по вариабельности ритма сердца // Фундаментальные исследования. 2014. № 10, Ч. 3. С. 514-517. <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35454>
6. Литвин Ф.Г., Цыгановский А.М., Сбитный С.Н. и др. Вариабельность сердечного ритма у студентов с разной двигательной активностью // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2015. №7. С. 123-129. <http://lesgaft-notes.spb.ru/ru/node/7782>
7. Рослякова Е.М., Алипбекова А.С., Игибаева А.С. Показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов в условиях адаптации к обучению в вузе в зависимости от вегетативного статуса // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. №5-2. С. 252-256. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11582>
8. Сабирьянов А.Р. Медленноволновые колебания кровообращения у детей. Челябинск: ЮУрГУ, 2004. 115 с.
9. Спицин А.П. Особенности структуры сердечного ритма у лиц молодого возраста в зависимости от доминирующего типа вегетативной нервной си-

- стемы // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». 2017. № 3. С. 113-117. <https://doi.org/10.21626/vestnik/2017-3/19>
10. Спицин А.П., Спицина Т.А. Сердечный ритм в условиях нервно-психического напряжения // Вятский медицинский вестник. 2010. №2. С. 66-69.
 11. Хаспекова Н.Б. Диагностическая информативность мониторинга вариабельности ритма сердца // Вестник аритмологии. 2003. № 32. С. 15-23.
 12. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. 255 с.
 13. Galland B., Jackson P., Sayers R. et al. A matched case control study of orthostatic intolerance in children/adolescents with chronic fatigue syndrome // *Pediatric Research*, 2008, vol. 63, no. 2, pp. 196-202. <https://www.nature.com/articles/pr200838>
 14. Dimitriev D.A., Saperova E.V., Dimitriev A.D. State Anxiety and Nonlinear Dynamics of Heart Rate Variability in Students // *PLoS One*, 2016, vol. 11, no. 1, e0146131. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146131>
 15. Kleiger, R.E., Stein P.K., Bigger Jr. J.T. Heart rate variability: measurement and clinical utility // *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 2005, vol. 10, no. 1, pp. 88-101. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474x.2005.10101.x>
 16. Misek J., Belyaev I., Jakusova V., Tonhajzerova I., Barabas J., Jakus J. Heart rate variability affected by radiofrequency electromagnetic field in adolescent students // *Bioelectromagnetics*, 2018, vol. 39, no. 4, pp. 277-288. <https://doi.org/10.1002/bem.22115>
 17. Nakayama N., Arakawa N., Ejiri H., Matsuda R., Makino T. Heart rate variability can clarify students' level of stress during nursing simulation // *PLoS One*, 2018, vol. 13, no. 4, e0195280. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195280>
 18. Tharion E., Parthasarathy S., Neelakantan N. Short-term heart rate variability measures in students during examinations // *Natl Med J India*, 2009, vol. 22, no. 2, pp. 63-6.
 19. Thomas B.L., Viljoen M. Heart Rate Variability and Academic Performance of First-Year University Students // *Neuropsychobiology*, 2019, vol. 78, no. 4, pp. 175-181. <https://doi.org/10.1159/000500613>
 20. Veternik M., Tonhajzerova I., Misek J., Jakusova V., Hudeckova H., Jakus J. The impact of sound exposure on heart rate variability in adolescent students // *Physiol Res*, 2018, vol. 67, no. 5, pp. 695-702. <https://doi.org/10.33549/physiol-res.933882>
 21. Zhao S., Chi A., Yan J., Yao C. Feature of Heart Rate Variability and Metabolic Mechanism in Female College Students with Depression // *BioMed Research International*, 2020, vol. 2020, Article ID 5246350. <https://doi.org/10.1155/2020/5246350>

References

1. Aghajanian N.A., Minnibayev T.S., Severin A.E. Izuchenie obraza zhizni, sostoyaniya zdorov'ya i uspevaemosti studentov pri intensivifikacii obrazovatel'nogo processa [The study of lifestyle, health status and academic performance of students at the intensification of the educational process]. *Gigiya i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 2005, no. 3, pp. 48-52.
2. Baronenko V.A., Rapoport L.A. *Zdorov'e i fizicheskaya kul'tura* [Health and physical education student]. Moscow: Alpha Publ., 2003, 417 p.
3. Venevtseva Yu.I., Melnikov A.H., Nizhnik L.N., Gomova T.A. Aktivnyj ortostaz v ocenke funkcional'nyh rezervov detej i podrostkov [Active orthostasis in the assessment of functional reserves of children and adolescents]. *Vestnik aritmologii* [Bulletin of Arrhythmology], 2005, no. 1, p. 26.
4. Bocharin I.V., Martusevich A.K., Guryanov M.S., Kiselev Ya.V., Kanatov K.N., Polebentsev S.N. Rezul'taty skринingovogo obsledovaniya sostoyaniya serdechno-sosudistoj sistemy studencheskoj molodezhi g. Nizhnego Novgoroda [Results of screening evaluation of cardiovascular system of students in Nizhny Novgorod]. *International Journal of Medicine and Psychology*, 2020, vol. 3, no. 1, pp. 118-121. <http://ijmp.ru/archives/10087>
5. Kashina Yu.V. Ocenka adaptacii studentov v nachale i v konce uchebnogo goda po variabel'nosti ritma serdca [Estimation of students adaptation to the start and end of education year on heart rate variability]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental studies], 2014, no. 10, part 3, pp. 514-517. <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35454>
6. Litvin F.G., Tsyganovsky A.M., Sbitnyi S.N. et al. Variabel'nost' serdechnogo ritma u studentov s raznoj dvigatel'noj aktivnost'yu [Heart rate variability in students with different motor activity]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific notes named after P.F. Lesgaft], 2015, no. 7, pp. 123-129. <http://lesgaft-notes.spb.ru/ru/node/7782>
7. Roslyakova E.M., Alipbekova A.S., Igibaeva A.S. Pokazateli funkcional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoj sistemy studentov v usloviyah adaptacii k obucheniyu v vuze v zavisimosti ot vegetativnogo statusa [Parameters of functional state of cardiovascular system of students in the adaptation to education in university in connection with vegetative status]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental studies], 2017, no. 5-2, pp. 252-256. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11582>
8. Sabirjanov A.R. *Medlennovolnovye kolebaniya krovoobrascheniya u detej* [Slow-wave fluctuations of blood circulation in children]. Chelyabinsk: South Ural St. Univ. Publ., 2004, 115 p.

9. Spitsin A.P. Osobennosti struktury serdechnogo ritma u lic molodogo vozrasta v zavisimosti ot dominiruyushchego tipa vegetativnoj nervnoj sistemy [Specialties of cardiac rhythm structure in younger peoples in connection with dominant type of autonomous nervous system]. *Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik "CHelovek i ego zdorov'e"* [Human and its health], 2017, no. 3, pp. 113-117. <https://doi.org/10.21626/vestnik/2017-3/19>
10. Spitsin A.P., Spitsina T.A. Serdechnyj ritm v usloviyah nervno-psihicheskogo napryazheniya [Cardiac rhythm during nervous and psychological stress]. *Vyatskij medicinskij vestnik* [Vyatka medical Gerald], 2010, no. 2, pp. 66-69.
11. Haspekova N.B. Diagnosticheskaya informativnost' monitorirovaniya variabel'nosti ritma serdca [Diagnostic informativeness of monitoring HRV], *Vestnik aritmologii* [Bulletin of Arrhythmology], 2003, no. 32, pp. 15-23. p
12. Shlyk N.A. Serdechnyj ritm i tip regulyacii u detej, podrostkov i sportsmenov [Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes]. Izhevsk, Publ. house "Udmurtia University", 2009.
13. Galland B., Jackson P., Sayers R. et al. A matched case control study of orthostatic intolerance in children/adolescents with chronic fatigue syndrome. *Pediatric Research*, 2008, vol. 63, no. 2, pp. 196-202. <https://www.nature.com/articles/pr200838>
14. Dimitriev D.A., Saperova E.V., Dimitriev A.D. State Anxiety and Nonlinear Dynamics of Heart Rate Variability in Students. *PLoS One*, 2016, vol. 11, no. 1, e0146131. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146131>
15. Kleiger, R.E., Stein P.K., Bigger Jr. J.T. Heart rate variability: measurement and clinical utility. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 2005, vol. 10, no. 1, pp. 88-101. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474x.2005.10101.x>
16. Misek J., Belyaev I., Jakusova V., Tonhajzerova I., Barabas J., Jakus J. Heart rate variability affected by radiofrequency electromagnetic field in adolescent students. *Bioelectromagnetics*, 2018, vol. 39, no. 4, pp. 277-288. <https://doi.org/10.1002/bem.22115>
17. Nakayama N., Arakawa N., Ejiri H., Matsuda R., Makino T. Heart rate variability can clarify students' level of stress during nursing simulation. *PLoS One*, 2018, vol. 13, no. 4, e0195280. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195280>
18. Tharion E., Parthasarathy S., Neelakantan N. Short-term heart rate variability measures in students during examinations. *Natl Med J India*, 2009, vol. 22, no. 2, pp. 63-6.
19. Thomas B.L., Viljoen M. Heart Rate Variability and Academic Performance of First-Year University Students. *Neuropsychobiology*, 2019, vol. 78, no. 4, pp. 175-181. <https://doi.org/10.1159/000500613>

20. Veternik M., Tonhajzerova I., Misek J., Jakusova V., Hudeckova H., Jakus J. The impact of sound exposure on heart rate variability in adolescent students. *Physiol Res.*, 2018, vol. 67, no. 5, pp. 695-702. <https://doi.org/10.33549/physiolres.933882>
21. Zhao S., Chi A., Yan J., Yao C. Feature of Heart Rate Variability and Metabolic Mechanism in Female College Students with Depression. *BioMed Research International*, 2020, vol. 2020, Article ID 5246350. <https://doi.org/10.1155/2020/5246350>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Мартусевич Андрей Кимович, д-р биол. наук, руководитель лаборатории медицинской биофизики

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

пл. Минина, 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация

cryst-mart@yandex.ru

Бочарин Иван Владимирович, преподаватель кафедры физической культуры и спорта

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

пл. Минина, 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация

bocharin.ivan@mail.ru

Диленян Левон Робертович, канд. мед. наук, доцент кафедры патофизиологии

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

пл. Минина, 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация

levon-nn@yandex.ru

Киселев Ярослав Вячеславович, преподаватель кафедры физической культуры и спорта

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

*пл. Минина, 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация
yaroslav.kiseliv88@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Martusevich Andrew K., Dr. Sc. (Biology), Head of the Laboratory of Medical Biophysics

Privolzhsky Research Medical University

10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

cryst-mart@yandex.ru

SPIN-code: 5618-4826

ORCID: 0000-0002-0818-5316

ResearcherID: AAY-6097-2020, G-1752-2011

Scopus Author ID: 22035825900

Bocharin Ivan V., Lecturer, Department of Physical Culture and Sports

Privolzhsky Research Medical University

10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

bocharin.ivan@mail.ru

ORCID: 0000-0002-4961-5351

Dilenyan Levon R., Cand. Sc. (Medicine), Associate Professor, Department of Pathophysiology

Privolzhsky Research Medical University

10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

levon-nn@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-7214-0959

Kiseliv Yaroslav V., Lecturer, Department of Physical Culture and Sports

Privolzhsky Research Medical University

10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

yaroslav.kiseliv88@mail.ru

ORCID: 0000-0002-4050-6386

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-222-236

УДК 612.42+614.56

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО СТРЕССА НА УРОВЕНЬ СИТУАТИВНОЙ И ЛИЧНОСТНОЙ ТРЕВОЖНОСТИ СТУДЕНТОВ

Т.В. Рустамова

Цель. Изучение влияния экзаменационного процесса на изменения уровня ситуативной тревожности (УСТ) и уровня личностной тревожности (УЛТ) у студентов первого и пятого курсов в возрасте 17–21 года, относящихся к меланхолическому типу темперамента, в сравнении с сангвиниками, холериками и флегматиками.

Материалы и методы. Влияние эмоционального стресса на уровень ситуативной и личностной тревожности в трех различных ситуациях определялся экспресс версией тест-анкет по системе баллов: в обычные дни за два месяца до экзаменов (ОД), за 30 минут до экзамена (ДЭ) и через 30 минут после экзаменов (ПЭ).

Результаты и обсуждение. Установлено, что на всех этапах у студентов первого и пятого курсов уровень ситуативной и личностной тревожности между типами заметно отличается. У 17-летних студентов (I курс) меланхолического типа экзаменационный стресс перед экзаменом и после экзаменов повышает УСТ по сравнению с ОД. У этих студентов от влияния экзаменационного стресса по сравнению с ОД, в периоды ДЭ и ПЭ показатели УЛТ повышаются практически на одинаковом уровне. У 21-летних студентов меланхолического типа под воздействием экзаменационного стресса по сравнению с ОД в периоды ДЭ и ПЭ УСТ повышается. У этих студентов экзаменационный стресс в период ДЭ и ПЭ по сравнению с ОД повышает УЛТ еще более выраженно.

Выводы. У 21-летних студентов (V курс) меланхолического типа экзаменационный стресс повышает УСТ и УЛТ более выраженно по сравнению с 17-летними (I курс). В разном возрасте и в условиях эмоционального напряжения экзамена, с помощью психофизиологического тестирования студентов разных курсов рекомендуется определять тип темперамента и разных форм уровней тревожности.

Ключевые слова: тревожность; сангвиник; флегматик; меланхолик; холерик

Для цитирования. Рустамова Т.В. Сравнительный анализ влияния экзаменационного стресса на уровень ситуативной и личностной тревожности студентов // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 1. С. 222-236. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-222-236

COMPARATIVE ANALYSIS OF INFLUENCE EXAMINATION STRESS AT THE LEVEL OF SITUATIVE AND PERSONAL CONCERN OF STUDENTS

T.V. Rustamova

Purpose. Study of the impact of the examination process on the change of the level of situational anxiety (UST) and the level of personal anxiety (ULT) in the first and fifth courses of students at the age of 17–21 years, belonging to the melancholic temperament, melancholic.

Materials and methods. The impact of emotional stress on the level of situational and personal anxiety in three different situations was determined by the express version of the test-questionnaire on the system of scores: in the usual days for two months before the exam (30 minutes) minutes after exams (PE).

Results and discussion. It is established that at all stages of the first and fifth courses of students the level of situational and personal anxiety between types is noticeably different. In 17-year-old students (I course) of melancholic type of exam stress before and after exams increases UST po comparison with OD. In these students, due to the effects of the exam stress on the comparison with OD, during the period of DE and PEL Indicators are practically at the same level. In 21-year-old students of melancholic type under the influence of examination stress in comparison with OD v periods DE and PE UST increases. In these students, the examination stress during the period of DE and PE in comparison with OD increases ULTeshche more pronounced.

Conclusion. Thus, in 21-year-old students (V course) melancholic type of examination stress increases UST and ULT more pronounced in comparison with 17-year-old (I course). courses are recommended to determine the type of temperament and different forms of level of anxiety.

Keywords: anxiety; sanguine; phlegmatic; melancholic; choleric

For citation. Rustamova T.V. Comparative Analysis of Influence Examination Stress at the Level of Situative and Personal Concern of Students. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 222-236. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-222-236

Введение

Тревога, возникающая в результате острого и хронического стресса, имеет защитную и адаптационную функцию, и приобретает дестабилизирующий характер, когда напряжение и продолжительность стресса превышают компенсаторные (уравновешивающие) возможности человека. Тревога – это психофизиологическое состояние, которое возникает во многих областях эмоционального состояния человека, вызывая трудности при выполнении определенных задач.

Индивидуальная тревожность характеризуется восприятием напряженной ситуации, вызывающей опасность, но, несмотря на это, проявление тревожности бывает различным: у некоторых повышается активность, другие, наоборот, становятся малоактивными, но во всех случаях поведение необычное и немотивированное. Как предполагают ряд исследователей, причиной этого является оценивание состояния тревожности в зависимости от особенностей темперамента. Следует отметить, что точное научное определение темперамента дал И.П. Павлов. Он пришел к выводу, что в основе темперамента и индивидуальных особенностей условно-рефлекторной деятельности есть схожие черты, особенно это касается свойств нервной системы. И.П. Павлов объяснил типы высшей нервной деятельности путем исследования физиологических особенностей. Так, связав 3 основные свойства нервной системы (сила, равновесие и подвижность), он выделил 4 типа высшей нервной деятельности: флегматик, сангвиник, холерик и меланхолик [5]. И.П. Павлов отмечал, что общие формы нервной системы строятся на основе 4 типов темперамента. На сегодняшний день существуют многочисленные подходы к исследованию темперамента. Однако, большинство исследователей признают, что темперамент – биологическая основа, формирующая социальную сущность как личность, и индивидуальные особенности, определяемые темпераментом более устойчивы и долговечны. На основании этого можно предположить, что существует личный оптимальный уровень тревожности для каждого типа нервной системы.

Известно, что тревога – как эмоциональное состояние, тревожность же, как фундаментальная особенность личности, анализируется во многих сферах деятельности личности, особенно там, где требуются адаптивные возможности: выбор специальности, учебный процесс и в других сферах. В последние десятилетия резкие изменения, происходящие в жизни общества (неопределенность будущего и т.д.), и, вследствие этого, эмоциональная напряженность, тревожность, частично изменили отношение к проблемам тревожности. Несмотря на это, изучение проблем тревожно-

сти, продолжают оставаться в ограниченных рамках. Важная причина изучения индивидуальных особенностей процесса тревожности у молодежи заключается в том, что в этой возрастной группе у человека центральные процессы регуляции сознания сформированы в достаточной форме, и проявляются более устойчивые личные особенности. По мнению С. Стеллса, в период молодости тревога уже не считается феноменом, она либо сопровождается кризисом развития, либо, оптимизируясь, превращается в часть личных особенностей.

Особенности современных условий жизни, быстрые темпы развития интеллектуальных программ, переход на студенческую жизнь, рост значимости информации обуславливают повышенные требования к молодому организму. Однако многие аспекты умственного и психоэмоционального перенапряжения изучены еще недостаточно. Одним из факторов риска возникновения отклонений в психическом состоянии студента являются сдвиги в уровнях личностной и ситуативной тревожности. Ситуативная тревожность характеризуется напряжением, беспокойством, нервозностью. Личностная же тревожность – это устойчивое состояние. Сама по себе тревожность не является изначально негативной чертой личности. Определенный уровень тревожности - естественная и обязательная особенность активной личности.

Экзаменационный стресс, сопровождающийся возникновением многочисленных комплексов нейрофизиологических изменений, оказывает отрицательное воздействие на жизнедеятельность молодежи [3, 6]. Во всех случаях, молодежь старается достигнуть поставленной цели, а это в свою очередь приводит к возникновению эмоционального напряжения [9, 10]. Стрессоустойчивость зависит от индивидуально-типологических особенностей нервной системы, генетически запрограммирована и основана на различных нейрохимических составляющих клеточных компонентов [1, 6]. По этой причине, изучение механизмов проблем тревожности и адаптации продолжают.

Учитывая вышеизложенное, цель настоящей работы – изучение влияния экзаменационного процесса на изменения уровня ситуативной тревожности (УСТ) и уровня личностной тревожности (УЛТ) у студентов первого и пятого курсов в возрасте 17-21 года, относящихся к меланхолическому типу темперамента, в сравнении с сангвиниками, холериками и флегматиками

Меланхолик – это слабый тип, характеризуется слабыми нервными процессами с низкой работоспособностью корковых клеток. Слабо раз-

вита возбуждение и торможение. Самый нерешительный из всех типов темперамента, это студент-неуверенность.

Материалы и методы

К исследованию психофизиологическим методом привлечены 68 студентов в возрастном пределе 17 и 21 лет, получающие образование на факультете биологии-химии Гянджинского Государственного Университета. Из них 32 в возрасте 17 лет (студенты I курса), 36 – в возрасте 21 года (студенты V курса). В соответствии с целями исследования в зависимости от различных типов темперамента нервной системы, студенты были разделены на группы. Исследования проводились в периоды за 2 месяца до экзаменов –обычный день (ОД), за 30 минут до экзаменов (ДЭ) и через 30 минут после экзаменов (ПЭ). Изучались психофизиологические особенности тревожного состояния.

К исследованию привлечены практически здоровые студенты на добровольном основании. Перед началом эксперимента у молодых людей определялся тип темперамента нервной системы по тесту Г. Айзенка [2]. У относящихся к разным типам темперамента 17- и 21-летних студентов оценивался уровень ситуативной и личностной тревожности (эмоциональный стресс). Уровень ситуативной (УСТ) и личностной тревожности (УЛТ) определялся с использованием тестов Ч.Д. Спилберга, Ж.И. Ханина в трех разных состояниях: обычный день (ОД), до экзаменов (ДЭ) и после экзаменов (ПЭ), изучаемые показатели определялись по бальной системе.

С учетом количества обследованных статистическая обработка проводилась не параметрическими методами с помощью программы SPSS (Statistical Package for Social Science). В то же время, учитывая важность сравнения измерений состояния тревожности в трех различных ситуациях и в трех формах (сравнение между двумя группами, сравнение между несколькими группами, сравнение в пределах группы), для сравнения между парами выборок, использовался критерий “Wilcoxon”, с целью сравнения между независимыми выборками критерий “Manna-Whitney”, для сравнения между разными выборками использовался критерий “ANOVA-F”.

Результаты исследования

По проведенным тестовым заданиям для выявления типа темперамента нервной системы у 17-летних студентов (n=32) выяснилось, что из них 8 являлись меланхоликами (слабые, некоординированные, малоподвижные), из 21-летних (n=36) 9 оказались меланхоликами.

В ОД у 17-летних студентов меланхолического типа УСТ составлял $34,3 \pm 2,7$ баллов, минимальный предел 26, максимальный предел составлял 44 балла. В период ДЭ у этого типа УСТ увеличивается на 17,5% до $40,3 \pm 2,2$ баллов, минимальный предел равнялся 30 баллам, максимальный предел – 49 баллам, общий УСТ, увеличиваясь на 15,4%, равнялся $41,9 \pm 1,5$ баллам, минимальный предел 24 балла, максимальный предел 64 балла. В период ПЭ у меланхолического типа УСТ, увеличиваясь на 19,8%, достигал $41,1 \pm 2,3$ баллов, минимальный предел составлял 30 баллов, максимальный предел равнялся 50 баллам, общий УСТ, увеличиваясь на 12,1%, равнялся $40,7 \pm 1,3$ баллам, минимальный предел 24 балла, максимальный предел составил 50 баллов.

В результате исследования, у этих студентов, согласно критерию ANOVA–F разница между типами в ОД составляла $P=0,426$, ДЭ $P=0,796$ и ПЭ $P=0,901$, что статистически не было достоверным ($p>0,05$). Наряду с этим, при сравнении УСТ в ОД между типами, распределение от высшего к низшему было следующим: 39,1 (сангвиники) $>36,0$ (флегматики) $>35,2$ (холерики) $>34,3$ (меланхолики). Аналогичное распределение УСТ между типами от высокого значения к низкому при ДЭ выглядело следующим образом: 44,0 (сангвиники) $>41,8$ (холерики) $>40,5$ (флегматики) $>40,3$ (меланхолики). Распределение УСТ между типами от высокого к низкому при ПЭ отличалось сменой последовательности типов: 43,0 (флегматики) $>41,1$ (меланхолики) $>40,0$ (холерики) $>40,0$ (сангвиники). При ДЭ и ПЭ различия УСТ между двумя независимыми типами не была достоверной ($p>0,05$). Это означает, что в ДЭ и ПЭ одинаково воздействуют на УСТ студентов I курса с разными типами темперамента. Сравнение УСТ между ОД и ДЭ показало, что только у меланхоликов УСТ достоверно увеличилось ($p<0,05$), если и наблюдались отличия в других группах, то они не были достоверными ($p>0,05$). Сравнение, проведенное между этими группами, показало, что у 17-летних студентов ДЭ в меланхолическом типе УСТ изменяется еще на более высоком уровне. В других типах между ОД УСТ и ДЭ УСТ обнаруживаются недостоверные отличия. Аналогичная закономерность УСТ наблюдается и в группе ПЭ. Во всех четырех типах между ДЭ УСТ и ПЭ УСТ, если и обнаруживаются серьезные отличия, то по сравнению с ПЭ при ДЭ УСТ разница несколько выше.

В целом, анализ средних арифметических значений УСТ в ОД и ДЭ показал, что по сравнению с ОД у студентов при ДЭ УСТ бывает более высоким ($\bar{X}_{ОД} - \bar{X}_{ДЭ} = 36,3 - 41,9 = -5,6$). Также, анализ средних арифметических значений УСТ при ОД и ПЭ показал, что в отличие от ОД у студентов при ПЭ УСТ снова был на высоком уровне ($\bar{X}_{ОД} - \bar{X}_{ПЭ} = 36,3 - 42,1 = -5,8$). В

целом, оценка средних арифметических значений УСТ в состоянии ДЭ и ПЭ показала, что в отличие от других групп в УЛТ при ДЭ и ПЭ изменений не произошло ($\bar{X}_{ДЭ} - \bar{X}_{ПЭ} = 41,9 - 42,1 = 0,1$).

Таким образом, по результатам этого исследования можно сделать вывод, что у 17-летних студентов в начале учебного года в первом семестре во время сдачи экзамена в ответ на психоэмоциональное напряжение УСТ бывает на низком уровне. Это происходит потому, что во время вступительных экзаменов у них уже сформировался адаптационный процесс устойчивости. У этих студентов уверенность в себе была на высоком уровне, в ответ на психоэмоциональный стресс в ЦНС динамическое равновесие раздражения и торможения происходило на фоне нормальной физиологической активности. Вегетативные функции данных студентов также были на нормальном уровне.

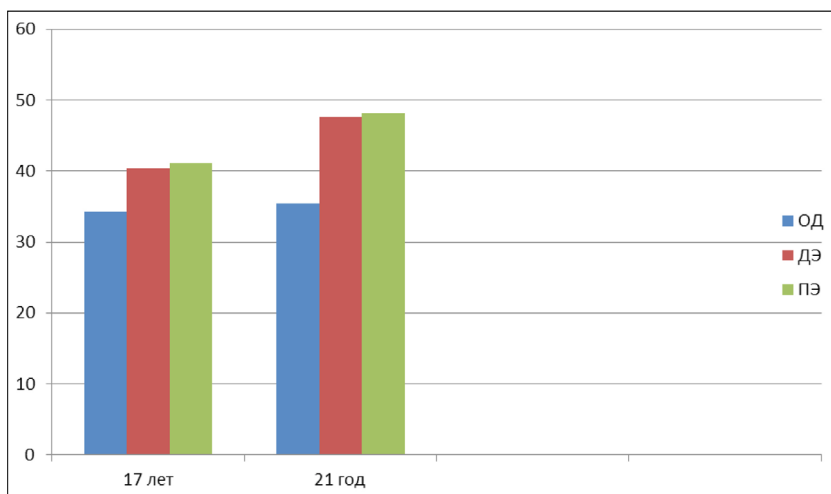


Рис. 1. Сравнение динамики изменения УСТ у 17 и 21 летних меланхоликов в связи с экзаменационным процессом.

В ОД у 17-летних с меланхолическим типом УЛТ равнялся $36,3 \pm 3$ баллам, минимальный предел составлял 27 баллов, максимальный предел 53 балла. В период ДЭ у этого типа УЛТ увеличивался на 18,5% до $43 \pm 2,4$ баллов, минимальный предел составлял 35 баллов, максимальный предел 54 балла, общее значение (total) УЛТ, увеличиваясь на 15%, достигало $42,2 \pm 2,5$ баллов, минимальный предел равнялся 29 баллам, максимальный предел же равнялся 65 баллам. В период ПЭ у меланхолического типа УЛТ оставался

высоким (выше на 18,5%) и равнялся $43 \pm 1,7$ баллам, минимальный предел 37 баллов, максимальный предел равнялся 49 баллам, общее значение (total) УЛТ (выше на 14,7%) $42,1 \pm 1,2$ баллов, минимальный предел 28 баллов, максимальный предел равнялся 54 баллам. По результатам проведенного исследования у этих студентов, согласно критерию ANOVA – F, разница между типами в ОД составляла $P=0,447$, для периода ДЭ она равнялась $P=0,325$, а для ПЭ $P=0,927$, т.е. была статистически не достоверной ($p>0,05$). Наряду с этим, в ОД сравнение, проведенное между типами, показало, что распределение значений УЛТ между типами от более высокого к более низкому было следующим: 39,6 (сангвиники) $> 37,0$ (флегматики) $> 36,3$ (меланхолики) $> 33,9$ (холерики). В то же время, распределение между типами при ДЭ от высшего УЛТ в направлении к более низкому выглядело следующим образом: 44,7 (сангвиники) $> 43,0$ (флегматики) $= 43,0$ (меланхолики) $> 38,8$ (холерики). Подобное распределение для ПЭ имело несколько другой вид: 43,5 (флегматики) $> 43,0$ (меланхолики) $> 41,7$ (сангвиники) $> 41,3$ (холерики). Разница в значениях УЛТ между двумя самостоятельными типами ДЭ и ПЭ не была достоверной ($p>0,05$). Это означает, что у студентов I курса с разными типами темперамента периоды ДЭ и ПЭ действуют на УЛТ в равной степени. Отсюда можно сделать вывод, что во всех трех случаях тип темперамента 17-летних студентов практически оказывает слабое действие на УЛТ. У этих же студентов сравнение ОД и ДЭ УСТ показало, что только у меланхоликов достоверно увеличивалась УСТ ($p<0,05$), и, если в других типах разница и проявлялась, она была недостоверной ($p>0,05$). Сравнение между этими двумя группами, показало, что у 17-летних студентов меланхолического типа УЛТ изменяется еще более значительно. У других типов же между УЛТ в ОД и УЛТ ДЭ обнаруживается недостоверная разница. Аналогическая закономерность УЛТ наблюдается и в группе ПЭ. При всех четырех типах, если и наблюдалась серьезная разница в УСТ ДЭ и УЛТ ПЭ, то разница УЛТ ДЭ в сравнении с ПЭ была более выраженной.

В целом, анализ средней арифметической УСТ в ОД и ДЭ показал, что по сравнению с ОД в ДЭ у студентов уровень личностной тревожности был более высоким ($\bar{X}_{ОД} - \bar{X}_{ДЭ} = 36,7 - 42,2 = -5,5$). Анализ средней арифметической УСТ в ОД и ПЭ показал, что по сравнению с ОД в ДЭ УЛТ был выше ($\bar{X}_{ОД} - \bar{X}_{ПЭ} = 36,7 - 42,1 = -5,4$). Сравнение уровня личностной тревожности в ДЭ в ПЭ показало, что в этих группах разница в УЛТ была незначительной. В общем, анализ средней арифметической в состоянии ДЭ и ПЭ показал, что в отличие от других групп изменений в УЛТ при ДЭ и ПЭ не происходило ($\bar{X}_{ДЭ} - \bar{X}_{ПЭ} = 42,2 - 42,1 = 0,1$).

Таким образом, у меланхолического типа в ОД в УЛТ и ДЭ и ПЭ между показателями УСТ наблюдается серьезная статистически достоверная разница. Это связано с тем, что у них во время поступления в высшее учебное заведение по отношению к психоэмоциональному напряжению уже формируется устойчивый адаптационный процесс и УСТ. У этих студентов уверенность в себе была на высоком уровне, в ответ на психоэмоциональный стресс в ЦНС динамическое равновесие процессов раздражения и торможения происходило на фоне нормальной физиологической активности.

У 21-летних студентов выявились несколько иные результаты. Так, у студентов V курса с меланхолическим типом в ОД уровень УСТ составлял $35,4 \pm 2,5$ баллов, минимальный предел 28 баллов, максимальный предел 45 баллов, общий (total) УСТ $37,4 \pm 1,1$ баллов, минимальный предел 24 баллов, максимальный предел составлял 48 баллов. У этого типа в период ДЭ УСТ увеличиваясь на 34,5%, достигал $47,6 \pm 1,3$ баллов, минимальный предел составлял 43 балла, максимальный предел 52 балла, общий (total) УСТ увеличился на 20,3%, достигал 45 ± 1 баллов, минимальный предел 24 балла, максимальный предел равнялся 53 баллам. В период ПЭ у меланхолического типа УСТ оставался на высоком уровне (36,8%) и был равен $48,1 \pm 1,7$ баллам, минимальный предел был равен 37 баллам, максимальный предел 49 баллов, общий (total) УСТ (увеличившись на 20,8%) $45,2 \pm 1,2$ баллов, минимальный предел 30 баллов, максимальный предел 57 баллов. У этих студентов согласно результатам исследования по критерию ANOVA – F разница между типами в ОД составляла $P=0,447$, в период ДЭ она равнялась $P=0,325$ и в период ПЭ была равна $P=0,927$, являясь статистически не достоверной ($p>0,05$). Однако, между группами отмечалась разница. Так, по направлению от более высокого УСТ к более низкому, группы можно выстроить следующим образом: 34,6 (меланхолики) $> 34,1$ (холерики) $> 32,8$ (сангвиники) 29,6 (флегматики). У этих студентов УСТ в период ДЭ различалась. Согласно критерию ANOVA – F, по причине того, что $P=0,743$, разница между группами была статистически недостоверной (более 0,05). Однако, между группами существовала незначительная разница. Так, от более высокого УСТ к более низкому группы можно выстроить следующим образом: 47,6 (меланхолики) $> 46,5$ (сангвиники) $> 43,8$ (холерики) $> 41,2$ (флегматики). У 21-летних студентов сравнение УСТ в период ПЭ показывает, что между группами существует разница, и распределение от большего УСТ к более низкому выглядело следующим образом: 48,1 (меланхолики) $> 45,5$ (сангвиники) $> 45,2$ (флегматики) $> 43,4$ (холерики).

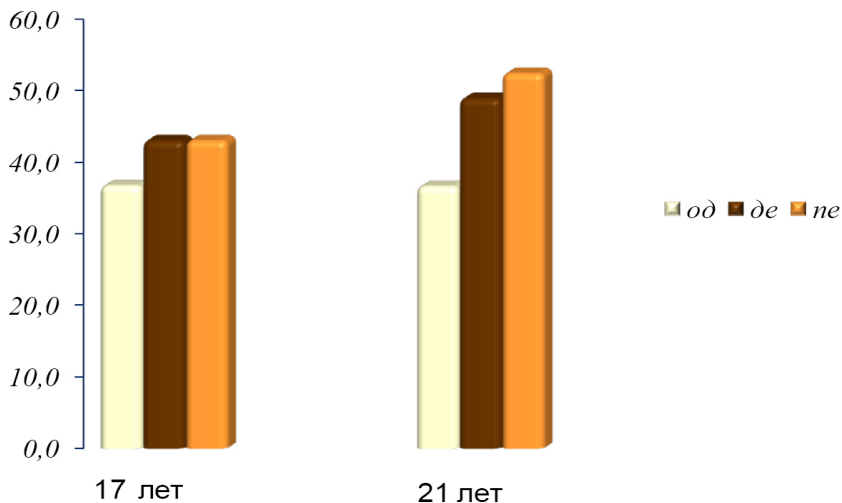


Рис. 2. Сравнение динамики изменения УЛТ у 17- и 21-летних меланхоликов в связи с экзаменационным процессом.

Было проведено сравнение УСТ у 21-летних студентов в ОД и ДЭ. По полученным данным УСТ в период ДЭ значительно увеличился, и у меланхолического типа между этими двумя состояниями есть существенная разница. Так у меланхолического типа коэффициент достоверности составлял $P=0,080$. Поскольку для этих двух групп $P<0,05$, между УСТ в ОД и ДЭ наблюдается значительная, статистически достоверная разница. В целом, в ОД и ДЭ анализ средней арифметической УСТ показал, что по сравнению с обычным днем, перед экзаменами уровень ситуативной тревожности был высоким ($\bar{X}_{од} - \bar{X}_{дэ} = 32,9 - 41,9 = -9,0$).

В этих двух группах между УСТ в ОД и УСТ в период ПЭ существует значительная, статистически достоверная разница (показатель более 0,05). В целом, в сравнении с ОД у студентов в ПЭ УСТ был более высоким ($\bar{X}_{од} - \bar{X}_{пэ} = 32,9 - 45,6 = -12,7$). Анализ уровня средней арифметической УСТ в состоянии ДЭ и УСТ ПЭ показал, что по сравнению с УСТ ДЭ, УСТ ПЭ был на более низком уровне ($\bar{X}_{дэ} - \bar{X}_{пэ} = 41,9 - 45,6 = -3,7$).

У 21-летних студентов меланхолического типа в ОД УЛТ составляет $36,6 \pm 2,8$ баллов, минимальный балл 25, максимальный балл был 56. ДЭ у этого типа УЛТ увеличивался на 33,6% до $48,9 \pm 2,4$ баллов, минимальный предел составлял 43 балла, максимальный предел был равен 54 баллам, общий (total) УЛТ увеличиваясь на 15,4% до $46,4 \pm 0,8$ баллов, в минимальном

пределе составлял 34 балла, в максимальном пределе 54 балла. У меланхолического типа в период ПЭ УЛТ увеличился еще более выразительно (на 43,2%) и составил $52,4 \pm 3,3$ балла, минимальный предел 35 балла, максимальный предел равнялся 59 баллам, общий (total) УЛТ (31,4 %) составлял $48,1 \pm 1,1$ баллов, минимальный предел 34 балла, максимальный предел равнялся 59 баллам. У этих студентов согласно исследованиям по критерию ANOVA-F разница между типами составляла $P=0,44$ в ОД, $P=0,325$ при ДЭ и $P=0,927$ в период ПЭ, и была статистически не достоверной ($p>0,05$). Наряду с этим, в ОД при сравнении проведенного между типами от более высокого значения к более низкому УЛТ распределилось следующим образом: холерики $>39,3$ (сангвиники) $>36,6$ (меланхолики) $>32,4$ (флегматики). Перед экзаменами между типами опять же от более высокого к более низкому УЛТ между группами распределяется следующим образом: холерики $>47,2$ (сангвиники) $>45,4$ (холерики) $>43,8$ (флегматики). Для периода ПЭ подобное распределение УЛТ характеризовалось сменой типов: холерики $>48,8$ (сангвиники) >48 (флегматики) $>45,2$ (холерики). При сравнении двух самостоятельных групп ДЭ и ПЭ разница в УСТ не была достоверной ($P>0,05$). Это означает, что у относящихся к разным типам темперамента студентов I курса периоды ДЭ и ПЭ действовали на УЛТ одинаково. Отсюда можно сделать вывод, что во всех трех случаях тип темперамента у 17-летних студентов оказывает слабое действие на УЛТ. Сравнение УЛТ у этих студентов в ОД и ДЭ показало, что только у меланхоликов УЛТ достоверно увеличивался ($p<0,05$), и если у других типов и наблюдалась разница, то она была недостоверной ($p>0,05$). Сравнение, проведенное между этими двумя группами, показало, что у 17-летних студентов меланхолического типа УЛТ изменяется еще более значительно. В других типах также между УЛТ в ОД и УЛТ в ДЭ обнаружилась недостоверная разница. Аналогичная закономерность в УЛТ обнаружилась и в группе ПЭ. Во всех четырех типах, если и наблюдалась разница между УСТ в ДЭ и УЛТ в ПЭ, то УЛТ в ДЭ по сравнению с ПЭ был сравнительно выше. В целом, анализ средней арифметической УСТ в ОД и ДЭ показал, что по сравнению с ОД у студентов в период ДЭ УЛТ было выше ($\bar{X}_{ОД} - \bar{X}_{ДЭ} = 40,2 - 46,4 = -6,2$). Кроме того, анализ среднего арифметического значения УСТ в ОД и ПЭ показал, что по сравнению с ОД в ПЭ у студентов УЛТ также был на высоком уровне ($\bar{X}_{ОД} - \bar{X}_{ПЭ} = 40,2 - 48,1 = -7,9$). Сравнение УЛТ в ДЭ и ПЭ показало, что в этой группе между УЛТ разница была незначительной. В целом анализ средней арифметического значения УЛТ в ДЭ и ПЭ показал, что в отличие от других групп, ДЭ и ПЭ в УЛТ изменений не происходило ($\bar{X}_{ДЭ} - \bar{X}_{ПЭ} = 46,4 - 48,1 = -1,7$).

Поскольку у 21-летних студентов УЛТ в ОД по критерию ANOVA – F составлял $P=0,549$, разница между группами была статистически недостоверной. Тем не менее, разница между группами присутствовала, и по значениям УЛТ от более высокого к более низкому группы можно расположить следующим образом: 35,7 (холерики) >35,2 (меланхолики) >33,1 (сангвиники) >28,6 (флегматики). Сравнение УЛТ между двумя самостоятельными группами в ОД показало, что разница между группами со статистической точки зрения существенная и на уровне 0,05 достоверная.

В целом, анализ средней арифметической у 21-летних студентов в УЛТ в ДЭ и ПЭ показал, что УЛТ в период ДЭ был ниже уровня тревожности ПЭ ($\bar{X}_{ДЭ} - \bar{X}_{ПЭ} = 42,1 - 46,3 = -4,2$). На следующем этапе исследования мы сравнили показатели, полученные из разных групп. В первую очередь сравнили УЛТ в ОД и УЛТ ДЭ. Эти результаты показали, что у меланхоликов в ОД по сравнению с ДЭ УЛТ увеличивается в более значительной степени. Таким образом, у меланхолического типа между УЛТ в ОД и УЛТ ДЭ обнаруживается статистически достоверная разница. В целом, при анализе средней арифметической УЛТ в ОД и ДЭ выяснилось, что у студентов по сравнению с ОД личная тревожность в период ДЭ была на более высоком уровне ($\bar{X}_{ОД} - \bar{X}_{ДЭ} = 36,7 - 42,2 = -5,5$).

У меланхолического типа студентов повышенный уровень тревожности в периоды ДЭ и ПЭ не случаен. Известно, что темперамент основывается на идентичных показателях особенностей нервной системы индивидуальных особенностях условно-рефлекторной деятельности. Объединение трех основных особенностей нервной системы (сила, равновесие и подвижность) отмечают как формы еще более высокой нервной деятельности.

По мнению английского психолога Г. Айзенка [6], по И. Павлову предполагается существование сильных и слабых видов. Согласно И.П. Павлову, экстравертный и интровертный типы личности очень близки друг другу. Характеристики экстраверсии и интроверсии зависят от врожденных характеристик центральной нервной системы, которая обеспечивает баланс процессов возбуждения и торможения. В то же время, по классификации И.П. Павлова, показателями темперамента личности считаются экстраверсия, интроверсия и невротизм. Таким образом, анализ средней арифметической по группе показывает, что по сравнению с ОД у студентов ПЭ более высокое личностное возбуждение ($\bar{X}_{ОД} - \bar{X}_{ПЭ} = 36,7 - 42,1 = -5,4$).

Сравнение уровня личностной тревожности ДЭ и ПЭ показывает, что разница между УЛТ в этих группах была незначительной. В целом анализ средней арифметической УЛТ в ситуации ДЭ и ПЭ показал, что в отличие от других групп, изменение УЛТ в периоды ДЭ и ПЭ было незначительным ($\bar{X}_{ДЭ} - \bar{X}_{ПЭ} = 42,2 - 42,1 = 0,1$).

Обсуждение результатов

Таким образом, у меланхолического типа существует значительная разница между УЛТ в ОД и УЛТ ДЭ и ПЭ, эта разница является статистически достоверной. В целом анализ результатов УСТ ДЭ и ПЭ показал, что в состоянии ДЭ УСТ по сравнению с состоянием при ПЭ бывает относительно низким. Проблема саморегуляции физиологических функций в экстремальной и критической ситуации имеет большое значение, и обычно она вызвана мобилизацией внутренних возможностей человека, что позволяет человеку адаптироваться к условиям [1,7].

У 17-летних меланхоликов повышенный уровень тревожности ДЭ и ПЭ не случаен. Согласно классификации, повышение уровня тревожности в период ДЭ и ПЭ каждого из этих типов можно отнести к дисбалансу типов. Результаты проведенных исследований показали, что у студентов I и V курсов между УСТ и УЛТ обнаруживается серьезная разница. Поэтому в учебном процессе рекомендуется индивидуальный подход в постановке задач в соответствии с характером типов нервной системы студентов разных курсов. Это может предотвратить те или иные невротические изменения, которые могут у них возникнуть. Анализ результатов показывает, что стресс на экзамене играет важную роль в жизни студентов и тем или иным образом влияет на их здоровье и личное развитие. Повышение уровня тревожности приводит к потере здоровья студентов, более сложным психопатологическим изменениям, проявлению болезней. Поэтому важно уточнить роль УСТ и УЛТ в течение учебного процесса и в период экзамена. В учебном процессе следует рекомендовать подходы в соответствии с характером типов нервной системы студентов разных курсов.

Таким образом, на основе анализа данного исследования были получены следующие результаты.

Выводы

1. По сравнению с ОД у студентов меланхолического типа, обучающихся на I курсе УСТ ДЭ и УСТ ПЭ высокое. От воздействия экзаменационного стресса у 17-летних студентов меланхолического типа по сравнению с ОД, ДЭ и ПЭ показатели УЛТ увеличиваются практически на одинаковом уровне.
2. У 21 летних студентов (V курс) от воздействия экзаменационного стресса по сравнению с ОД, ДЭ УСТ резко увеличивается. У меланхолического типа студентов V курса по сравнению с ОД в период ДЭ и ПЭ УЛТ увеличивается более значительно.

3. У 21-летних студентов V курса меланхолического типа экзаменационный стресс еще более выражено увеличивает уровень УСТ по сравнению с УСТ 17-летних студентов.
4. Рекомендуется проводить исследования для выяснения типа темперамента и разных уровней тревожности с помощью психофизиологического тестирования у студентов разных курсов в разном возрасте в условиях эмоционального напряжения.

Список литературы

1. Александров А.Г., Лукьяненко П.И. Изменение уровней тревожности студентов в условиях учебной деятельности // Научное образование. Медицинские науки. 2016. №6. С. 1-14. <https://science-medicine.ru/ru/article/view?id=938>
2. Айзенк Г.Ю. Количество измерений личности: 16.5 или 3 критерии таксономической парадигмы // Иностранная психология. 1993. Т. 1, № 2. С. 9-24.
3. Лиля Н.Л. Особенности адаптивных воздействий студентов с разными индивидуально-типологическими характеристиками психической деятельности и вегетативной регуляции организма: Дис. ... канд. мед. наук. Луганск, 2015. 147 с.
4. Hayden E.P., Shankman S.A., Olino Th.M. et al. Cognitive and temperamental vulnerability to depression: Longitudinal associations with regional cortical activity // *Cognition & Emotion*, 2008, vol. 22, № 7, pp. 1415-1428. <https://doi.org/10.1080/02699930701801367>
5. Павлов И.П. Общие типы высшей нервной деятельности животных и человека. Москва: Директ-Медиа, 2008. 50 с.
6. Судаков К.В. Индивидуальность эмоционального стресса // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2005. Т. 105, № 2. С. 4-12.
7. Стрелец В.Б., Самко Н.Н., Голикова Ж.В. Физиологические показатели предэкзаменационного стресса // Журнал высшей нервной деятельности. 1998. Т. 48, № 3. С. 458-463.
8. Филаретова Л.Н. Стресс в физиологических исследованиях // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2010, Т. 96, №9. С. 924-935.
9. Шукуров Ф.А., Меликова Н.Х. Мотивационная деятельность студентов и уровень тревожности при эмоциональном напряжении // Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова. 2004. Т. 90, № 8. С. 124-125.
10. Schwarzer Ch., Buchwald P. Examination stress: measurement and coping // *Anxiety, Stress & Coping*, 2003, vol. 16, no. 3, pp. 247- 249. <https://doi.org/10.1080/1061580031000095407>

References

1. Aleksandrov A.G., Lukyanenok P.I. *Nauchnoe obrazovanie. Meditsinskie nauki*, 2016, no. 6, pp. 1-14. <https://science-medicine.ru/ru/article/view?id=938>
2. Ayzenk G.Yu. *Inostrannaya psikhologiya*, 1993, vol. 1, no. 2, pp. 9-24.
3. Lila N.L. *Osobennosti adaptivnykh vozdeystviy studentov s raznymi individual'no-tipologicheskimi kharakteristikami psikhicheskoy deyatel'nosti i vegetativnoy regulyatsii organizma: Dis. ... kand. med. nauk* [Features of adaptive influences of students with different individual-typological characteristics of mental activity and autonomic regulation of the body]. Lugansk, 2015, 147 p.
4. Hayden E.P., Shankman S.A., Olino Th.M. et al. Cognitive and temperamental vulnerability to depression: Longitudinal associations with regional cortical activity. *Cognition & Emotion*, 2008, vol. 22, № 7, pp. 1415-1428. <https://doi.org/10.1080/02699930701801367>
5. Pavlov I.P. *Obshchie tipy vysshey nervnoy deyatel'nosti zhivotnykh i cheloveka* [General types of higher nervous activity in animals and humans]. Moscow: Direkt-Media, 2008, 50 p.
6. Sudakov K.V. *Zhurnal nevrologii i psikhiatrii im. S.S. Korsakova*, 2005, vol. 105, № 2, pp. 4-12.
7. Strelets V.B., Samko H.H., Golikova Zh.V. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti*, 1998, vol. 48, no. 3, pp. 458-463.
8. Filaretova L.N. *Rossiyskiy fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2010, vol. 96, no. 9, pp. 924-935.
9. Shukurov F.A., Melikova N.Kh. *Rossiyskiy fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2004, vol. 90, no. 8, pp. 124-125.
10. Schwarzer Ch., Buchwald P. Examination stress: measurement and coping. *Anxiety, Stress & Coping*, 2003, vol. 16, no. 3, pp. 247-249. <https://doi.org/10.1080/1061580031000095407>

ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Рустамова Тюкязбан Вагиф кызы, канд. биол. наук, доцент кафедры Анатомии, физиологии и зоологии
Гянджинский государственный университет
пр. Гейдара Алиева 425, г. Гянджа, AZ2001, Азербайджан
rustamovatukezban72@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Rustamova Tukazban V., Cand. Sc. (Biology), Associate Professor of the Department of Anatomy, Physiology and Zoology
Ganja State University
425, Heydar Aliyev ave., Ganja, AZ2001, Azerbaijan
rustamovatukezban72@mail.ru

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-237-258

УДК 614.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТОВ ПРОФИЛАКТИКИ НАКОПЛЕННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ИНДЕКСИРОВАНИЯ ПОТЕРЬ И ПРИОБРЕТЕНИЙ

*И.Ю. Худоголов, П.П. Пивненко, А.С. Иванов,
А.Д. Чумаян, К.Н. Ляшенко, Д.П. Марчук*

***Цель.** Определить диагностический и профилактический потенциал алгоритма индексирования потерь и приобретений взрослого населения в отношении накопленной заболеваемости.*

***Материалы и методы.** Опрошено 1369 респондентов (697 мужчин и 672 женщины) в возрасте от 18 до 59 лет, которые были рандомизированы на 3 группы. В первую группу вошли 113 лиц, имеющих индекс потерь и приобретений (ИПП) меньше «0», во вторую группу – 582 респондента с ИПП=0, в третью группу – 674 респондента с ИПП больше «0». Исследование проводилось с разрешения независимого этического комитета ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России (ректор – д.м.н., профессор Шлык С.В.). Каждый участник подписывал форму информированного согласия на участие в опросе, в соответствии с Хельсинской Декларацией Всемирной Медицинской Ассоциации, регламентирующей проведение научных исследований.*

Индексирование потерь и приобретений проведено с помощью структурированного индикатора, состоящего из аффилиативный (близкий человек, коллектив, страна) и прагматической частей (работа, деньги, товар длительного пользования). Оценка диагностической значимости ИПП проводилась методом определения накопленной заболеваемости.

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью программного пакета Microsoft Excel 2010.

***Результаты.** Индексирование уровня здоровья при помощи фиксации определенных мотивов, находящихся в состоянии потери или приобретения, позволило зафиксировать значимое снижение накопленной заболеваемости на 43,6% при увеличении ИПП от уровня -1 до уровня +1, при этом приобретения*

в целом влияли на заболеваемость в 8,4 раза слабее, чем потери. С другой стороны, интенсивность прагматических приобретений коррелировала с улучшением здоровья при минимальной погрешности ($Sr=0,036$).

Учитывая рандомизированный характер выборки, можно утверждать, что на момент исследования потеря близких людей повышала накопленную заболеваемость в популяции (по величине темпа роста (ТР)) в 7,1 раз меньше, чем потеря работы, денег или товаров длительного пользования.

Заключение. Математическое моделирование процесса взаимодействия накопленной заболеваемости (НЗ) и социально значимых объектов (СЗО), теряемых или приобретаемых респондентами, ($y=-0,333x+1,818$) с высокой достоверностью (допускающей вероятность ошибки 5%) показывает, что уровень здоровья современного российского социума чрезвычайно чувствителен к изменениям социально-экономической обстановки, которую мы диагностировали при помощи ИПП и установили, что каждый шаг по шкале потерь-приобретений (1 СЗО) изменяет НЗ на 333%. Иными словами, на момент наблюдения отмечалась нацеленность общества на приобретение материальных благ (стремление удовлетворить всевозрастающие материальные потребности). При этом углубляющийся (особенно на фоне пандемии COVID-19) экономический кризис значительно повысил риски приобретения новых заболеваний, поскольку случаи материальных потерь также участились. По нашему мнению, причинно-следственная цепочка, начинающаяся с материальных потерь (как наиболее чувствительных в медицинском плане) доступна активной коррекции. Основным направлением такой коррекции (профилактики) могут стать мероприятия, содержащие воспитательные и культурно-образовательные компоненты, способные заменить здоровьесберегающие альтруистические ценности, заменить утраченные прагматические СЗО на приобретенные аффилиативные СЗО. Наибольший эффект мероприятий первичной профилактики прагматизации и следующей за ней медицинской несостоятельности общества ожидается в социальных группах детей и подростков.

Ключевые слова: индексирование; потери; приобретения; опредмеченные мотивы; мотивационная матрица; накопленная заболеваемость

Для цитирования. Худоногов И.Ю., Пивненко П.П., Иванов А.С., Чумаян А.Д., Ляшенко К.Н., Марчук Д.П. Определение приоритетов профилактики накопленной заболеваемости при помощи индексирования потерь и приобретений // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 1. С. 237-258. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-237-258

ACCUMULATED MORBIDITY PREVENTION PRIORITIES DETERMINING BY LOSSES AND ACQUISITIONS INDEXING

*I.Yu. Khudonogov, P.P. Pivnenko, A.S. Ivanov,
A.D. Chumayan, K.N. Lyashenko, D.P. Marchuk*

Background. Determine the diagnostic and prophylaxis potential of the algorithm for indexing losses and acquisitions of the adult population in relation to the accumulated morbidity.

Materials and methods. 1369 respondents (697 men and 672 women) aged 18 to 59 years were interviewed, all of them were randomized into 3 groups. 113 persons with an losses and acquisitions index (LAI) less than "0" were included in the first group, 582 respondents with an LAI = 0 made up the second group, 674 respondents with an LAI more than "0" were collected in the third group. The study was conducted with the approval of the Independent Ethical Committee of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Rostov State Medical University of the Health Ministry of Russia (rector - MD, professor Shlyk S.V.). Each participant signed an informed consent form to participate in the survey, according to the Declaration of Helsinki of the World Medical Association, which regulates conduct research. The indexing of losses and acquisitions was carried out using a structured indicator consisting of an affiliative (close person, team, motherland) and pragmatic parts (job, money, durable goods). The assessment of the diagnostic significance of LAI was carried out by the method of determining the accumulated morbidity. Statistical data processing was carried out using the Excel software package Microsoft Office 2010.

Results. Indexing the level of health by fixing objectified (realized) motives in a state of loss or acquisition made it possible to record a significant decrease in cumulative morbidity by 43.6% with LAI increase from level -1 to level +1, while acquisitions generally influenced the accumulated morbidity rate in 8.4 times weaker than losses. On the other hand, the intensity of pragmatic acquisitions was correlated with improved health with minimal standard error ($Sr = 0.036$). Given the randomized nature of the sample, it can be argued that at the time of the study, the loss of loved ones increased the accumulated morbidity in the population (in terms of growth rate) by 7.1 times less than the loss of work, money or durable goods.

Conclusion. Mathematical modeling of the process of interaction between the accumulated morbidity (AM) and socially significant objects (SSO) lost or acquired

by respondents ($y = -0.333x + 1.818$) with high reliability (admitting an error probability of 5%) shows that the health level of modern Russian society is extremely sensitive to changes in socio-economic situation, which we diagnosed with the help of LAI and found that each step on the losses and acquisitions scale (1 SSO) changes AM by 333 %. In other words, at the time of observation, the focus of society on the acquisition of material wealth (the desire to satisfy the ever-increasing material needs) was noted. At the same time, the deepening economic crisis (especially against the backdrop of the COVID-19 pandemic) has significantly increased the risks of acquiring new diseases, since the cases of material losses have also become more frequent. In our opinion, the chain of cause and effect, starting with material losses (as the most sensitive in medical terms) is available for active correction. Measures containing educational and cultural and upbringing content that can replace the health-destructive priorities of acquisition with health-preserving altruistic values, can replace the lost pragmatic SSO with acquired affiliative ones, can become the main direction of such correction (prevention). The greatest effect of measures for the primary prevention of pragmatization and the subsequent medical failure of society is expected in children and adolescents social groups.

Keywords: indexing; losses; acquisitions; objectified motives; motivational matrix; accumulated morbidity

For citation. Khudonogov I.Yu., Pivnenko P.P., Ivanov A.S., Chumayan A.D., Lyashenko K.N., Marchuk D.P. Accumulated Morbidity Prevention Priorities Determining by Losses and Acquisitions Indexing. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 237-258. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-237-258

Информатизация (цифровизация) всех процессов, происходящих в современном обществе, неизбежна в эпоху глобальной трансформации и замены индустриального уклада экономики на постиндустриальный. Медицина (здравоохранение) также активно трансформируется в указанном направлении. Кроме того, в соответствии с наличием расширяющейся междисциплинарной конвергенции [20] медиализация общества [2] способствует прониканию медицинских понятий в дискурс общества в целом, так же точно как и медицинский дискурс пополняется новой для себя информационной терминологией и подходами. Одним из таких терминов (подходов) является «Индексирование» (И). В информационно-поисковой логике термин и обозначает процесс (алгоритм) упрощенного описания документов и контентов, при котором каждому документу, расположенному на сервере, назначается краткий неповторимый набор элементар-

ных ключевых слов (понятий, букв, цифр), формально отражающих его смысл. Иными словами, на заре науки ученые страдали от недостатка информации, сегодня мы наблюдаем противоположную картину – информация предоставляется в избыточном количестве, и чтобы её хоть как-то переварить, необходимо радикально сокращать объемы. Описание больших выборок, а тем более населения (например, Российской Федерации, или даже отдельно взятого субъекта РФ) в целом, также превращается в неподъемную бессмысленную задачу по мере увеличения количества индикаторов, описывающих единицу наблюдения. Попытки направлять научный поиск от частного к целому осуществлялись отечественными учеными еще в середине прошлого века. Так, основоположник советской психологии А.Н. Леонтьев [7, 8] уделял большое внимание теме приобретения и потери смыслов. Базовым аспектом его теории является понятие «мотив», формирующий смыслы и побуждающий к действию. Мотивы могут быть индексированы так же, как и предметы, на которые эти мотивы направлены. Зная перечень основных жизненно важных предметов (по нашим представлениям их не более 10) и степень овладения (обладания) ими, можно легко восстановить картину потери (приобретения) смысла жизни, т.е. картину духовного (душевного) состояния человека, которое религиозные мыслители и философы считают важнейшим фактором здоровья. В контексте нашей работы кажется неслучайным, что грехи в авраамической концептуальности обозначаются термином «смертные», т.е. ведущие к болезням и, в конечном счете, к смерти. Так, например, порочные смыслы и цели, ущербный жизненный путь, страсть к наживе, блуду, поклонение ложным кумирам, деструктивные общественные отношения, эгоизм, зависть, неуважение к старшим, гнев, гордыня есть не что иное, как потеря истинного смысла жизни, приводящая к депрессии (унынию, тоске), увеличивающая общую смертность населения в 1,5-2,0 раза [22-24]. Хорошо известен метод «выявления следов» (МВС) психологической несостоятельности личности, позволяющий выполнить статистическое измерение результатов патологических медико-социальных и духовно-эмоциональных процессов на популяционном уровне. Однако МВС опирается на И процессов (действий, а не предметов), происходящих в сознании людей, с помощью отражения поступков-индикаторов на 1000 населения, например: количество случаев регистрации брака за год – это индикатор уверенности в завтрашнем дне; разводов – семейная дисгармония; самоубийств – безысходность; убийств – чрезмерная агрессивность; грабежей и разбоев – несправедливое распределение собственности; детей-«отказни-

ков» в родильных домах и социальных сирот – угнетение чувства материнства и т.д. [10–12]. Будучи безусловно объективным, МВС, тем не менее, характеризует «следы» (последствия), стратегическую линию развития общественного здоровья как процесса, базируется на сплошных наблюдениях, выполненных в генеральных совокупностях с большим временным лагом. В «мертвую» зону МВС попадают оперативно-тактические исследования на относительно небольших выборках, характеризующих определенную социальную группу в конкретный момент времени. Кроме того, МВС позволяет фиксировать только результат – разнообразные факты изменения психологического и физического здоровья (наличия случая свадьбы, развода, преступления и т.д.), но игнорирует его причину.

Новизна нашего исследования включает медицинский взгляд на события в социосфере через призму экономического, социального, возрастного, гендерного и др. неравенства [1], что посредством и потерь и приобретений позволяет судить о размерности этого неравенства. На сегодняшний день очевидно, что именно мозг [13] обеспечивает и достижение рассматриваемого неравенства (успех одних и неуспех других), и его оценочные характеристики, и специфику реагирования на стресс неравенства в условиях соответствующей социализации, именно мозг (его информационно-когнитивный аппарат) обеспечивает высокоамплитудные всплески заболеваемости (смертности).

Гипотеза нашего исследования состояла в том, что современная социология медицины в состоянии предоставить весь необходимый и достаточный инструментарий для проведения и уровня общественного здоровья с помощью одного структурированного индикатора [6], который отображает интенсивность и направление коммуникации индивида в доступном ему социуме при помощи ключевых слов, обозначающих опредмеченные потребности человека [15], соответствующие смыслам его жизни.

Цель работы: определить диагностический потенциал алгоритма индексирования потерь и приобретений выборки взрослого населения молодого и среднего возраста (18–59 лет) в отношении такого показателя общественного здоровья как накопленная заболеваемость.

Для достижения указанной цели потребовалось решить следующие **задачи:**

1. Разработать тест-систему для измерения индекса потерь и приобретений (ИПП), переживаемых представителями выборки взрослого населения (18–59 лет) и отражающих мотивационную матрицу исследуемой социальной общности.

2. Сопоставить данные, полученные в ходе индексирования потерь и приобретений, с уровнем накопленной заболеваемости респондентов и количественно охарактеризовать направление, силу и значимость возможной связи.

3. Изучить структуру ИПП в реальной выборке и определить с помощью статистического инструментария медицинское значение каждого структурного компонента.

4. Выразить посредством ИПП баланс между прагматической и аффилиативной составляющей мотивационной матрицы исследованной совокупности россиян.

5. Наметить основные направления профилактики накопленной заболеваемости путем устранения диспропорций мотивационной сферы.

Материалы и методы

По способу отбора выборочная совокупность являлась случайной и состояла из представителей взрослого населения ЮФО и СКФО – 1369 человек (697 мужчин и 672 женщины в возрасте от 18 до 59 лет). Все возрастные группы в заданных пределах были представлены практически равномерно (рис. 1) – коэффициент аппроксимации (R^2) был близок к 1, в среднем по выборке на 1 год рождения приходилось 35–36 единиц наблюдения.

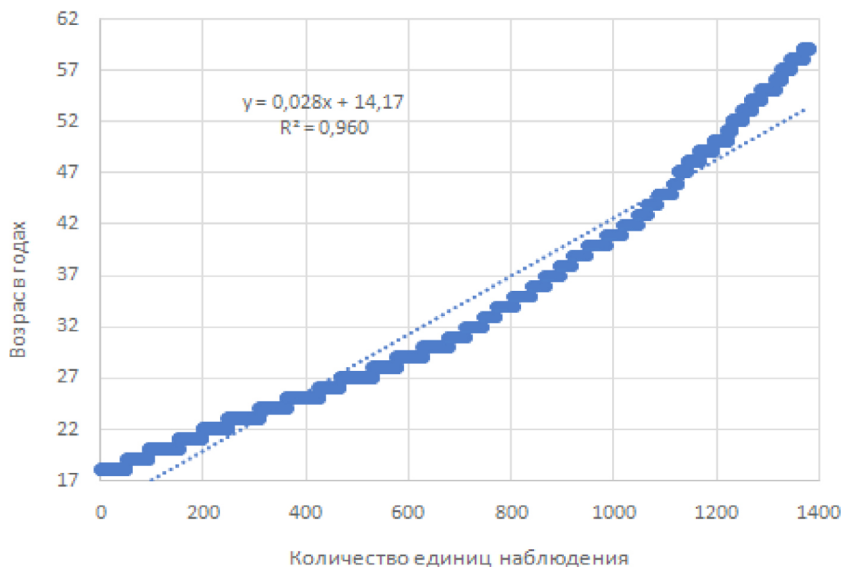


Рис. 1. Возрастная структура выборки

Основной массив социологической информации был собран в населенных пунктах Ростовской области, Ставропольского края, Краснодарского края, Республики Дагестан, Республики Ингушетия, Кабардино-Балкарской Республики, Карачаево-Черкесской Республики, Чеченской республики, Республики Калмыкия в 2016 году. Отбор единиц наблюдения производился серийным методом (гнездовым отбором). При этом внутри гнезда выборка была рандомизирована. Ремонт выборки не производился. Ошибка представительности рассчитывалась для всех исследуемых групп. Основные методы сбора данных – анкетирование и интервьюирование. Также в работе использовались: статистический метод, включающий определение ранга исследуемых признаков при помощи углового коэффициента (k), характеризующего наклон линии линейной регрессии для исследуемых точек, или скорость изменения значений вдоль прямой, на которой находились эталонные (реперные) точки ИПП (-1; 0; +1); коэффициента аппроксимации (R^2), рассчитанного по методу наименьших квадратов, коэффициента ранговой корреляции (КРК) Спирмена, его стандартной ошибки (S_p), темпа роста и темпа прироста; критерия Стьюдента (t). Социологический метод включал разработку индикаторной системы для оцифровывания мотивационной матрицы (ММ) [16] (табл. 1).

Для количественной характеристики состояния мотивационной сферы отдельно взятого человека или популяции в целом рассчитывался индекс потерь и приобретений (ИПП), равный арифметической сумме всех потерянных и приобретенных СЗО, каждый СЗО приравнивался к «+1» в случае его приобретения и к «-1» – при его потере. Группировка выборки осуществлялась в соответствии с величиной ИПП: 1-я группа – ИПП меньше «0»; 2-я – ИПП=0; 3-я – ИПП больше «0». Все СЗО подразделялись на аффилиативные, при которых общение выступало как самостоятельная окончателная ценность (близкий человек, коллектив, страна), не требующая материальных подкреплений, и прагматические, при которых имелся в виду полезный конечный результат (работа, деньги, движимое или недвижимое имущество длительного пользования), а не общение как таковое.

Параллельно с ИПП в анкете отмечались признаки: «Накопленная заболеваемость» (НЗ), структурированная в соответствии с основными рубриками МКБ-10, пол, возраст, социальная группа и др. Использование ИПП позволило описывать интенсивность любого, имеющегося в социуме, неравенства как дискретный процесс удовлетворения или неудовлетворения потребности. ИПП отражал реализацию или нереализацию любого мотива как для отдельного человека, так и группы в целом. Иными сло-

вами, групповая ММ формировалась из мотивационных профилей (МП) отдельного человека арифметически прибавляемого к МП других людей с последующим делением суммы на количество единиц наблюдения.

Таблица 1.

Структура индикатора, предназначенного для индексирования потерь и приобретений (перечень основных социально значимых объектов (СЗО))

Были ли у Вас значительные неожиданные перемены к лучшему в последнее время?	(имеющиеся подчеркните или отметьте строку галочкой):
1. Нет.	
2. Да.	
Если Вы ответили «Да», то уточните – что (кого) Вы приобрели?	
1. В Вашу жизнь вошел новый человек.	
2. Коллектив.	
3. Страна.	
4. Вы приобрели какой-либо предмет (движимое или недвижимое имущество).	
5. Вам повысили зарплату (увеличились Ваши доходы).	
6. Вас взяли на работу (у Вас появился новый навык).	
7. Другое (впишите)	
Ощутили ли вы значительную потерю для себя в последнее время?	
1. Нет.	
2. Да.	
Если Вы ответили «Да», то уточните – что (кого) Вы утратили?	
1. Это близкий человек.	
2. Коллектив.	
3. Страна (Родина).	
4. Неодушевленный предмет.	
5. Деньги.	
6. Работу (любимое занятие).	
7. Другое (впишите):	

С учетом того факта, что ММ имеет рефлекторную природу, быстрое изменение ММ невозможно. Следовательно, мотивы, как и любые выработанные рефлексы, можно легко перевести в плоскость конкретного

измерения по признаку «есть» или «нет». Именно от качественного выявления (0-1) можно перейти к практическому объективному количественному измерению всей совокупности мотивов, т.е. установить, чего и сколько приобрел или потерял каждый из нас в некоторой точке пространства и времени. И если время в данном случае интересует нас мало (в силу инертности рефлексирования), то пространство, точнее некоторые материальные предметы окружающего мира являются обязательным условием для удовлетворения всех человеческих потребностей. Для операционализации теоретических обобщений, содержащихся в МП, мы предлагаем обозначить и конкретизировать некоторые дефиниции [19]: «опредмечивание» мотивов – это методология изучения мотивационной сферы по материальным объектам, являющимся воплощенными необходимостями, без которых удовлетворение потребностей невозможно; «социально-значимые объекты» (СЗО) – это предметы (процессы), составляющие цель (смысл) нашей жизни, символизирующие соответствующие единичные мотивы.

Присвоение (приобретение) СЗО приводит к удовлетворению потребности – ИПП перемещается в сторону приобретений (это направление считается положительным). Если, несмотря на предпринимаемую активность, человек теряет СЗО, т.е. не достигает удовлетворения потребности по каким-либо причинам – ИПП перемещается в сторону потерь (это направление считается отрицательным). В контексте парадигмы здоровьесбережения [4] «позитивные» мотивы ($ИПП > 0$) способствуют укреплению здоровья, а «негативные» мотивы ($ИПП < 0$) напротив, снижают уровень здоровья.

По аналогии с Булевскими матрицами мы предлагаем записывать параметры реализации каждого единичного мотива при помощи «+1» (приобрел) или «-1» (потерял). «0» в нашей ММ обозначал либо полное отсутствие мотива, либо одновременное сочетание приобретения СЗО №1 («+1») и потери СЗО №2 («-1»), т.е. компенсацию одной потери одним приобретением. Возможная сфера применения разработанного инструментария включает: сравнение потоков материальных, духовных и социальных благ внутри референтных социальных групп на различных территориях; отслеживание динамики параметров социальной группы; расчет критических (для общественного здоровья) параметров потока СЗО [14]; цифровизацию явления «социальная напряженность» на основе определения баланса потерь и приобретений; структурирование групповой ММ, т.е. деление её на кластеры, опосредующие конкретные группы объектов внешнего мира в соответствии с заданными параметрами; верификацию медицинской эффективности ширококомасштабных профилактических про-

грамм здоровьесбережения [21], направление и скорость медико-социальной и демографической урбанизации [17, 18] и др.

Информация о каждой единице наблюдения легла в основу электронной базы данных, которая позволила изучить структуру ММ выборки. Достоверность разницы показателей 1-й и 3-й групп определялась с помощью критерия Стьюдента (t). Динамические процессы моделировались на основе построения линейной регрессии, которая проверялась коэффициентом аппроксимации, сила связи между признаками рассчитывалась на основе коэффициента ранговой корреляции (КРК) r Спирмена, для которого был определен критерий достоверности S_r , где приращение ИПП имело шаг, равный целой единице, т.е. 1; 2; 3 – а сопоставляемый признак (представительность СЗО в соответствующей группе) – интенсивным показателем на 1 опрошенного. База данных обрабатывалась при помощи программного пакета Microsoft Excel 2010.

Результаты

Изменение величины суммарного ИПП в исследованных группах от «-1» к «+1» приводит к снижению НЗ на 43,6%, т.е. практически вдвое. В соответствии с формулой линейной регрессии (рис. 2) каждый шаг ИПП (1 СЗО) изменяет НЗ на 333% (достоверность аппроксимации 95%).

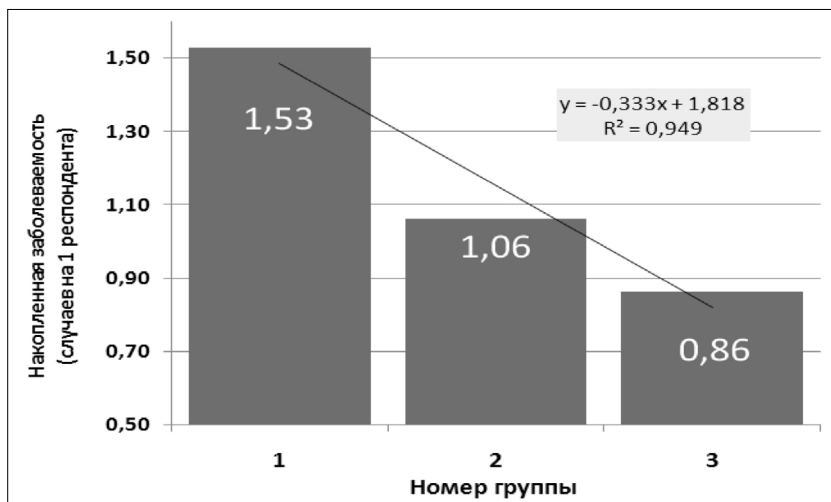


Рис. 2. Уровень накопленной заболеваемости в группах №1 (с негативным), №2 (нейтральным) и №3 (позитивным) ИПП

Средние значения накопленной заболеваемости (случаев заболевания на 1 опрошенного) составили: в 1-й группе $1,53 \pm 0,15$; во 2-й – $1,06 \pm 0,04$; в 3-й – $0,86 \pm 0,03$. Критерий достоверности разности (t) между показателями 1-й и 3-й групп составил 4,3 ($p < 0,001$). Величина КРК между ИПП и НЗ в среднем по выборке составила $-0,974$ при таких же значениях t -критерия $= 4,3$ ($p < 0,001$).

Кроме того, в ходе работы была выявлена значительная неоднородность исследованного потока СЗО, мотивирующего к действиям респондентов (табл. 2). Значимость различий между исследованными кластерами ИПП определялась при помощи 3-х критериев: k - угловой коэффициент линейного тренда (ЛТ); t -критерий достоверности Стьюдента для разности 1-й и 3-й групп; темп роста (ТР) величины ИПП в полярных (1-й и 3-й) группах. Наиболее яркие различия удалось выявить при помощи анализа величин темпов роста ИПП.

Таблица 2.

Представительность основных (положительного и отрицательного) кластеров и дополнительных (аффилиативного и прагматического) подкластеров ММ в группах респондентов с различным ИПП

Кластеры и подкластеры ММ	1-я группа (ИПП<0)		2-я группа (ИПП=0)		3-я группа (ИПП>0)		k – угловой коэффициент линейного тренда	t -критерий разности 1-й и 3-й групп	Темп роста 1-й и 3-й групп «от меньшего к большему» (кол-во раз)
	М	$\pm m$	М	$\pm m$	М	$\pm m$			
По направлению мотивов									
Положительные (приобретения СЗО всех типов)	0,16	0,04	0,55	0,02	1,10	0,01	0,47	24,3	6,9
Отрицательные (потери СЗО всех типов)	1,16	0,04	0,55	0,02	0,02	0,01	-0,57	30,5	58,0
Одновременно и по направлению мотивов и по характеру СЗО									
Приобретенные аффилиативные СЗО	0,14	0,03	0,28	0,02	0,54	0,02	0,20	10,0	3,9
Потерянные аффилиативные СЗО	0,60	0,05	0,35	0,02	0,02	0,01	-0,29	11,3	30,0
Приобретенные прагматические СЗО	0,02	0,01	0,27	0,02	0,55	0,02	0,27	20,1	27,5
Потерянные прагматические СЗО	0,56	0,06	0,20	0,02	0,01	0,00	-0,28	9,4	56,0

Так, судя по величинам ТР, положительные мотивы (приобретения СЗО всех типов) опосредуются ИПП в 8,4 раза слабее, чем отрицательные мотивы (потери СЗО всех типов). Внутри аффилиативного кластера ММ это соотношение слабее – 7,8 раз, а внутри прагматического всего 2,0. Кроме того, потери аффилиативные по величине ТР оказались в 7,1 раз меньше потерь прагматических. Приобретения аффилиативные также уступили по важности приобретениям прагматическим в 1,9 раза.

С учетом значения углового коэффициента k по модулю в уравнении ЛТ ($y = kx + c$) наибольший вклад в ИПП оказывают отрицательные мотивы, возникающие в результате потерь СЗО всех типов ($k = -0,57$). При этом уменьшаются значения показателя ИПП наиболее сильно (на 17,5%) по сравнению с приобретением СЗО всех типов ($k = +0,47$).

Динамика ИПП (и отдельных его кластеров и подкластеров) указывает на четкую, почти функциональную связь с НЗ. Максимальное по модулю влияние на НЗ оказали отрицательные подкластеры (потери СЗО всех типов) – $k = 1,629$ (табл. 3).

Таблица 3.

Угловой коэффициент линейного тренда зависимости НЗ от основных кластеров и дополнительных (аффилиативного и прагматического) подкластеров ММ (отсортировано по убыванию модуля величины углового коэффициента линейного тренда)

Кластеры и подкластеры ММ	k - угловой коэффициент линейного тренда	k - угловой коэффициент линейного тренда по модулю
Отрицательные (потери СЗО всех типов)	1,629	1,629
Положительные (приобретения СЗО всех типов)	-1,300	1,300
Потерянные прагматические СЗО	0,817	0,817
Потерянные аффилиативные СЗО	0,808	0,808
Приобретенные прагматические СЗО	-0,748	0,748
Приобретенные аффилиативные СЗО	-0,545	0,545

Положительным подкластерам ММ (приобретения СЗО всех типов) соответствовал $k = -1,300$ (разница с потерями составила по модулю 20,2%). Приобретенные аффилиативные СЗО ($k = -0,545$), с точки зрения снижения НЗ менее актуальны, чем приобретенные прагматические СЗО ($k = -0,748$) на 27,1%. В отношении потерь разница оказалась незначимой, т.е. 1,1% (потерянные аффилиативные СЗО – $k = 0,808$; потерянные прагматические СЗО – $k = 0,817$).

Величина КРК всех исследованных кластеров и подкластеров по отношению к изменению ИПП оказалась близкой к 1 (-1), т.е. соответствовала сильной прямой или обратной связи, что затрудняло выполнение процедуры ранжирования. По сравнению с величиной КРК более чувствительным критерием для определения важности того или иного подкластера в структуре потока СЗО оказался критерий достоверности ранговой корреляции S_r (табл. 4).

Таблица 4.

Критерии достоверности коэффициентов ранговой корреляции между признаками, функционально связанными с уровнем здоровья (НЗ), и величиной и полярностью ИПП (отсортировано по величине стандартной ошибки S_r)

Индикаторы сравнения		S_r
НЗ	Интенсивность приобретенных прагматических СЗО	0,036
НЗ	Интенсивность всех прагматических СЗО	0,075
НЗ	Интенсивность потерянных аффилиативных СЗО	0,084
НЗ	Интенсивность всех аффилиативных СЗО	0,125
НЗ	Интенсивность потерянных прагматических СЗО	0,180
НЗ	Интенсивность приобретенных аффилиативных СЗО	0,182

С его помощью удалось подтвердить приоритет ранжирования кластеров и подкластеров ИПП, установленный на основании углового коэффициента k (табл. 3). Для наблюдаемой выборки значимость связи прагматического подкластера ИПП и НЗ оказалась одной из самых высоких, $S_r = 0,075$. Следующим по значимости оказался подкластер «Потерянные аффилиативные СЗО», $S_r = 0,084$. Минимально значимым для изменения ИПП ($S_r = 0,182$) оказался подкластер «Приобретение аффилиативных СЗО», а максимально достоверным ($S_r = 0,036$) – подкластер «Интенсивность приобретенных прагматических СЗО».

Выводы

1. Индексирование потерь и приобретений взрослого населения служит объективным обобщающим индикатором накопленной заболеваемости, который позволяет количественно оценивать влияние на общественное здоровье потока приобретенных и утраченных социально значимых объектов.

2. Мотивационная матрица выборки взрослого населения (18–59 лет), индексированная при помощи разработанной нами тест-системы (ИПП), позволила наблюдать феномен снижения накопленной заболеваемости на 43,6% при увеличении ИПП от уровня -1 до уровня +1.

3. В исследованной базе данных приобретения СЗО всех типов представлены в структуре ИПП в 8,4 раза меньше, чем потери СЗО всех типов, что означает наличие безусловного медицинского приоритета потерь над приобретениями.

4. Наиболее достоверная корреляционная связь (при минимальном $S_r=0,036$) соответствовала преобладанию в мотивационной матрице обследованной популяции прагматической составляющей, обеспечивающей приобретения, которые и оказывают наиболее значимое позитивное влияние на изменение уровня (снижение) накопленной заболеваемости.

5. Изученная выборка взрослого населения относится к типичному обществу потребителей материальных благ. Духовная составляющая жизни участников опроса значительно сократилась, т.е. потеря близких людей (изменение аффилиативной части ММ) повысила накопленную заболеваемость в популяции по величине ТР в 7,1 раз меньше, чем потеря работы, денег или товаров длительного пользования.

Заключение

Математическое моделирование процесса взаимодействия накопленной заболеваемости и социально значимых объектов, теряемых или приобретаемых респондентами, ($y=-0,333x+1,818$) с высокой достоверностью (допускающей вероятность ошибки 5%) показывает, что уровень здоровья современного российского социума чрезвычайно чувствителен к изменениям социально-экономической обстановки, которую мы диагностировали при помощи ИПП и установили, что каждый шаг по шкале потерь-приобретений (1 СЗО) изменяет НЗ на 333%. Иными словами, на момент наблюдения отмечалась нацеленность общества на приобретение материальных благ (стремление удовлетворить всевозрастающие материальные потребности). При этом углубляющийся (особенно на фоне пандемии COVID-19) экономический кризис значительно повысил риски приобретения новых заболеваний, поскольку случаи материальных потерь также участились. По нашему мнению, причинно-следственная цепочка, начинающаяся с материальных потерь (как наиболее чувствительных в медицинском плане) доступна активной коррекции. Основным направлением такой коррекции (профилактики) могут стать мероприятия, содержащие воспитательные и культурно-образовательные контенты, способные заменить здоровьеразрушительные приоритеты стяжания на здоровьесберегающие альтруистические ценности. Наибольший эффект мероприятий первичной профилактики прагматизации и следующей за ней медицинской несостоятельности общества ожидается в социальных группах детей и подростков.

Вклад авторов

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку работы, прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией.

Худоногов И.Ю.: автор идеи, разрабатывал основную гипотезу.

Пивненко П.П.: осуществлял поиск литературных источников, разрабатывал и апробировал исследовательский инструментарий, участвовал в анализе полученных данных и синтезе выводов и практических рекомендаций.

Иванов А.С.: разрабатывал программу исследования, подбирал и мотивировал исследовательский персонал.

Чумаян А.Д.: отвечал за сбор первичного материала в Южном Федеральном округе.

Ляшенко К.Н.: отвечала за сбор первичного материала в Северо-Кавказском Федеральном округе.

Марчук Д.П.: осуществлял оцифровку и статистическую обработку первичного материала.

Author Contributions

All the authors contributed significantly to the study and the article, read and approved the final version of the article before publication

Khudonogov I.Yu.: author of the idea, developed the main hypothesis.

Pivnenko P.P.: searched for literary sources, developed and tested research tools, participated in the analysis of the data obtained and the synthesis of conclusions and practical recommendations.

Ivanov A.S.: developed a research program, selected and motivated research personnel.

Chumayan A.D.: responsible for collecting primary material in the Southern Federal District.

Lyashenko K.N.: responsible for collecting primary material in the North Caucasian Federal District.

Marchuk D.P.: carried out the digitization and statistical processing of the primary material.

Список литературы

1. Асп Э. К. Введение в социологию. СПб.: Алетейя, 2000. 256 с.
2. Данилевская Т.В., Элланский Ю.Г., Худоногов И.Ю. Количественный анализ значимости источников медиализации в социокультурной среде мегаполиса // Социология медицины. 2017. Т. 16, № 2. С. 94-99. <http://www.>

- medlit.ru/journalsview/sociologyofmedicine/view/journal/2017/issue-2/165-kolichestvennyy-analiz-znachimosti-istochnikov-medikalizacii-v-sociokulturnoy-srede-megapolisa/
3. Демографический ежегодник. 1990: Госкомстат СССР. Москва: Финансы и статистика, 1990. 640 с.
 4. Егоров В.Н. Направленность и теоретико-методологическое обоснование парадигмы здоровьесбережения и ее отдельных научных концепций // Мир спорта. 2019. № 4 (77). С. 81-85.
 5. Иванов А.Г. Распространенность хронических и часто возникающих заболеваний среди учащейся молодежи (по результатам социологического исследования) // Экология человека. 2004. № 4. С. 14-15.
 6. Илюхина О.В., Элланский Ю.Г., Худоногов И.Ю. Методические вопросы применения структурированных индикаторов в медико-социологических исследованиях // Социология медицины. 2013. № 1 (22). С. 15-18. <https://www.medlit.ru/journal/929>
 7. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. Москва: Политиздат, 1977. 304 с. <http://www.psy.msu.ru/people/leontiev/dsl/index.html>
 8. Леонтьев А.Н. Потребности, мотивы и эмоции. Москва: МГУ, 1971. 40 с.
 9. Лунеев В.В. Преступность XX века. Мировой криминологический анализ. М.: Норма, 1999. 516 с.
 10. Материалы пресс-выпусков Госкомстата СССР // Вестник статистики. 1988. № 8. С. 70-76.
 11. Население России за 100 лет (1897-1997): Статистический сборник / Госкомстат России. М., 1998. 222 с.
 12. Преступность и правонарушения. 1991: Статистический сборник. Москва: Финансы и статистика, 1992. 176 с.
 13. Реутов В.П. Физиологический и клинический нервизм: от классиков науки до настоящего времени // Евразийское Научное Объединение. 2017. Т. 1, № 9 (31). С. 34-47. <https://esa-conference.ru/wp-content/uploads/files/pdf/Reutov-Valentin-Palladievich16.pdf>
 14. Худоногов И.Ю. Индикаторная модель взаимодействия общественного здоровья и социально-профессиональной среды // Современные подходы к продвижению здоровья: Материалы V Международной научно-практической конференции / Редакционный совет: А.Н. Лычиков, Т.М. Шаршакова, И.А. Чешик, В.А. Подоляко, Д.Ю. Рузанов. 2014. С. 268-271.
 15. Худоногов И.Ю., Иванов А.С., Зарубинская Л.Г., Певнева М.В., Чумаян А.Д. Научное обоснование когнитивно-информационного протезирования (медико-социологический анализ естественной репарации самосохранения)

- тельных мотивационных матриц) // В мире научных открытий. 2018. Т. 10, № 3. С. 41-61. <https://doi.org/10.12731/wsd-2018-3-41-61>
16. Худоногов И.Ю., Жувакина А.В. Информационное моделирование общественного здоровья при помощи регистрации опредмеченных потребностей в групповых мотивационных матрицах // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2016. № 56. С. 63-71.
 17. Худоногов И.Ю., Ляшенко К.Н. Медико-социальная урбанизация как фактор модернизации здравоохранения. Социально-психологические и медико-экономические аспекты развития высоких медицинских технологий на Дону. Beau Bassin, Mauritius, 2018. 173 с.
 18. Худоногов И.Ю., Ляшенко К.Н. Определение и прогноз жизнеспособности населенных пунктов. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2020620707, 24.04.2020. Заявка № 2019622532 от 23.12.2019.
 19. Худоногов И.Ю. Определение (прогноз) уровня накопленной заболеваемости на основе оценки информационно-когнитивной компоненты здоровья. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2018620001, 09.01.2018. Заявка № 2017620985 от 12.09.2017.
 20. Худоногов И.Ю. Социальное регулирование самосохранительного поведения. Общественное здоровье как функция информационно-когнитивного пространства. Beau Bassin, Mauritius, 2018. 296 с.
 21. Элланский Ю.Г., Парахина Е.В., Худоногов И.Ю. О верификации некоторых показателей общественного здоровья // Проблемы городского здравоохранения. Сборник научных трудов / Под редакцией з.д.н. РФ, д.м.н., профессора Н.И. Вишнякова. Санкт-Петербург, 2013. С. 4-7.
 22. Frasure-Smith N., Lesperance F., Talajic M. Depression and 18 month prognosis after myocardial infarction // *Circulation*, 1995, vol. 91, no. 4, pp. 999-1005. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.91.4.999>
 23. Rovner B.W., German P.S., Brant L.J., Clark R., Burton L., Folstein M.F. Depression and Mortality // *JAMA*, 1991, vol. 265, no. 8, pp. 993-996. <https://doi.org/10.1001/jama.1991.03460080063033>
 24. Zonderman A.B., Costa P.T., McCrae R.R. Depression as a Risk for Cancer Morbidity and Mortality in a Nationally Representative Sample // *JAMA*, 1989, vol. 262, no. 9, pp. 1191-1195. <https://doi.org/10.1001/jama.1989.03430090053032>

References

1. Asp E.K. *Vvedenie v sotsiologiyu* [Introduction to sociology]. SPb.: Aleteyya, 2000, 256 p.
2. Danilevskaya T.V., Ellanskiy Yu.G., Khudonogov I.Yu. *Sotsiologiya meditsiny*,

- 2017, vol. 16, no 2, pp. 94-99. <http://www.medlit.ru/journalsview/sociology-ofmedicine/view/journal/2017/issue-2/165-kolichestvennyy-analiz-znachimosti-istochnikov-medikalizacii-v-sociokul-turnoy-srede-megapolisa/>
3. *Demograficheskiy ezhegodnik. 1990: Goskomstat SSSR* [Demographic Yearbook. 1990: Goskomstat of the USSR]. Moscow: Finance and Statistics, 1990, 640 p.
 4. Egorov V.N. *Mir sporta*, 2019, no. 4 (77), pp. 81-85.
 5. Ivanov A.G. *Ekologiya cheloveka*, 2004, no. 4, pp. 14-15.
 6. Ilyukhina O.V., Ellanskiy Yu.G., Khudonogov I.Yu. *Sotsiologiya meditsiny*, 2013, no. 1 (22), pp. 15-18. <https://www.medlit.ru/journal/929>
 7. Leontev A.N. *Deyatelnost. Soznanie. Lichnost* [Activity. Consciousness. Personality]. Moscow: Politizdat, 1977, 304 p. <http://www.psy.msu.ru/people/leontiev/dsl/index.html>
 8. Leontev A.N. *Potrebnosti, motivy i emotsii* [Needs, motives and emotions]. Moscow: MGU, 1971, 40 p.
 9. Luneev V.V. *Prestupnost XX veka. Mirovoy kriminologicheskiy analiz* [Twentieth century crime. World Criminological Analysis]. M.: Norma, 1999, 516 p.
 10. *Vestnik statistiki*, 1988, № 8, pp. 70-76.
 11. *Naselenie Rossii za 100 let (1897-1997): Statisticheskiy sbornik* [Population of Russia for 100 years (1897-1997): Statistical collection] / Goskomstat of Russia. M., 1998, 222 p.
 12. *Prestupnost' i pravonarusheniya. 1991: Statisticheskiy sbornik*. Moskva: Finansy i statistika, 1992. 176 s.
 13. Reutov V.P. *Evraziyskoe Nauchnoe Obedinenie*, 2017, vol. 1, no. 9 (31), pp. 34-47. <https://esa-conference.ru/wp-content/uploads/files/pdf/Reutov-Valentin-Palladievich16.pdf>
 14. Khudonogov I.Yu. *Sovremennye podkhody k prodvizheniyu zdorov'ya: Materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern approaches to health promotion: Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference] / Editorial Council: A.N. Lyzikov, T.M. Sharshakova, I.A. Cheshik, V.A. Podolyako, D.Yu. Ruzanov. 2014, pp. 268-271.
 15. Khudonogov I.Yu., Ivanov A.S., Zarubinskaya L.G., Pevneva M.V., Chumayan A.D. *V mire nauchnykh otkrytiy* [Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture], 2018, vol. 10, no. 3, pp. 41-61. <https://doi.org/10.12731/wsd-2018-3-41-61>
 16. Khudonogov I.Yu., Zhuvakina A.V. *Informatsionnoe modelirovanie obshchestvennogo zdorov'ya pri pomoshchi registratsii opredmechennykh po-*

- trebnostey v gruppovykh motivatsionnykh matritsakh. Sborniki konferentsiy NITs Sotsiosfera* [Information modeling of public health by registering objectified needs in group motivational matrices. Proceedings of conferences of the Scientific Research Center Sociosphere], 2016, no. 56, pp. 63-71.
17. Khudonogov I.Yu., Lyashenko K.N. *Mediko-sotsial'naya urbanizatsiya kak faktor modernizatsii zdavookhraneniya. Sotsial'no-psikhologicheskie i mediko-ekonomicheskie aspekty razvitiya vysokikh meditsinskikh tekhnologiy na Donu* [Medical and social urbanization as a factor in the modernization of healthcare. Socio-psychological and medico-economic aspects of the development of high medical technologies on the Don]. Beau Bassin, Mauritius, 2018, 173 p.
 18. Khudonogov I.Yu., Lyashenko K.N. *Opreделение i prognoz zhiznesposobnosti naselennykh punktov. Svidetelstvo o registratsii bazy dannykh RU 2020620707, 24.04.2020. Zayavka № 2019622532 ot 23.12.2019* [Determination and forecast of the viability of settlements. Database registration certificate RU 2020620707, 2020.04.24. Application no. 2019622532 dated December 23, 2019].
 19. Khudonogov I.Yu. *Opreделение (prognoz) urovnya nakoplennoy zabollevaemosti na osnove otsenki informatsionno-kognitivnoy komponenty zdorov'ya. Svidetel'stvo o registratsii bazy dannykh RU 2018620001, 09.01.2018. Zayavka № 2017620985 ot 12.09.2017* [Determination (forecast) of the level of accumulated morbidity based on the assessment of the information and cognitive components of health. Database registration certificate RU 2018620001, 2018.01.09. Application no. 2017620985 dated 12.09.2017].
 20. Khudonogov I.Yu. *Sotsial'noe regulirovanie samosokhranitel'nogo povedeniya. Obshchestvennoe zdorov'e kak funktsiya informatsionno-kognitivnogo prostranstva* [Social regulation of self-preserving behavior. Public health as a function of information and cognitive space]. Beau Bassin, Mauritius, 2018, 296 p.
 21. Ellanskiy Yu.G., Parakhina E.V., Khudonogov I.Yu. *Problemy gorodskogo zdavookhraneniya. Sbornik nauchnykh trudov* [Problems of urban health care. Collection of scientific papers]. St. Petersburg, 2013, pp. 4-7.
 22. Frasure-Smith N., Lesperance F., Talajic M. Depression and 18 month prognosis after myocardial infarction. *Circulation*, 1995, vol. 91, no. 4, pp. 999-1005. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.91.4.999>
 23. Rovner B.W., German P.S., Brant L.J., Clark R., Burton L., Folstein M.F. Depression and Mortality. *JAMA*, 1991, vol. 265, no. 8, pp. 993-996. <https://doi.org/10.1001/jama.1991.03460080063033>

24. Zonderman A.B., Costa P.T., McCrae R.R. Depression as a Risk for Cancer Morbidity and Mortality in a Nationally Representative Sample. *JAMA*, 1989, vol. 262, no. 9, pp. 1191-1195. <https://doi.org/10.1001/jama.1989.03430090053032>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Худоногов Игорь Юрьевич, канд. мед. наук, старший преподаватель кафедры истории
ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России
пер. Нахичеванский, 29, г. Ростов-на-Дону, 344022, Российская Федерация
fix1@ya.ru

Пивненко Петр Петрович, д-р пед. наук; профессор, профессор кафедры педагогики
ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России
пер. Нахичеванский, 29, г. Ростов-на-Дону, 344022, Российская Федерация
pivnenko_petr@rambler.ru

Иванов Александр Сергеевич, канд. мед. наук, заведующий кафедрой стоматологии №5
ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России
пер. Нахичеванский, 29, г. Ростов-на-Дону, 344022, Российская Федерация
georgizub@yandex.ru

Чумаян Александр Дртадович, ассистент кафедры стоматологии №5
ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России
пер. Нахичеванский, 29, г. Ростов-на-Дону, 344022, Российская Федерация
zubodrobilo09@yandex.ru

Ляшенко Кристина Николаевна, главный врач
ООО «Ставропольский центр специализированной медицинской помощи»
ул. Доваторцев, 52В, Ставрополь, 355040, Российская Федерация
trich@rambler.ru

Марчук Дмитрий Петрович, врач-стоматолог

*МБУЗ «Стоматологическая поликлиника г. Ростова-на-Дону»
ул. Пушкинская, 211, г. Ростов-на-Дону, 344022, Российская Федерация
Dima152099@gmail.com*

DATA ABOUT THE AUTHOR

Khudonogov Igor Yu., Cand. Sc. (Medicine), MD, Senior Lecturer of the History Department

*Rostov State Medical University
29, Nakhichevansky, Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation
fix1@ya.ru*

SPIN-code: 8063-0786

ORCID: 0000-0003-1879-012X

ResearcherID: B-4399-2016

Pivnenko Petr P., Dr. Sc. (Education), Professor, Professor of the Department of Pedagogy

*Rostov State Medical University
29, Nakhichevansky, Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation
pivnenko_petr@rambler.ru*

Ivanov Alexander S., Cand. Sc. (Medicine), MD, Head of the Department of Dentistry

*Rostov State Medical University
29, Nakhichevansky, Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation
georgizub@yandex.ru*

Chumayan Alexander D., Assistant of the Department of Dentistry

*Rostov State Medical University
29, Nakhichevansky, Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation
zubodrobilo09@yandex.ru*

Lyashenko Kristina N., Chief Physician

*‘Stavropol Center for Specialized Medical Aid’ LLC
52B, Dovatorseva Str., Stavropol, 355040, Russian Federation
trich@rambler.ru*

Marchuk Dmitry P., Dentist

*Dental Clinic of Rostov-on-Don
211, Pushkinskaya Str., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation
Dima152099@gmail.com*

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

INTERDISCIPLINARY RESEARCH

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-259-278

УДК 621.873

МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

С.П. Драган, А.В. Богомолов

Цель. Разработать метод мониторинга акустической безопасности человека на основе объективно ее характеризующих количественных показателей.

Материалы и методы. Расчет коэффициента акустической безопасности основан на сопоставлении измеренных показателей акустической обстановки по шуму и инфразвуку в местах жизнедеятельности человека с их предельно допустимыми уровнями, установленными санитарными нормами.

Результаты. Изложен метод расчета показателя акустической безопасности персонала – коэффициента акустической безопасности – на основе фиксированных (эквивалентный уровень звука A за рабочую смену, измеренный с частотной коррекцией по шкале «А» и/или рассчитанный за 8 часов рабочей смены; максимальный уровень звука A , измеренный с временной коррекцией «медленно» $S = 1$ с; максимальный уровень звука A , измеренный с временной коррекцией «импульс» $I = 40$ мс; пиковый скорректированный по шкале «С» уровень звука; эквивалентный обций уровень инфразвука за рабочую смену в диапазоне частот 1,4...22 Гц; максимальный обций уровень инфразвука, измеренный с временной коррекцией S (медленно) в диапазоне частот 1,4...22 Гц) и вариативных (эквивалентные уровни звукового давления за рабочую смену в октавных полосах частот 2, 4, 8, 16 Гц и уровни звукового давления в октавных полосах частот 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц) показателей акустической обстановки.

Представлен пример реализации разработанного метода для оценивания акустической безопасности машинистов тепловозов. Указан набор показателей акустической обстановки, необходимых для применения разработанного метода при оценивании акустической безопасности в определенном частотном диапазоне.

Заключение. *Разработанный метод позволяет количественно оценить акустическую безопасность человека, обосновать приоритеты ее повышения и оценить эффективность реализации мероприятий, направленных на обеспечение акустической безопасности.*

Ключевые слова: *акустическая безопасность; гигиена труда; медицинская акустика; безопасность жизнедеятельности; гигиенический мониторинг; акустический мониторинг; защита от шума*

Для цитирования. *Драган С.П., Богомолов А.В. Метод оценивания акустической безопасности человека // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 1. С. 259-278. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-259-278*

METHODS FOR MONITORING HUMAN LIFE SAFETY WHEN EXPOSED TO TRANSPORT NOISE

S.P. Dragan, A.V. Bogomolov

Background. *To develop a method for monitoring the acoustic safety of a person based on objectively characterizing quantitative indicators.*

Materials and methods. *The calculation of the acoustic safety coefficient is based on comparing the measured indicators of the acoustic environment in terms of noise and infrasound in places of human activity with their maximum permissible levels established by sanitary standards.*

Results. *A method for calculating the indicator of acoustic safety of personnel – the coefficient of acoustic safety is described on the basis of fixed (equivalent sound level A for a work shift, measured with frequency correction on the “ A ” scale and / or calculated for 8 hours of a work shift; maximum sound level A , measured with time correction “slow” $S = 1$ s; maximum sound level A , measured with time correction “impulse” $I = 40$ ms; peak weighted “ C ” sound level; equivalent total infrasound level for a work shift in the frequency range 1.4 ... 22 Hz; maximum total infrasound level, measured with time correction S (slowly) in the frequency range 1.4 ... 22 Hz) and variable (equivalent sound pressure levels per work shift in octave frequency bands 2, 4, 8, 16 Hz and sound pressure levels*

in octave frequency bands of 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz) indicators of the acoustic environment. An example of the implementation of the developed method for assessing the acoustic safety of locomotive drivers is presented. A set of indicators of the acoustic environment necessary for the application of the developed method when assessing acoustic safety in a certain frequency range is indicated.

Conclusion. *The developed method makes it possible to quantitatively assess the acoustic safety of a person, substantiate the priorities for its increase and assess the effectiveness of the implementation of measures aimed at ensuring acoustic safety.*

Keywords: *acoustic safety; occupational health; medical acoustics; life safety; hygienic monitoring; acoustic monitoring; noise protection*

For citation. *Dragan S.P., Bogomolov A.V. Methods for Monitoring Human Life Safety When Exposed to Transport Noise. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 259-278. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-259-278*

Введение

Научно-технический прогресс обуславливает повышение мощности промышленного оборудования, сопровождающееся увеличением интенсивности потенциально опасных физических факторов условий профессиональной деятельности представителей многих профессий [1-3]. Ведущее место среди таких факторов занимает шум: более двух миллионов россиян работают в условиях повышенного воздействия акустических колебаний (шума, инфразвука и ультразвука), а около 25% рабочих мест персонала промышленности не соответствуют нормативам по шуму [4, 5]. Известно [6, 7], что хроническое действие сверхнормативного широкополосного шума и инфразвука является причиной развития профессиональной и профессионально обусловленной шумовой патологии, специфической особенностью которой является полиморфная симптоматика с ведущими синдромами в виде нейросенсорной тугоухости, артериальной гипертензии, дисциркуляторной энцефалопатии. Это обуславливает необходимость обеспечения акустической безопасности, под которой понимают состояние защищенности человека от неблагоприятного воздействия шума в процессе жизнедеятельности [8, 9].

Обеспечение акустической безопасности предполагает реализацию ее мониторинга, для чего необходимы количественные показатели, объективно характеризующие акустическую безопасность [10, 11].

В настоящее время в Российской Федерации для нормирования шума введено три показателя с использованием частотных коррекций по шкале «А» и шкале «С» [12, 13]:

- а) эквивалентный уровень звука А за рабочую смену (80дБА);
- б) максимальный уровень звука А, измеренный с временными коррекциями медленно и импульс ($\leq 110\text{дБА}_S$ и $\leq 125\text{дБА}_I$);
- в) пиковый уровень звука по шкале «С» (≤ 137 дБС). Для нормирования инфразвука используются: а) эквивалентные уровни звукового давления за рабочую смену в октавных полосах частот 2, 4, 8, 16 Гц - $L_{p,1/1, \text{eg}, 8h}$, дБ;
- г) эквивалентный общий уровень инфразвука за рабочую смену - $L_{p, \text{Zl}, \text{eg}, 8h}$, дБ, измеренный в диапазоне частот 1,4-22 Гц; в) максимальный общий уровень инфразвука, измеренный с временной коррекцией S (медленно) ≤ 120 дБ.

Принципиальное отличие от санитарных норм 1996 года (СН 2.2.4/2.1.8.562-96, СН 2.2.4/2.1.8.583-96) заключается в том, что уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц не являются нормируемыми параметрами и рассматриваются только как справочные параметры для выбора средств защиты.

Необходимо отметить, что производственный и транспортный шум содержат в своем спектре преимущественно инфразвуковые и низкие частоты [14, 15]. Использование только нормируемых показателей для оценки акустической безопасности (СанПиН 2.2.4.3359-16) приводит к тому, что шум в диапазоне частот 22-500 Гц окажется не нормируемым, т.к. использование шкалы «А» подразумевает фильтрацию шума («обрезание») [16, 17]. На частоте 500 Гц снижение уровня звукового давления по шкале «А» составит 3 дБ от исходного, а на частоте 22 Гц снижение достигнет 50 дБ. Т.е. практически весь спектр производственного и транспортного шума оказывается не охвачен нормами, что, безусловно, не способствует условиям сохранения здоровья [18, 19].

Кроме того, для измерения инфразвука предлагается использование частотной шкалы «Z» ($L_{p, \text{Zl}, \text{eg}, 8h}$). Однако, во всех существующих шумомерах шкала «Z» не обеспечивает линейную шкалу. Линейность начинается от 10 Гц (-3дБ). Поэтому измерение в октавных полосах частот 2 и 4 Гц по шкале «Z» не корректно, т.к. занижает результаты на 20-10 дБ, что также не позволит обеспечить акустически безопасные условия труда и приведет к росту профессиональной заболеваемости шумовой этиологии [20-22].

Использование шкалы «С» для нормирования импульсного шума не позволяет анализировать весь спектр воздействий [23, 24]. Линейность шкалы «С» на уровне -3дБ обеспечивается в диапазоне частот 125-4000 Гц, вне этого диапазона измерения некорректны [25, 26]. Следует отметить, что в этот диапазон попадает ограниченный класс шумовых событий [27]. Для промышленного шума и для коротких импульсов, такое нормирование приемлемо, а для более низкочастотных импульсов (взрывные работы) нет [28, 29]. Для обеспечения безопасных условий труда при воздействии импульсным шумом необходимо прогнозировать пиковые уровни звука [30-32]. Импульсы по мере распространения увеличивают длительность и смещают максимум спектра давления в низкочастотную область, что приводит к искажению результатов измерений звукового давления по шкале «С» [33, 34]. В настоящее время отсутствуют надежные методы расчета распространяющегося импульсного звука с учетом частотной коррекцией по шкале «С», что не позволяет определять границы зоны безопасности для персонала. Особо остро стоит проблема нормирования импульсного шума для гражданского населения и военнослужащих при утилизации боеприпасов, использование критерия 137 дБС не позволит объективно оценить фактор риска [35, 36].

Таким образом, принятая система нормирования шума и инфразвука не позволяет достоверно выявить вредные факторы, что впоследствии может привести к росту заболеваний шумовой этиологии [37-39]. Следовательно, необходимо разработать комплекс мероприятий, направленный на снижение неблагоприятного действия стационарного, импульсного шума и инфразвука, т.е. необходимо разрабатывать программу обеспечения акустической безопасности [40, 41]. Принятие новых санитарно-эпидемиологических требований к физическим факторам на рабочих местах (СанПиН 2.2.4.3359-16), в части нормирования шума и инфразвука, ситуацию только усугубит [42, 43]. Изложенное обусловило необходимость разработки метода расчета показателя акустической безопасности персонала, основанного на использовании параметров звукового воздействия, объективно характеризующих фактор.

Материал и методы

Расчет показателя акустической безопасности персонала – *коэффициента акустической безопасности* – основан на сопоставлении измеренных показателей акустической обстановки по шуму и инфразвуку в местах жизнедеятельности человека с предельно допустимыми уровнями

(ПДУ), установленными санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96, СН 2.2.4/2.1.8.583-96 и СанПиН 2.2.4.3359-16.

Коэффициент акустической безопасности персонала (k , дБ) определим как

$$k = 20 \lg \frac{n}{\sum_{i=1}^n 10^{\Delta_i/20}},$$

где $n=19$ – количество используемых показателей акустической обстановки, Δ_i – разница между ПДУ и измеренным значением i -го показателя акустической обстановки.

Когда все показатели акустической обстановки, используемые для его расчета, равны ПДУ, $k=0$. Чем меньше измеренные значения показателей акустической обстановки по сравнению с ПДУ, тем больше коэффициент k и, соответственно, тем лучше акустическая безопасность персонала.

При расчете k все показатели акустической обстановки считаются равнозначными, а корректность их свертки в интегральный показатель определяется суммированием величин Δ_i в линейном масштабе с последующим переводом результата в логарифмическую шкалу.

Множество показателей акустической обстановки, используемых для расчета значения коэффициента k , состоит из подмножеств фиксированных и вариативных показателей.

Подмножество фиксированных показателей включает шесть показателей акустической обстановки, определенных в СанПиН 2.2.4.3359-16:

1. Эквивалентный уровень звука A за рабочую смену ($L_{p,Aeq,8h}$ дБА), измеренный с частотной коррекцией по шкале «А» и/или рассчитанный за 8 ч рабочей смены. Нормативным эквивалентным ПДУ звука на рабочих местах специалистов большинства отраслей (подотраслей) экономики является 80 дБА (для отдельных отраслей экономики допускается эквивалентный уровень шума на рабочих местах до 85 дБА при условии подтверждения приемлемого риска здоровью работающих и выполнения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью работающих).

2. Максимальный уровень звука A , измеренный с временной коррекцией «медленно» $S = 1$ с ($L_{S,Amax}$ дБА), ПДУ которого равен 110 дБА.

3. Максимальный уровень звука A , измеренный с временной коррекцией «импульс» $I = 40$ мс ($L_{I,Amax}$ дБА), ПДУ которого равен 125 дБА.

4. Пиковый уровень звука C – пиковый скорректированный по шкале «С» уровень звука ($L_{p,Cpeak}$ дБС), ПДУ которого равен 137 дБС.

Следует отметить, что при регистрации импульсного или тонального шума предельно допустимые уровни снижаются на 5 дБ.

5. Эквивалентный общий уровень инфразвука за рабочую смену ($L_{p,Zl,eq,8h}$, дБ) – уровень звукового давления в диапазоне частот 1,4...22 Гц. ПДУ этого показателя на рабочих местах установлены: в средствах транспорта $L_{p,Zl,eq,8h} = 110$ дБ, работы различной степени тяжести $L_{p,Zl,eq,8h} = 100$ дБ и работы различной степени интеллектуально-эмоциональной напряженности $L_{p,Zl,eq,8h} = 95$ дБ.

6. Максимальный общий уровень инфразвука, измеренный с временной коррекцией S (медленно) в диапазоне частот 1,4...22 Гц (L_{ZFmax} , дБ), ПДУ которого $L_{ZFmax} = 120$ дБ.

Подмножество вариативных показателей акустической обстановки включает до тринадцати показателей, определенных в СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и СН 2.2.4/2.1.8.583-96, число которых определяется числом октавных полос частот, в которых нужно обеспечить или оценить акустическую безопасность персонала:

1) эквивалентные уровни звукового давления (УЗД) за рабочую смену в октавных полосах частот 2, 4, 8, 16 Гц ($L_{p,1/1,eq,8h}$, дБ). ПДУ этого показателя установлены в СН 2.2.4/2.1.8.583-96 и дифференцированы для трех видов работ: в средствах транспорта, работы различной степени тяжести, работы различной степени интеллектуально-эмоциональной напряженности; при этом максимальный текущий общий уровень инфразвука не должен превышать 120 дБ, а при сокращенном рабочем дне (менее 40 ч в неделю) ПДУ применяют без изменения;

2) УЗД в октавных полосах частот 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. ПДУ этого показателя определяются видом трудовой деятельности и особенностями рабочего места.

Следует отметить, что в настоящее время эти показатели акустической обстановки не нормируются. Тем не менее, для объективизации акустического воздействия их необходимо учитывать в связи с тем, что, как правило, спектр промышленных, производственных и транспортных шумов наряду с высокими частотами содержит инфразвуковые и низкие частоты.

По величине k акустическая безопасность может быть оценена как:
неудовлетворительная, если $k < 5$;
удовлетворительная, если $5 \leq k < 15$;
хорошая, если $15 \leq k < 25$;
отличная, если $k \geq 25$.

Результаты

Разработанный метод успешно применен при решении ряда практических задач обеспечения акустической безопасности в промышленности и на транспорте.

В таблице приведены результаты измерений показателей акустической обстановки на рабочих местах машинистов тепловозов в течение полной смены в четырех рейсах, осуществленных по различным маршрутам.

Таблица

Измеренные и предельно допустимые значения нормируемых показателей шума и инфразвука на рабочих местах машинистов тепловозов (f – среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц)

Показатели акустической обстановки	ПДУ	Рейс 1	Рейс 2	Рейс 3	Рейс 4
$L_{p,Aeq,8h}$, дБА	80	75,6	78,7	76,7	76,9
$L_{S,Amx}$, дБА	110	104	101	105,8	100,8
$L_{L,Amx}$, дБА	125	114	114	115	115
$L_{p,Cpeak}$, дБС	137	131	126	130	130
$L_{p,Z1,eq,8h}$, дБ	110	105,4	105,3	107,5	105,4
L_{ZFmax} , дБ	120	130,4	125,8	131,5	126,5
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=2$ Гц), дБ	110	92,6	86,1	93,3	92,1
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=4$ Гц), дБ	105	94,9	84,9	95,8	97
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=8$ Гц), дБ	100	99,8	98	102,5	101,5
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=16$ Гц), дБ	95	101,7	99,8	96,5	98,5
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=32$ Гц), дБ	107	88,9	92,9	89,6	87,7
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=63$ Гц), дБ	95	84,7	89,5	92,6	83,2
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=125$ Гц), дБ	87	74,7	77,4	76,9	72,1
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=250$ Гц), дБ	82	74,5	76,5	74,9	72,5
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=500$ Гц), дБ	78	74,2	77,8	73,9	74,9
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=1$ кГц), дБ	75	69,6	73,4	70,6	72
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=2$ кГц), дБ	73	67,2	69,7	67,8	68,8
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=4$ кГц), дБ	71	64,1	65,7	66,4	64,8
$L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=8$ кГц), дБ	69	59,1	55,8	62,8	57,2
k , дБ		3,34	4,10	2,60	4,46

Следует отметить, что значение коэффициента акустической безопасности при всех измерениях составило менее 5, что свидетельствует о неудовлетворительной акустической безопасности и обуславливает необ-

ходимость разработки и реализации мер по снижению шума и инфразвука в кабинах машинистов. Приоритетами повышения акустической безопасности машинистов тепловозов (таблица) должна стать разработка и реализация мероприятий, направленных на снижение показателей L_{ZFmax} , $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=8$ Гц) и $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=16$ Гц). Эффективность реализации таких мероприятий может быть оценена по величине коэффициента k , рассчитанного до и после реализации мероприятий.

Обсуждение

Разработанный метод позволяет количественно оценить акустическую безопасность персонала, профессиональная деятельность и жизнедеятельность которого осуществляется в условиях, сопряженных с повышенным акустическим воздействием. Для расчета коэффициента акустической безопасности использованы девятнадцать показателей акустической обстановки (максимальное число показателей, предусмотренное разработанным методом). При необходимости оценивания акустической безопасности в определенном (более узком) частотном диапазоне можно применять разработанный метод, используя сокращенный набор показателей:

при оценивании акустической безопасности в инфразвуковом диапазоне частот: $L_{p,Zl,eq,8h}$, L_{ZFmax} , $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=2$ Гц), $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=4$ Гц), $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=8$ Гц), $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=16$ Гц);

при оценивании акустической безопасности в диапазонах низких и средних частот: $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=31,5$ Гц), $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=63$ Гц), $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=125$ Гц), $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=250$ Гц), $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=500$ Гц);

при оценивании акустической безопасности в высокочастотном диапазоне: $L_{p,Aeq,8h}$, $L_{S,Amx}$, $L_{L,Amx}$, $L_{p,Cpeak}$, $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=1$ кГц), дБ $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=2$ кГц), $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=4$ кГц) $L_{p,1/1,eq,8h}$ ($f=8$ кГц).

Заключение

Таким образом, разработанный метод позволяет количественно оценить акустическую безопасность человека, обосновать приоритеты повышения акустической безопасности и оценить эффективность реализации мероприятий, направленных на ее обеспечение.

Информация о спонсорстве. Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации по государственной поддержке ведущих научных школ Российской Федерации (НШ-2553.2020.8)

Список литературы

1. Themann C.L., Masterson E.A. Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden // Journal of the Acoustical Society of America, 2019, vol. 146, no. 5, p. 3879. <https://doi.org/10.1121/1.5134465>
2. Измеров Н.Ф., Денисов Э.И., Аденинская Е.Е., Горблянский Ю.Ю. Критерии оценки профессиональной потери слуха от шума: международные и национальные стандарты // Вестник оториноларингологии. 2014. № 3. С. 66-71. <https://www.mediasphera.ru/issues/vestnik-otorinolaringolog-ii/2014/3/030042-46682014319>
3. Waqas M., Gao S., Iram-Us-Salam, Ali M.K., Ma Y., Li W. Inner Ear Hair Cell Protection in Mammals against the Noise-Induced Cochlear Damage // Neural Plasticity, 2018, no. 7, p. 3170801. <https://doi.org/10.1155/2018/3170801>
4. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Кукушкин Ю.А., Афанасьев Р.В., Богомолов А.В., Ахметзянов И.М., Свидовый В.И., Пирожков М.В. Гигиеническая оценка условий труда работников «шумовых» профессий авиаремонтных заводов // Медицина труда и промышленная экология. 2008. № 4. С. 40-42.
5. Саньков П.Н. Актуальные аспекты обеспечения акустической безопасности населения в Украине // Міжнародний науковий журнал. 2015. № 5. С. 43-46. <https://www.inter-nauka.com/issues/2015/5/305>
6. Sha S.H., Schacht J. Emerging therapeutic interventions against noise-induced hearing loss // Expert Opin Investig Drugs, 2017, vol. 26, no. 1, pp. 85-96. <https://doi.org/10.1080/13543784.2017.1269171>
7. Pouryaghoub G., Mehrdad R., Pourhosein S. Noise-Induced hearing loss among professional musicians // Journal of Occupational Health, 2017, vol. 59, no. 1, pp. 33-37. <https://doi.org/10.1539/joh.16-0217-OA>
8. Прокопенко Л.В., Кравченко О.К., Курьеров Н.Н. Проблемы регламентации воздействия шумовибрационных факторов на водителей автотранспортных средств и меры профилактики // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 9. С. 158-159. <https://www.journal-irioh.ru/jour/article/view/914/0>
9. Михайлов В.А., Сотникова Е.В. Обеспечение акустической безопасности систем защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса // Безопасность жизнедеятельности. 2015. № 5. С. 12-19. http://novtex.ru/bjd/bgd2015/bg515_web.pdf
10. Драган С.П., Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Солдатов С.К., Дроздов С.В. Акустическая эффективность средств защиты от шума // Медицинская

- техника. 2013. № 3. С. 34-36. <http://mtjournal.ru/archive/2013/meditsinskaya-tehnika-3/akusticheskaya-effektivnost-sredstv-zashchity-ot-shuma>
11. Денисов Э.И. Шум на рабочем месте: предельно допустимые уровни, оценка риска и прогнозирование потери слуха // Анализ риска здоровью. 2018. № 3. С. 13-23. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3.02>
 12. Вильк М.Ф., Глуховский В.Д., Курьеров Н.Н., Панкова В.Б., Прокопенко Л.В. Современный методический подход к оценке акустической нагрузки на членов летных экипажей воздушных судов гражданской авиации // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 3. С. 27-32. https://www.journal-irioh.ru/jour/article/view/590?locale=ru_RU
 13. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Драган С.П., Солдатов С.К. Методологические основы персонализированного акустического мониторинга // Безопасность труда в промышленности. 2020. № 10. С. 33-39. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2020-10-33-39>
 14. Bogomolov A.V., Gan S.P., Zinkin V.N., Alekhin M.D. Acoustic factor environmental safety monitoring information system // Proceedings of 2019 22nd International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2019, 2019, pp. 215-218.
 15. Bogomolov, A.V., Zinkin, V.N., Dragan, S.P., Larkin, E.V. Analysis of the Uncertainty of Acoustic Measurements at Various Angles of Incidence of Acoustic Waves on a Measuring Microphone // Proceedings of 2020 23rd International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2020, 2020, pp. 214-217.
 16. Солдатов С.К., Богомолов А.В., Зинкин В.Н., Драган С.П. Проблемы обеспечения акустической безопасности персонала авиационной промышленности // Безопасность труда в промышленности. 2014. № 10. С. 58-60. <https://www.btpnadzor.ru/archive/1-472>
 17. Исакова А.О., Алёхин М.Д., Богомолов А.В. Время-частотные преобразования в анализе паттернов нестационарных квазипериодических биомедицинских сигналов для задач идентификации акустических аномалий // Информационно-управляющие системы. 2020. № 1 (104). С. 15-23. <https://doi.org/10.31799/1684-8853-2020-1-15-23>
 18. Панкова В.Б. Сложные вопросы оценки потерь слуха от производственного шума // Клиническая больница. 2017. № 4. С. 42-45. https://med122.com/news/1/Magazine_04_2017.pdf
 19. Шешегов П.М., Зинкин В.Н., Сливина Л.П. Авиационный шум: особенности формирования и профилактики нейросенсорной тугоухости у авиационных специалистов Военно-воздушных сил // Авиакосмическая и экологиче-

- ская медицина. 2019. Т. 53. № 3. С. 49-56. <https://doi.org/10.21687/0233-528X-2019-53-3-49-56>
20. Zhdanko I.M., Zinkin V.N., Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Sheshegov P.M. Fundamental and applied aspects of preventing the adverse effects of aviation noise // *Human Physiology*, 2016, vol. 42, no. 7, pp. 705-714. <https://doi.org/10.1134/S0362119716070227>
 21. Панкова В.Б. Значение количественной оценки потери слуха у лиц, работающих в условиях воздействия повышенной шумовой нагрузки // *Вестник оториноларингологии*. 2018. № 3. С. 33-36. <https://doi.org/10.17116/otorino201883333>
 22. Засядько К.И., Богомолов А.В., Солдатов С.К., Вонаршенко А.П., Борейчук А.Ф., Язлюк М.Н. Динамика показателей интонационной структуры речи в профессиональной деятельности операторов управления воздушным движением // *Медицина труда и промышленная экология*. 2019. № 1. С. 31-37. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-31-37>
 23. Драган С.П., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Дроздов С.В., Поляков Н.М. Оценка акустической эффективности средств индивидуальной защиты от экстрааурального воздействия авиационного шума // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2013. Т. 47, № 5. С. 21-26.
 24. Драган С.П. Метод расчета интегральной оценки акустической эффективности средств индивидуальной защиты от шума // *Безопасность жизнедеятельности*. 2013. № 2. С. 10-17. <http://www.novtex.ru/bjd/bgd2013/annot02.html#2>
 25. Солдатов С.К., Богомолов А.В., Зинкин В.Н., Аверьянов А.А., Россельс А.В., Пацкин Г.А., Соколов Б.А. Средства и методы защиты от авиационного шума: состояние и перспективы развития // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2011. Т. 45, № 5. С. 3-11.
 26. Богомолов А.В., Драган С.П. Метод акустической квалиметрии средств коллективной защиты от шума // *Гигиена и санитария*. 2017. Т. 96, №8. С. 755-759. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-8-755-759>
 27. Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Драган С.П., Кукушкин Ю.А. *Фундаментальные и прикладные аспекты авиационной медицинской акустики*. М.: Физматлит, 2019. 216 с.
 28. Пономаренко В.А., Солдатов С.К., Филатов В.Н., Богомолов А.В. Обеспечение персонифицированной акустической защиты авиационных специалистов (практические аспекты) // *Военно-медицинский журнал*. 2017. Т. 338. № 4. С. 44-50.
 29. Измеров Н.Ф., Денисов Э.И., Аденинская Е.Е., Горблянский Ю.Ю. Критерии оценки профессиональной потери слуха от шума: международ-

- ные и национальные стандарты // Вестник оториноларингологии. 2014. № 3. С. 66-71. <https://www.mediasphera.ru/issues/vestnik-otorinolaringologii/2014/3/030042-46682014319>
30. Комкин А.И., Готлиб Я.Г., Смирнов С.Г. Нормирование шума. Реальный подход к проблеме // Безопасность жизнедеятельности. 2015. № 10. С. 23-30. http://www.novtex.ru/bjd/bgd2015/bg1015_web.pdf
31. Бердышев О.В., Шевченко А.Е. Влияние шума на организм человека. Профилактика шума // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета: Безопасность и управление рисками. 2014. № 1. С. 42-51.
32. Nahad O., Kröller-Schön S., Daiber A., Münzel T. The Cardiovascular Effects of Noise // Deutsches Ärzteblatt International, 2019, vol. 116, no. 14, pp. 245-250. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0245>
33. Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Ахметзянов И.М., Шешегов П.М. Экологические аспекты безопасности жизнедеятельности населения, подвергающегося действию авиационного шума // Теоретическая и прикладная экология. 2011. № 3. С. 97-101. <http://envjournal.ru/ari/v2011/v3/11316.pdf>
34. Mirza R., Kirchner D.B., Dobie R.A., Crawford J. ACOEM Task Force on Occupational Hearing Loss. Occupational Noise-Induced Hearing Loss // Journal of Occupational and Environmental Medicine, 2018, vol. 60, no. 9, pp. 498-501. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001423>
35. Kurabi A., Keithley E.M., Housley G.D., Ryan A.F., Wong A.C. Cellular mechanisms of noise-induced hearing loss // Hearing Research, 2017, no. 349, pp. 129-137. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2016.11.013>
36. Dragan S.P., Bogomolov A.V., Zinkin V.N. Methodical support of monitoring the acoustic safety of flight personnel // AIP Conference Proceedings, 2019, p. 2140. <https://doi.org/10.1063/1.5121944>
37. Hill K., Yuan H., Wang X., Sha S.H. Noise-Induced Loss of Hair Cells and Cochlear Synaptopathy Are Mediated by the Activation of AMPK // Journal of Neuroscience, 2016, vol. 36, no. 28, pp. 7497-7510. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0782-16.2016>
38. Bogomolov A.V., Dragan S.P. A new approach to the study of impedance characteristics of tympanic membrane // Doklady Biochemistry and Biophysics, 2015, vol. 464, no. 1, pp. 269-271. <https://doi.org/10.1134/s1607672915050014>
39. Wang J., Yin S., Chen H., Shi L. Noise-Induced Cochlear Synaptopathy and Ribbon Synapse Regeneration: Repair Process and Therapeutic Target // Advances in Experimental Medicine and Biology, 2019, no. 1130, pp. 37-57. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6123-4_3

40. Aliabadi M., Biabani A., Golmohammadi R., Farhadian M. A study of the real-world noise attenuation of the current hearing protection devices in typical workplaces using Field Microphone in Real Ear method // *Work*, 2018, vol. 60, no. 2, pp. 271-279. <https://doi.org/10.3233/WOR-182726>
41. Аденинская Е.Е., Бухтияров И.В., Бушманов А.Ю., Дайхес Н.А., Денисов Э.И., Измеров Н.Ф., Мазитова Н.Н., Панкова В.Б., Преображенская Е.А., Прокопенко Л.В., Симонова Н.И., Таварткиладзе Г.А., Федина И.Н. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике потери слуха, вызванной шумом // *Медицина труда и промышленная экология*. 2016. № 3. С. 37-48. https://www.journal-irioh.ru/jour/article/view/443?locale=ru_RU
42. Tikka C., Verbeek J.H., Kateman E., Morata T.C., Dreschler W.A., Ferrite S. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss // *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017, no. 7, CD006396. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006396.pub4>
43. Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Фесенко М.А. Международный опыт ограничения сверхурочных работ без ущерба для здоровья // *Медицина труда и промышленная экология*. 2018. № 1. С. 1-7. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-1-1-7>

References

1. Themann C.L., Masterson E.A. Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2019, vol. 146, no. 5, p. 3879. <https://doi.org/10.1121/1.5134465>
2. Izmerov N.F., Denisov Je.I., Adeninskaja E.E., Gorblyanskij Ju.Ju. Kriterii ocenki professional'noj poteri sluha ot shuma: mezhdunarodnye i nacional'nye standarty [Criteria for assessing occupational hearing loss from noise: international and national standards]. *Vestnik otorinolaringologii* [Bulletin of otorhinolaryngology], 2014, no. 3, pp. 66-71. <https://www.mediasphera.ru/issues/vestnik-otorinolaringologii/2014/3/030042-46682014319>
3. Waqas M., Gao S., Iram-Us-Salam, Ali M.K., Ma Y., Li W. Inner Ear Hair Cell Protection in Mammals against the Noise-Induced Cochlear Damage. *Neural Plasticity*, 2018, no. 7, p. 3170801. <https://doi.org/10.1155/2018/3170801>
4. Zinkin V.N., Soldatov S.K., Kukushkin Ju.A., Afanas'ev R.V., Bogomolov A.V., Ahmetzjanov I.M., Svidovyy V.I., Pirozhkov M.V. Gigienicheskaja ocenka uslovij truda rabotnikov "shumovyh" professij aviaremontnyh zavodov [Hygienic assessment of the working conditions of workers in the "noise" pro-

- fessions of aircraft repair plants]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija* [Occupational medicine and industrial ecology], 2008, no. 4, pp. 40-42.
5. San'kov P.N. Aktual'nye aspekty obespechenija akusticheskoj bezopasnosti naselenija v Ukraine [Topical aspects of ensuring the acoustic safety of the population in Ukraine]. *Mizhnarodnij nauchovij zhurnal* [International Science Journal], 2015, no. 5, pp. 43-46. <https://www.inter-nauka.com/issues/2015/5/305>
 6. Sha S.H., Schacht J. Emerging therapeutic interventions against noise-induced hearing loss. *Expert Opin Investig Drugs*, 2017, vol. 26, no. 1, pp. 85-96. <https://doi.org/10.1080/13543784.2017.1269171>
 7. Pouryaghoub G., Mehrdad R., Pourhosein S. Noise-Induced hearing loss among professional musicians. *Journal of Occupational Health*, 2017, vol. 59, no. 1, pp. 33-37. <https://doi.org/10.1539/joh.16-0217-OA>
 8. Prokopenko L.V., Kravchenko O.K., Kur'erov N.N. Problemy reglamentacii vozdeystvija shumovibracionnyh faktorov na voditelej avtotransportnyh sredstv i mery profilaktiki [Problems of regulation of the impact of noise and vibration factors on vehicle drivers and preventive measures]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija* [Labor medicine and industrial ecology], 2017, no. 9, pp. 158-159. <https://www.journal-irioh.ru/jour/article/view/914/0>
 9. Mihajlov V.A., Sotnikova E.V. Obespechenie akusticheskoj bezopasnosti sistem zashhity vozdušnoj sredy ob'ektov avtotransportnogo kompleksa [Provision of acoustic safety of systems for protecting the air environment of objects of the motor transport complex]. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti* [Safety of life], 2015, no. 5, pp. 12-19. http://novtex.ru/bjd/bgd2015/bg515_web.pdf
 10. Dragan S.P., Zinkin V.N., Bogomolov A.V., Soldatov S.K., Drozdov S.V. Akusticheskaja jeffektivnost' sredstv zashhity ot shuma [Acoustic efficiency of means of protection against noise]. *Medicinskaja tehnika* [Medical technology], 2013, no. 3, pp. 34-36. <http://mtjournal.ru/archive/2013/meditsinskaya-tehnika-3/akusticheskaya-effektivnost-sredstv-zashchity-ot-shuma>
 11. Denisov Je.I. Shum na rabochem meste: predel'no dopustimye urovni, ocenka riska i prognozirovanie poteri sluha [Noise at the workplace: maximum permissible levels, risk assessment and prediction of hearing loss]. *Analiz riska zdorov'ju* [Health risk analysis], 2018, no. 3, pp. 13-23. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3.02>
 12. Vilk M.F., Gluhovskij V.D., Kurerov N.N., Pankova V.B., Prokopenko L.V. Sovremennyj metodicheskij podhod k ocenke akusticheskoj nagruzki na chlenov letnyh jekipazhej vozdušnyh sudov grazhdanskoj aviacii [Modern methodological approach to assessing the acoustic load on flight crew members of civil aviation aircraft]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija* [Labor Medicine

- and Industrial Ecology], 2017, no. 3, pp. 27-32. https://www.journal-irioh.ru/jour/article/view/590?locale=ru_RU
13. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Dragan S.P., Soldatov S.K. Metodologicheskie osnovy personificirovannogo akusticheskogo monitoring [Methodological foundations of personified acoustic monitoring]. *Bezopasnost truda v promyshlennosti* [Labor safety in industry], 2020, no.10, pp. 33-39. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2020-10-33-39>
 14. Bogomolov A.V., Gan S.P., Zinkin V.N., Alekhin M.D. Acoustic factor environmental safety monitoring information system. *Proceedings of 2019 22nd International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2019*, 2019, pp. 215-218.
 15. Bogomolov, A.V., Zinkin, V.N., Dragan, S.P., Larkin, E.V. Analysis of the uncertainty of acoustic measurements at various angles of incidence of acoustic waves on a measuring microphone. *Proceedings of 2020 23rd International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2020*, 2020, pp. 214-217.
 16. Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Zinkin V.N., Dragan S.P. Problemy obespechenija akusticheskoy bezopasnosti personala aviacionnoj promyshlennosti [Problems of ensuring the acoustic safety of personnel in the aviation industry]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti* [Labor safety in industry], 2014, no. 10, pp. 58-60. <https://www.btpnadzor.ru/archive/1-472>
 17. Ishakova A.O., Aljohin M.D., Bogomolov A.V. Vremja-chastotnye preobrazovaniya v analize patternov nestacionarnyh kvaziperiodicheskikh biomedicinskih signalov dlja zadach identifikacii akusticheskikh anomalij [Time-frequency transformations in the analysis of patterns of non-stationary quasi-periodic biomedical signals for problems of identification of acoustic anomalies]. *Informacionno-upravljajushhie sistemy* [Information and Control Systems], 2020, no. 1, pp. 15-23. <https://doi.org/10.31799/1684-8853-2020-1-15-23>
 18. Pankova V.B. Slozhnye voprosy ocenki poter' sluha ot proizvodstvennogo shuma [Complex issues of assessing hearing loss from industrial noise]. *Klinicheskaja bolnica* [Clinical Hospital], 2017, no. 4, pp. 42-45. https://med122.com/news/1/Magazine_04_2017.pdf
 19. Sheshegov P.M., Zinkin V.N., Slivina L.P. Aviacionnyj shum: osobennosti formirovaniya i profilaktiki nejrosensornoj tugouhosti u aviacionnyh specialistov Voenno-vozdushnyh sil [Aviation noise: features of the formation and prevention of sensorineural hearing loss in aviation specialists of the Air Force]. *Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina* [Aerospace and Environmen-

- tal Medicine], 2019, vol. 53, no. 3, pp. 49-56. <https://doi.org/10.21687/0233-528X-2019-53-3-49-56>
20. Zhdanko I.M., Zinkin V.N., Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Sheshegov P.M. Fundamental and applied aspects of preventing the adverse effects of aviation noise. *Human Physiology*, 2016, vol. 42, no. 7, pp. 705-714. <https://doi.org/10.1134/S0362119716070227>
 21. Pankova V.B. Znachenie kolichestvennoj ocenki poteri sluha u lic, rabotajushhij v uslovijah vozdeystvija povyshennoj shumovoj nagruzki [The value of quantitative assessment of hearing loss in persons working under conditions of increased noise load]. *Vestnik otorinolaringologii* [Bulletin of otorhinolaryngology], 2018, no. 3, pp. 33-36. <https://doi.org/10.17116/otorino201883333>
 22. Zaszjad'ko K.I., Bogomolov A.V., Soldatov S.K., Vonarshenko A.P., Borejchuk A.F., Jazljuk M.N. Dinamika pokazatelej intonacionnoj struktury rechi v professional'noj dejatel'nosti operatorov upravlenija vozdušnym dvizheniem [Dynamics of indicators of speech intonation structure in the professional activity of air traffic control operators]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija* [Labor medicine and industrial ecology], 2019, no. 1, pp. 31-37. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-31-37>
 23. Dragan S.P., Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Drozdov S.V., Poljakov N.M. Ocenka akusticheskoj jeffektivnosti sredstv individual'noj zashhity ot jekstraaural'nogo vozdeystvija aviacionnogo shuma [Assessment of the acoustic efficiency of personal protective equipment against extra-aural effects of aircraft noise]. *Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina* [Aerospace and Environmental Medicine], 2013, vol. 47, no. 5, pp. 21-26.
 24. Dragan S.P. Metod rascheta integral'noj ocenki akusticheskoj jeffektivnosti sredstv individual'noj zashhity ot shuma [Method of calculating the integral assessment of the acoustic efficiency of personal protective equipment against noise]. *Bezopasnost zhiznedejatelnosti* [Safety of life], 2013, no. 2, pp. 10-17. <http://www.novtex.ru/bjd/bgd2013/annot02.html#2>
 25. Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Zinkin V.N., Aver'janov A.A., Rossel's A.V., Packin G.A., Sokolov B.A. Sredstva i metody zashhity ot aviacionnogo shuma: sostojanie i perspektivy razvitiya [Means and methods of protection against aircraft noise: state and development prospects]. *Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina* [Aerospace and Environmental Medicine], 2011, vol. 45, no. 5, pp. 3-11.
 26. Bogomolov A.V., Dragan S.P. Metod akusticheskoj kvalimetrii sredstv kollektivnoj zashhity ot shuma [Method of acoustic qualimetry of collective protection against noise]. *Gigiena i sanitarija* [Hygiene and sanitation], 2017,

- vol. 96, no. 8, pp. 755-759. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-8-755-759>
27. Soldatov S.K., Zinkin V.N., Bogomolov A.V., Dragan S.P., Kukushkin Ju.A. *Fundamental'nye i prikladnye aspekty aviacionnoj medicinskoj akustiki* [Fundamental and applied aspects of aviation medical acoustics]. Moscow: Fizmatlit, 2019. 216 p.
28. Ponomarenko V.A., Soldatov S.K., Filatov V.N., Bogomolov A.V. Obespechenie personificirovannoj akusticheskoj zashhity aviacionnyh specialistov (prakticheskie aspekty) [Providing personalized acoustic protection for aviation specialists (practical aspects)]. *Voенно-медицинский журнал* [Military Medical Journal], 2017, vol. 338, no. 4, pp. 44-50.
29. Izmerov N.F., Denisov Je.I., Adeninskaja E.E., Gorblyanskij Ju.Ju. Kriterii ocenki professional'noj poteri sluha ot shuma: mezhdunarodnye i nacional'nye standarty [Criteria for assessing occupational hearing loss from noise: international and national standards]. *Vestnik otorinolaringologii* [Bulletin of otorhinolaryngology], 2014, no. 3, pp. 66-71. <https://www.mediasphera.ru/issues/vestnik-otorinolaringologii/2014/3/030042-46682014319>
30. Komkin A.I., Gotlib Ja.G., Smirnov S.G. Normirovanie shuma. real'nyj podhod k problem [Noise regulation. a real approach to the problem]. *Bezopasnost zhiznedejatelnosti* [Safety of life], 2015, no. 10, pp. 23-30. http://www.novtex.ru/bjd/bgd2015/bg1015_web.pdf
31. Berdyshev O.V., Shevchenko A.E. Vlijanie shuma na organizm cheloveka. Profilaktika shuma [Effect of noise on the human body. Prevention of noise]. *Vestnik Permskogo nacionalnogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta: Bezopasnost i upravlenie riskami* [Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University: Security and Risk Management], 2014, no. 1, pp. 42-51.
32. Hahad O., Kröller-Schön S., Daiber A., Münzel T. The Cardiovascular Effects of Noise. *Deutsches Ärzteblatt International*, 2019, vol. 116, no. 14, pp. 245-250. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0245>
33. Zinkin V.N., Bogomolov A.V., Ahmetzjanov I.M., Sheshegov P.M. Jekologicheskie aspekty bezopasnosti zhiznedejatel'nosti naselenija, podvergajushhegosja dejstvu aviacionnogo shuma [Environmental aspects of life safety of the population exposed to aircraft noise]. *Teoreticheskaja i prikladnaja jekologija* [Theoretical and Applied Ecology], 2011, no. 3, pp. 97-101. <http://envjournal.ru/ari/v2011/v3/11316.pdf>
34. Mirza R., Kirchner D.B., Dobie R.A., Crawford J. ACOEM Task Force on Occupational Hearing Loss. Occupational Noise-Induced Hearing Loss. *Journal of*

- Occupational and Environmental Medicine*, 2018, vol. 60, no. 9, pp. 498-501. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001423>
35. Kurabi A., Keithley E.M., Housley G.D., Ryan A.F., Wong A.C. Cellular mechanisms of noise-induced hearing loss. *Hearing Research*, 2017, no. 349, pp. 129-137. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2016.11.013>
 36. Dragan S.P., Bogomolov A.V., Zinkin V.N. Methodical support of monitoring the acoustic safety of flight personnel. *AIP Conference Proceedings*, 2019, p. 2140. <https://doi.org/10.1063/1.5121944>
 37. Hill K., Yuan H., Wang X., Sha S.H. Noise-Induced Loss of Hair Cells and Cochlear Synaptopathy Are Mediated by the Activation of AMPK. *Journal of Neuroscience*, 2016, vol. 36, no. 28, pp. 7497-7510. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0782-16.2016>
 38. Bogomolov A.V., Dragan S.P. A new approach to the study of impedance characteristics of tympanic membrane. *Doklady Biochemistry and Biophysics*, 2015, vol. 464, no. 1, pp. 269-271. <https://doi.org/10.1134/s1607672915050014>
 39. Wang J., Yin S., Chen H., Shi L. Noise-induced cochlear synaptopathy and ribbon synapse regeneration: repair process and therapeutic target. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 2019, no. 1130, pp. 37-57. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6123-4_3
 40. Aliabadi M., Biabani A., Golmohammadi R., Farhadian M. A study of the real-world noise attenuation of the current hearing protection devices in typical workplaces using Field Microphone in Real Ear method. *Work*, 2018, vol. 60, no. 2, pp. 271-279. <https://doi.org/10.3233/WOR-182726>
 41. Adeninskaja E.E., Buhtijarov I.V., Bushmanov A.Ju., Dajhes N.A., Denisov Je.I., Izmerov N.F., Mazitova N.N., Pankova V.B., Preobrazhenskaja E.A., Prokopenko L.V., Simonova N.I., Tavartkiladze G.A., Fedina I.N. Federal'nye klinicheskie rekomendacii po diagnostike, lecheniju i profilaktike poteri sluha, vyzvannoj shumom [Federal clinical guidelines for the diagnosis, treatment and prevention of noise-induced hearing loss]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija* [Occupational Medicine and Industrial Ecology], 2016, no. 3, pp. 37-48. https://www.journal-irioh.ru/jour/article/view/443?locale=ru_RU
 42. Tikka C., Verbeek J.H., Kateman E., Morata T.C., Dreschler W.A., Ferrite S. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017, no. 7, CD006396. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006396.pub4>
 43. Denisov Je.I., Prokopenko L.V., Fesenko M.A. Mezhdunarodnyj opyt ogranichenija sverhurochnyh rabot bez ushherba dlja zdorov'ja [International experience in limiting overtime work without harming health]. *Medicina truda*

i promyshlennaja jekologija [Occupational medicine and industrial ecology], 2018, no. 1, pp. 1-7. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-1-1-7>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Драган Сергей Павлович, д-р техн. наук, заведующий лабораторией

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» ФМБА России
ул. Маршала Новикова, 23, Москва, 123098, Российская Федерация
s.p.dragan@rambler.ru

Богомолов Алексей Валерьевич, д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» ФМБА России
ул. Маршала Новикова, 23, Москва, 123098, Российская Федерация
a.v.bogomolov@gmail.com

DATA ABOUT THE AUTHORS

Dragan Sergey P., Dr. Sc. (Engineering), Head of the Laboratory

Burnazian Federal Medical Biophysical Center
23, Marshal Novikov Str., Moscow, 123098, Russian Federation
s.p.dragan@rambler.ru
SPIN-code: 3151-3067
ORCID: 0000-0003-1576-3759
ResearcherID: F-7870-4321
Scopus Author ID: 55055984400

Bogomolov Aleksey V., Dr. Sc. (Engineering), Professor, Leading Researcher

Burnazian Federal Medical Biophysical Center
23, Marshal Novikov Str., Moscow, 123098, Russian Federation
a.v.bogomolov@gmail.com
SPIN-code: 3795-0261
ORCID: 0000-0002-7582-1802
ResearcherID: F-7191-2013
Scopus Author ID: 55209544700

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-279-296

УДК 378-61-316.7

ЦЕННОСТНЫЕ ОРИЕНТАЦИИ ОРДИНАТОРОВ КАК ОСНОВА ИХ ДЕОНТОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

В.А. Аверин, Е.Р. Зинкевич, О.С. Кульбах

Обоснование. Современная российская социальная ситуация характеризуется выраженным вниманием к человеку, что вызывает необходимость своевременного изучения особенностей ценностных ориентаций ординаторов, выступающих основой их деонтологической культуры. В 2019-2020 гг. в Санкт-Петербургском государственном педиатрическом медицинском университете на факультете послевузовского и дополнительного профессионального образования состоялось исследование, посвященное изучению заявленной проблемы.

Цель исследования. Изучение иерархии ценностных ориентаций специалистов, осваивающих образовательную программу в ординатуре.

Материалы и методы. В исследовании участвовали 155 ординаторов первого курса, из них: 60 мужчин и 95 женщин. Средний возраст респондентов – 25 лет. Продолжительность исследования, включая подготовку, организацию тестирования, анализ данных, составила полгода.

Исследование осуществлялось с разрешения этического комитета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет». Каждый участник подписывал стандартную форму согласия на участие в тестировании с использованием методики М. Рокича.

Оценка полученных результатов осуществлялась посредством факторного анализа (метод главных компонент с вращением Varimax).

Результаты. По завершению исследования удалось сформировать представление об иерархии ценностных ориентаций врачей, обучающихся в ординатуре.

Заключение. Полученные результаты послужили источником переосмысления дидактических подходов к организации образовательного процесса, усиления в нем аксиологической составляющей, способствующей формированию ценностных ориентаций, становлению деонтологической культуры специалистов в области здравоохранения.

Ключевые слова: медицинское образование; ординатура; ценностные ориентации; деонтологическая культура; аксиологический подход; гендерные особенности

Для цитирования. Аверин В.А., Зинкевич Е.Р., Кульбах О.С. Ценностные ориентации ординаторов как основа их деонтологической культуры // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 1. С. 279-296. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-279-296

VALUE ORIENTATIONS OF RESIDENTS PHYSICIANS AS THE BASIS OF THEIR DEONTOLOGICAL CULTURE

W.A. Averin, E.R. Zinkevich, O.S. Kulbakh

Background. The modern Russian social situation is characterized by a pronounced attention to the person, which causes the need for a timely study of the features of the value orientations of residents, which are the basis of their deontological culture. In 2019-2020, a research dedicated to the study of the stated problem was conducted at the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education of St. Petersburg State Pediatric Medical University.

Purpose. The study of the hierarchy of value orientations of specialists mastering the educational program in residency.

Materials and methods. The study involved 155 first-year residents, including 60 men and 95 women. The average age of respondents is 25 years. The duration of the study, including preparation, organization of testing, and data analysis, was six months.

The study was carried out with the permission of the Ethics Committee of the St. Petersburg State Pediatric Medical University. Each participant signed a standard form of consent to participate in the test using the method of M. Rokich.

The results obtained were evaluated by factor analysis (principal component method with Varimax rotation).

Results. At the end of the study, it was possible to form a representation of the hierarchy of value orientations of doctors studying in residency.

Conclusions. The obtained results served as a source of rethinking the didactic approaches of organizing the educational process, strengthening its axiological component, contributing to the formation of value orientations, formation of deontologic culture of specialists in the field of health care.

Keywords: *medical education; residency; value orientations; deontological culture; axiological approach; gender characteristics*

For citation. *Averin W.A., Zinkevich E.R., Kulbakh O.S. Value orientations of residents physicians as the basis of their deontological culture. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 279-296. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-279-296*

Введение

На современном этапе развития государства российская система высшего образования претерпевает значительные изменения, которые вызваны не только сменой образовательных парадигм, но рядом социально-культурных перемен, связанных, прежде всего, с изменением отношения к человеку как высшей ценности [3, 16]. Эта идея находит отражение в Концепции развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2020 г. [5]. Правительство Российской Федерации, руководители учреждений высшего образования огромное внимание уделяют вопросам подготовки таких специалистов, о чем свидетельствуют законы, приказы, постановления, вышедшие в последнее пятилетие [7, 13].

Результаты комплексного исследования, проведенного Федеральной службой государственной статистики (Росстат), свидетельствуют о том, что треть российских граждан старше 15 лет не обращаются к врачам, а предпочитают решать свои проблемы со здоровьем самостоятельно [4]. Сказанное может выступать показателем неудовлетворенности характером взаимодействия россиян с врачами, которые не всегда подвергают рефлексии свою профессиональную деятельность, возможно, недоверия к ним [17]. Сказанное, конечно, обусловлено не только качеством подготовки специалистов, но и состоянием их деонтологической культуры, в основе которой лежат ценностные ориентации и, прежде всего, терминальные ценности, определяющие конечные цели существования субъектов.

В настоящее время российское общество формирует иную систему ценностей, и это связано с социально-политическими и экономическими преобразованиями последних десятилетий [1].

Одним из важнейших условий успешной медицинской деятельности является обладание врачом такими личностными качествами как отзывчивость, толерантность, способность к сопереживанию, милосердие. По мнению современных исследователей, деонтологическая культура врача – это часть медицинской этики, в которой объединены нормы и принципы поведения специалистов в профессиональной деятельности [6]. Закономерно,

что задачей образовательного процесса в медицинском вузе является становление деонтологической культуры будущих врачей, формирование их нравственного сознания, воспитание ценностных ориентаций [8].

Формирование деонтологической культуры врача осуществляется на всех этапах образовательного процесса в медицинском вузе, начиная с общеобразовательной подготовки и завершая профессиональной интеграцией. Основой деонтологической культуры выступают ценностные ориентации, которые являются нравственными ориентирами мировоззрения и поведения.

На протяжении последнего столетия ценностно-смысловая сфера, к которой относятся и ценностные ориентации, изучалась и философами, и психологами. Содержание ценностно-смысловой сферы составляет система ценностей, смыслов, ценностных ориентаций. Изучение ценностных ориентаций личности предполагает учет требований общественной морали, регулирующей поведение субъекта в социальных и иных сферах [10].

С.Л. Рубинштейн указывал, что ценностные ориентации выступают вектором любой деятельности индивида [9].

Современная научная литература в области философии, психологии, педагогики доказывает, что ценностные ориентации молодежи, обучающейся в различных вузах, выступают предметом исследования как российских, так и европейских специалистов [11, 12, 18]. Но ценностные ориентации ординаторов, обучающихся в медицинских вузах, не находятся в фокусе внимания исследователей, хотя заявленная проблема весьма актуальна в силу своей неоднозначности, внутренней противоречивости и объективной сложности. Анализ структуры ценностных ориентаций врачей на этапе подготовки в ординатуре позволит оценить эффективность воспитательной компоненты в конкретной образовательной системе и наметить пути возможной коррекции воспитательной работы со студентами на ранних этапах обучения. Понимание необходимости своевременного воспитательного воздействия на структуру ценностных ориентаций будущих врачей инициировало организацию настоящего исследования.

Материалы и методы исследования

В 2019–2020 учебном году на факультете послевузовского и дополнительного профессионального образования Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета состоялось исследование, посвященное изучению иерархии ценностных ориентаций специалистов, осваивающих образовательную программу первого курса

ординатуры. Участниками исследования стали 155 человек, из них – 60 мужчин и 95 женщин. Средний возраст респондентов варьировал от 23 до 27 лет.

Исследование осуществлялось с помощью методики М. Рокича, содержащей 36 утверждений, разделенных на группы терминальных и инструментальных ценностей по 18 позиций в каждой. К терминальным ценностям автор методики отнес утверждения, выражающие ценности-цели субъекта, то есть его целевые установки. Инструментальные ценности объединили в себе ценности-средства – утверждения о значимости свойств или образов действий индивида [14].

Респондентам предлагалось осуществить ранжирование ценностей от 1 до 18 в соответствии с собственными представлениями об их значимости. Сначала респонденты работали со списком терминальных, а затем инструментальных ценностей. Тестирование проводилось анонимно, одновременно со всеми ординаторами, которым предлагалось индивидуально в письменной форме выполнить задание методики с соблюдением регламента времени. Обязательным условием являлось указание пола испытуемого в бланке. Описательная статистика полученных данных включала расчет среднегрупповых рангов, стандартных отклонений, показателей асимметрии и эксцесса, их стандартных ошибок (таблица 1 и таблица 2).

Структура ценностных ориентаций выявлялась при помощи факторного анализа, метод главных компонент с последующим varimax-вращением с нормализацией Кайзера. Для оценки качества факторной модели использовались мера адекватности выборки Кайзера-Майера-Олкина (КМО) и критерий сферичности Бартлетта. Для факторной модели терминальных ценностей КМО=0,51, критерий сферичности Бартлетта: $\chi^2 = 254,3$, $df=66$, $p<0,0001$.

Для факторной модели инструментальных ценностей КМО=0,5, критерий сферичности Бартлетта: $\chi^2 = 133,6$, $df=28$, $p<0,0001$. Количество факторов определялось на основе графика собственных значений, как число компонентов с собственным значением выше 1. На графике собственных значений терминальных ценностей (рис. 1) видно, что сформировалось 4 компонента, в свою очередь, на графике собственных значений инструментальных ценностей (рис. 2) также образовалось четыре компонента, удовлетворяющих данному условию.

Обработка эмпирических данных проводилась при помощи программы Statistica 10.0.

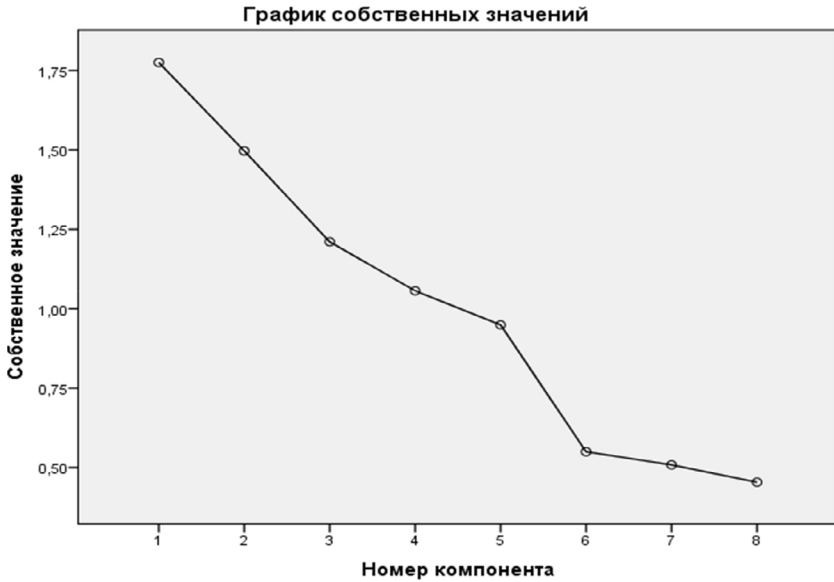


Рис. 1. График собственных значений (терминальные ценности)

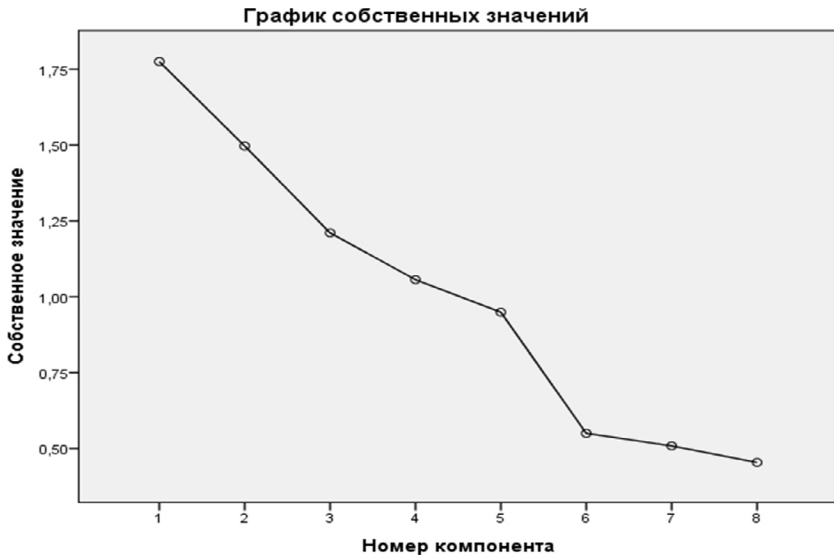


Рис. 2. График собственных значений (инструментальные ценности)

Результаты исследования

Значения среднегрупповых рангов терминальных ценностей ординаторов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Терминальные ценности ординаторов

Терминальные ценности	Общая выборка		
	Среднее значение	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка среднего
Активная деятельная жизнь	9,06	5,11	0,41
Жизненная мудрость	9,51	4,82	0,39
Здоровье	3,71	3,52	0,28
Интересная работа	7,45	3,96	0,32
Красота природы и искусства	13,16	4,30	0,35
Любовь	6,68	4,86	0,39
Материально обеспеченная жизнь	8,52	4,69	0,38
Наличие хороших и верных друзей	8,01	3,99	0,32
Общественное признание	12,63	4,30	0,35
Познание	9,03	4,25	0,34
Продуктивная жизнь	9,03	4,29	0,34
Развитие	8,83	4,17	0,33
Развлечения	9,68	4,62	0,37
Свобода	6,01	5,04	0,41
Счастливая семейная жизнь	13,17	4,37	0,35
Счастье других	13,70	4,23	0,34
Творчество	8,62	4,45	0,36
Уверенность в себе	13,91	4,21	0,34

Анализ результатов исследования проводился на основе разделения терминальных ценностей по критериям, предложенным М. Рокичем.

Первым критерием объединения ценностей в группы стала их принадлежность к категориям «конкретные – абстрактные». К конкретным ценностям были отнесены «активная деятельная жизнь», «здоровье», «интересная работа», «материально обеспеченная жизнь», «продуктивная жизнь», «развлечения», «общественное признание», «счастливая семейная жизнь». В группу абстрактных ценностей вошли «жизненная мудрость», «красота природы», «любовь», «познание», «развитие», «свобода», «счастье других», «творчество», «уверенность в себе».

Результаты исследования показали, что первую позицию в иерархии терминальных абстрактных ценностей занимает «здоровье», это можно объяснить тем, что для большинства людей оно является главной ценностью.

Вторую позицию занимает ценность «интересная работа»: на этапе обучения в ординатуре остаются лишь те, кто оказывается увлеченным своей профессиональной деятельностью.

Нахождение в группе конкретных ценностей категории «наличие хороших и верных друзей» вполне соответствует возрастным особенностям респондентов.

В ситуации современной действительности можно понять, почему ценность «материально обеспеченная жизнь» следует после всех заявленных: ординаторы, безусловно, хотят, но пока не могут рассчитывать на достойную зарплату.

Среди абстрактных ценностей высокие позиции отмечены у ценностей «свобода» и «любовь», что вполне можно объяснить возрастными психологическими особенностями респондентов.

Обращает на себя внимание, что такие конкретные ценности как «общественное признание» и «счастливая семейная жизнь» получили крайне низкий ранг, что, в свою очередь, вероятно, обусловлено современными социальными установками нынешнего поколения молодежи.

Также на самых низких позициях оказались абстрактные ценности: «красота природы», «счастье других» и «уверенность в себе», что может свидетельствовать о центрированной личностной позиции и нежелании принимать во внимание проблемы других, окружающего мира, о низком уровне рефлексивности респондентов, об особенностях их критического мышления [19].

Еще одним критерием, позволившим сгруппировать терминальные ценности, явилась взаимосвязь с категориями «профессиональная самореализация – личная жизнь». К ценностям профессиональной самореализации были отнесены «интересная работа», «развитие», «продуктивная жизнь», «активная деятельная жизнь», «общественное признание». Группу ценностей, отражающих личную жизнь, составили «свобода», «любовь», «наличие хороших и верных друзей», «развлечения», «счастливая семейная жизнь».

Анализ иерархии ценностей по критерию «профессиональная самореализация», послужил основанием для вывода, что высокий ранг имеют ценности «интересная работа» и «материально обеспеченная жизнь», в то время как самый низкий ранг имеет ценность «общественное признание».

Дифференциация ценностей по критерию «личная жизнь» позволила обнаружить, что в качестве приоритетных ценностей респонденты рассматривают «здоровье», «свободу» и «любовь». В свою очередь, к отвергаемым ими отнесены ценности «развлечение», «счастливая семейная жизнь» и «счастье других». Полученные результаты еще раз подтверждают вывод о приоритете для ординаторов профессии врача и их выраженном стремлении удовлетворять собственные потребности и интересы.

Значения среднегрупповых рангов инструментальных ценностей ординаторов приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Инструментальные ценности ординаторов

Инструментальные ценности	Общая выборка		
	Среднее значение	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка среднего
Аккуратность	9,11	4,68	0,38
Воспитанность	6,57	4,79	0,38
Высокие запросы	13,43	4,82	0,39
Жизнерадостность	6,90	5,08	0,41
Дисциплинированность	9,08	4,39	0,35
Независимость	10,32	4,75	0,38
Непримиримость	14,66	4,36	0,35
Образованность	6,87	4,64	0,37
Ответственность	7,33	4,41	0,35
Рациональность	8,29	4,82	0,39
Самосовершенствование	8,42	4,38	0,35
Смелость	11,27	4,54	0,36
Воля	10,35	4,88	0,39
Терпимость	10,97	4,58	0,37
Широта взглядов	9,24	5,08	0,41
Честность	11,10	4,69	0,38
Эффективность	7,08	4,97	0,40
Чуткость	9,63	4,77	0,38

Инструментальные ценности также были сгруппированы по нескольким критериям. Первый критерий объединения ценностей в группы – их соответствие категориям «этические ценности – ценности общения – ценности дела». Группу этических ценностей сформировали такие ценности как «ответственность», «высокие запросы», «независимость», «самокон-

троль» и «широта взглядов». В группу ценностей общения вошли: «воспитанность», «жизнерадостность», «непримиримость», «терпимость», «чуткость», «честность». Ценности дела объединили: «аккуратность», «исполнительность», «образованность», «рациональность», «смелость», «воля», «эффективность».

Рассматривая структуру инструментальных ценностей по критерию «этические ценности – ценности общения – ценности дела», обнаружилось, что среди этических ценностей на первом месте находится ценность «ответственность», а на последнем – «высокие запросы». Такое распределение обусловлено особенностями сферы деятельности респондентов, в которой ответственность определяет ее успешность, а высокие запросы препятствуют реализации профессиональных задач.

Распределение ценностей по критерию «ценности общения» показало, что приоритетными для ординаторов являются ценности «воспитанность» и «жизнерадостность». Объяснить подобную ситуацию можно тем, что приоритет воспитанности определяет социальный статус врача, в то время как личностные особенности респондентов сказываются на значимости ценности «жизнерадостность».

В качестве вытесняемых у ординаторов рассматриваются ценности «терпимость» и «честность». Низкий ранг этих ценностей еще раз подчеркивает личностную направленность ординаторов на себя и на работу.

Применение критерия «ценность дела» позволило установить ведущую позицию ценностей «образованность», «эффективность» и «рациональность». С учетом современных социальных установок, в которых часто декларируются такие категории как «образованность» и «эффективность», положение заявленных ценностей вполне объяснимо.

В свою очередь, к незначимым ценностям испытуемые отнесли «волю» и «смелость», которые могут быть отождествлены с личностными качествами представителей выборки.

Вторым критерием дифференциации инструментальных ценностей на группы стало их соответствие категориям «индивидуалистические – конформистские – альтруистические». К индивидуалистическим ценностям были отнесены «рациональность», «независимость», «воля», «смелость», «непримиримость»; к конформистским – «воспитанность», «самоконтроль», широта взглядов», а к альтруистическим – «чуткость» и «терпимость».

Группу «индивидуалистических ценностей» у ординаторов возглавляет «рациональность», а замыкает «непримиримость». Это вполне вписыва-

ется в концепцию их жизненных установок, где на первое место ставится личное, а на последнее – общественное.

Группу «конформистских» ценностей возглавляет «воспитанность», а завершает – «широта взглядов». Конформизм позволяет легко приспособиться к существованию в сообществе без принятия его интересов, а широта взглядов как личностное качество не в полной мере встраивается в картину мира ординаторов.

Среди «альтруистических ценностей» в приоритете у респондентов – «чуткость», а в отвержении – «терпимость». Последнее, скорее всего, указывает на то, что проявление чуткости ординаторы трактуют как профессиональное качество врача, но не свойство характера.

Третий критерий разделения инструментальных ценностей на группы – их соответствие позициям «самоутверждение – принятие других». Группу «ценностей самоутверждения» составили: «образованность», «эффективность», «независимость», «воля», «смелость», «высокие запросы», «непримиримость». «Самоконтроль», «широта взглядов», «чуткость», «терпимость», «честность» вошли в группу ценностей «принятие других».

Распределение ценностей по критерию «самоутверждение – принятие других» позволило заметить, что среди ценностей, относящихся к «самоутверждению», первые места занимают «образованность» и «эффективность», последние – «высокие запросы» и «непримиримость». Такие результаты поддерживают вывод, сделанный выше, в связи с анализом ценностей по критерию «ценности дела».

Респонденты не присвоили высокого ранга ни одной ценности по критерию «принятие других», что детерминируется их эгоцентрической направленностью, уже обсуждаемой ранее. Вполне понятно, почему «терпимость» и «честность» оказались незначимыми для ординаторов.

Далее результаты исследования иерархии терминальных ценностей были подвергнуты факторному анализу, что позволило выделить несколько ядер терминальных ценностей. Применение метода факторного анализа с вращением позволило получить компонентную матрицу (таблица 3).

Наибольшая корреляция с первой (главной) компонентой наблюдается у таких ценностей как «познание» (0,75), «развитие» (0,68), «продуктивная жизнь» (0,63), «здоровье» (-0,64), которые позволяют проинтерпретировать ее как ось «успешная самореализация versus здоровье». Выделенные ценности нагружают противоположные полюса фактора, что указывает на противопоставление в сознании респондентов индивидуальных и профессиональных ценностей.

Таблица 3.

Факторная структура терминальных ценностей

Терминальные ценности	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Познание	0,75	-0,05	0,06	0,21
Развитие	0,68	-0,13	-0,12	0,25
Здоровье	-0,64	0,09	-0,17	0,37
Продуктивная жизнь	0,63	0,17	-0,01	-0,04
Счастливая семейная жизнь	-0,06	-0,75	-0,07	0,17
Интересная работа	-0,007	0,62	-0,20	-0,10
Активная деятельная жизнь	-0,13	0,53	0,32	0,38
Жизненная мудрость	-0,01	0,01	0,67	0,19
Свобода	-0,321	-0,18	-0,66	0,11
Любовь	-0,04	-0,31	0,63	-0,18
Общественное признание	-0,05	0,05	0,09	-0,77
Материально обеспеченная жизнь	-0,214	0,37	-0,16	-0,58
Общая дисперсия	2,18	1,71	1,48	1,29
Доля общей дисперсии	18,16	14,18	12,29	10,71

Примечание: коэффициенты корреляции отсортированы по величине, абсолютные значения $\geq 0,05$

Со второй компонентой наиболее сильно коррелируют такие ценности как «счастливая семейная жизнь» (-0,75), «интересная работа» (0,62), «активная деятельная жизнь» (0,53), что также указывает на внутренне конфликтное отношение ценностей личной жизни и профессионализма («профессионализм versus личная жизнь»).

Третья компонента объединяет такие показатели как «жизненная мудрость» (0,67), «свобода» (-0,66), «любовь» (0,63) и отражает конфликт индивидуальных ценностей: с одной стороны, это ценности, стремление к которым, возможно, ассоциируется у респондентов с определенными решениями, обстоятельствами, накопленным жизненным опытом, с другой, – стремление к отсутствию каких-либо ограничений.

Четвертая компонента включает такие ценности как «общественное признание» (-0,77) и «материально обеспеченная жизнь» (-0,58), которые нагружают ее отрицательными весами, что позволяет говорить о несколько пессимистическом взгляде на современную социальную ситуацию и свои перспективы в ней.

В ходе факторного анализа инструментальных ценностей также была выделена четырехкомпонентная матрица (таблица 4).

Первая компонента, включающая такие ценности как «высокие запросы» и «непримиримость», отражает интеграцию этических и индивидуальных ценностей.

Таблица 4.

Факторная структура инструментальных ценностей

Инструментальные ценности	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Высокие запросы	0,84	0,06	-0,01	-0,08
Непримиримость	0,80	-0,10	-0,03	0,13
Аккуратность	0,16	0,84	-0,02	-0,13
Воспитанность	-0,26	0,80	0,14	0,17
Образованность	-0,19	0,06	-0,88	0,01
Эффективность	-0,29	0,16	0,62	-0,05
Дисциплинированность	-0,05	-0,09	0,03	0,92
Воля	-0,35	-0,31	0,22	-0,50
Общая дисперсия	1,69	1,49	1,22	1,14
Доля общей дисперсии	21,08	18,59	15,30	14,27

Примечание: коэффициенты корреляции отсортированы по величине, абсолютные значения $\geq 0,05$

Вторая компонента объединяет ценности межличностного общения, третья – противопоставление профессиональных и интеллектуальных ценностей, четвертая – конфликт конформистских ценностей и ценностей самоутверждения.

Далее было проведено «размещение» испытуемых в пространстве выделенных факторов. При этом были выделены группы, которые в факторном пространстве располагаются ближе к той или иной из выделенных нами осей. Психологический смысл «размещения» обусловлен получением оценок «factor scores», отражающих числовое значение, которое указывает на относительное расстояние индивидуальных оценок до латентного фактора и выделение респондентов, для которых в большей степени характерна одна из четырех выделенных групп ценностей: терминальные ценности («успешная самореализация versus здоровье» – 24%, «профессионализм versus личная жизнь» – 26%, конфликт индивидуальных ценностей – 32%, пессимистический взгляд на современную социальную ситуацию – 18%); инструментальные ценности (интеграцию этических и индивидуальных ценностей – 24%, ценности межличностного общения – 36%, противопоставление профессиональных и интеллектуальных ценностей – 18%, конфликт конформистских ценностей и ценностей самоутверждения – 22%).

Заключение

Результаты проведенного исследования сформировали представление о структуре ценностных ориентаций ординаторов. Факторный анализ позволил выделить основные ядра терминальных ценностей. Обнаруженные

ядра ценностных ориентаций следует рассматривать в качестве мишеней, на которые должно быть направлено педагогическое воздействие на начальных этапах обучения в медицинском вузе.

Можно сделать обобщающий вывод, что иерархия ценностных ориентаций ординаторов детерминирована совокупностью факторов, среди которых социальная ситуация развития, особенности семейного воспитания, образовательная система вуза и др. Все сказанное доказывает необходимость разработки программ воспитания ценностных ориентаций обучающихся на ранних этапах допрофессиональной подготовки в медицинском вузе.

Полученные результаты выступают основанием для совершенствования методов и технологий воспитания в высшей медицинской школе, расширения спектра подходов к образовательному процессу на всех этапах подготовки врачей, усиливая аксиологическую составляющую, выступающую основой формирования деонтологической культуры специалистов в области здравоохранения и используя в обучении способы, развивающие рефлексивные способности будущих специалистов [20].

Проведенное исследование имеет выраженное прикладное значение, поддерживающее педагогические идеи, значимые на всех этапах медицинского образования.

Список литературы

1. Веденева Г.И. О преодолении разобщенности компонентов духовно-нравственной сферы личности // Мир образования – образование в мире. 2015. № 2. С. 174-181.
2. Воронцова Е.Г. Особенности ценностно-смысловой сферы и учебной активности обучающихся в техническом вузе // Известия Иркутского государственного университета. 2018. № 23. С. 3-14. <http://izvestiapsy.isu.ru/article?id=567>
3. Голованова Н.Ф. Педагогические противоречия модернизации высшего образования // Alma mater (Вестник высшей школы). 2015. № 10. С. 5-8. <https://almavest.ru/ru/archive/922/3096>
4. Здравоохранение в России: статистический сборник // Статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. М.: Росстат, 2015. 174 с.
5. Концепция развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2020 г. <http://www.protown.ru/information/doc/4293.html>
6. Котлярова В.В. Современное научное познание: парадигма интеграции // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2015. № 9-1 (59). С. 99-102. <https://www.gramota.net/materials/3/2015/9-1/26.html>

7. Кропачева М.Л. Профессиональная этико-деонтологическая культура врачей и ее формирование в медицинском вузе // Педагогика и психология в 21 веке: современное состояние и тенденции исследования: тезисы докл. Всерос. научно-практической конф. с заочным участием (Киров, 23-24 декабря 2013 г.). Киров, 2014. С. 97-102.
8. Курочкина С.В. Ценностные ориентации студентов-участников инновационных форм занятости (на примере студентов ЯрГУ им. П.Г. Демидова) // Вестник Костромского государственного университета. 2016. Т. 22, № 3. С. 148-151. <https://vestnik-pip.ksu.edu.ru/archive-2016/vestnik-pip-2016-3-ru.html>
9. Леонтьев Д.А. От социальных ценностей к личностным // Вестник МГУ. Серия 14. Психология, 1996, № 4. С. 35-43.
10. Лозовая А.И. Культурологическая парадигма современного профессионального образования // Известия Волгоградского государственного технического университета. С.: Проблемы социально-гуманитарного знания. 2013. Т. 13, № 9. С. 141-143. <http://www.vstu.ru/uploadiblok/files/izvestiya/archive/6/2013-09.pdf>
11. Макарова М.Н., Коротких М.А. Взаимосвязь учебной мотивации студентов с их академическими характеристиками и ценностными ориентациями // Вестник Удмуртского университета. Социология. Политология. Международные отношения. 2018. Т. 1, № 3. С. 294-301. <https://journals.udsu.ru/sociology/article/view/1204>
12. Петрухина С.Р. Особенности ценностных ориентаций студентов различных профилей профессиональной подготовки // Психолог. 2017. № 4. С. 10-20. https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=21811
13. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 212н от 11 мая 2017 г. «Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам ординатуры». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71592980/>
14. Психологические тесты / Под ред. А.А. Карелина. Т. 1. М.: Владос, 2002. 321 с.
15. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии. СПб.: ООО «Речь», 2000. 350 с.
16. Флоря В.И., Левицкая С.В. О нравственных приоритетах высшего профессионального образования // Мир образования – образование в мире. 2015. № 2 (58). С. 145-152.
17. Helyer R. Learning through reflection: the critical role of reflection in work-based learning (WBL) // Journal of Work-Applied Management, 2015, vol. 7, pp. 15-27. <https://doi.org/10.1108/JWAM-10-2015-003>
18. Kohlberg L. Moral stages and moralization: The cognitive developmental approach. In: T. Lickona (Ed.), Theory, research and social issues // Moral development and behavior. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1976, pp. 31-53.

19. Nguyen T. H. Background and consequences of over-individualization of students today // *Colloquium-journal*, 2019, no. 26 (50), pp. 60-61. <http://www.colloquium-journal.org/wp-content/uploads/2020/01/colloquium-journal-2650-chast-7.pdf>
20. Olteanu C. Reflection and the object of learning // *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 2016, vol. 5, no. 1, pp. 60-75. <http://dx.doi.org/10.1108/IJLLS-08-2015-0026>

References

1. Vedeneeva G.I. *Mir obrazovaniya – obrazovanie v mire*, 2015, no. 2, pp. 174-181.
2. Vorontsova E.G. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2018, no. 23, pp. 3-14. <http://izvestiapsy.isu.ru/ru/article?id=567>
3. Golovanova N.F. *Alma mater (Vestnik vysshey shkoly)*, 2015, no. 10, pp. 5-8. <https://almavest.ru/ru/archive/922/3096>
4. *Zdravookhranenie v Rossii: statisticheskiy sbornik. Statisticheskiy sbornik* [Health care in Russia: statistical collection. Statistical collection]. Federal State Statistics Service]. Moscow: Rosstat, 2015, 174 p.
5. *Kontseptsiya razvitiya sistemy zdravookhraneniya v Rossiyskoy Federatsii do 2020* [Concept for the development of the healthcare system in the Russian Federation until 2020]. <http://www.protown.ru/information/doc/4293.html>
6. Kotlyarova V.V. *Istoricheskie, filosofskie, politicheskie i yuridicheskie nauki, kul'turologiya i iskusstvovedenie. Voprosy teorii i praktiki*, 2015, no. 9-1 (59), pp. 99-102. <https://www.gramota.net/materials/3/2015/9-1/26.html>
7. Kropacheva M.L. *Pedagogika i psikhologiya v 21 veke: sovremennoe sostoyanie i tendentsii issledovaniya: tezisy dokl. Vseros. nauchno-prakticheskoy konf. s zachnym uchastiem (Kirov, 23-24 dekabrya 2013 g.)* [Pedagogy and psychology in the 21st century: current state and research trends: abstracts of the All-Russian scientific and practical conference with correspondence participation (Kirov, 23-24 December 2013)]. Kirov, 2014, pp. 97-102.
8. Kurochkina S.V. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, vol. 22, no. 3, pp. 148-151. <https://vestnik-pip.ksu.edu.ru/archive-2016/vestnik-pip-2016-3-ru.html>
9. Leontev D.A. *Vestnik MGU. Seriya 14. Psikhologiya*, 1996, no. 4, pp. 35-43.
10. Lozovaya A.I. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Problemy sotsial'no-gumanitarnogo znaniya*, 2013, vol. 13, no. 9, pp. 141-143. <http://www.vstu.ru/uploadiblok/files/izvestiya/archive/6/2013-09.pdf>
11. Makarova M.N., Korotkikh M.A. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Sotsiologiya. Politologiya. Mezhdunarodnye otnosheniya*, 2018, vol. 1, no. 3, pp. 294-301. <https://journals.udsu.ru/sociology/article/view/1204>

12. Petrukhina S.R. *Psikholog*, 2017, no. 4, pp. 10-20. https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=21811
13. *Prikaz Ministerstva zdravookhraneniya Rossiyskoy Federatsii № 212n ot 11 maya 2017 g. «Ob utverzhdenii Poryadka priema na obuchenie po obrazovatel'nym programmam vysshego obrazovaniya – programmam ordinatury»* [Order of the Ministry of Health of the Russian Federation no. 212n dated May 11, 2017 “On approval of the Procedure for admission to training in educational programs of higher education - residency programs”]. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71592980/>
14. *Psikhologicheskie testy* [Psychological tests] / ed. A.A. Karelin. Vol. 1. M.: Vlastos, 2002. 321 p.
15. Sidorenko E. V. *Metody matematicheskoy obrabotki v psikhologii* [Methods of mathematical processing in psychology]. SPb.: Rech, 2000. 350 p.
16. Florya V.I., Levitskaya S.V. *Mir obrazovaniya – obrazovanie v mire*, 2015, no. 2 (58), pp. 145-152.
17. Helyer R. Learning through reflection: the critical role of reflection in work-based learning (WBL). *Journal of Work-Applied Management*, 2015, vol. 7, pp. 15-27. <https://doi.org/10.1108/JWAM-10-2015-003>
18. Kohlberg L. Moral stages and moralization: The cognitive developmental approach. In: T. Lickona (Ed.), Theory, research and social issues. *Moral development and behavior*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1976, pp. 31-53.
19. Nguyen T. H. Background and consequences of over-individualization of students today. *Colloquium-journal*, 2019, no. 26 (50), pp. 60-61. <http://www.colloquium-journal.org/wp-content/uploads/2020/01/colloquium-journal-2650-chast-7.pdf>
20. Olteanu C. Reflection and the object of learning. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 2016, vol. 5, no. 1, pp. 60-75. <http://dx.doi.org/10.1108/IJLLS-08-2015-0026>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Аверин Вячеслав Афанасьевич, д-р псих. наук, профессор, заведующий кафедрой общей и прикладной психологии с курсами медико-биологических дисциплин и педагогики
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»
ул. Литовская, 2, г. Санкт-Петербург, 194000, Российская Федерация
waverin@yandex.ru

Зинкевич Елена Романовна, д-р пед. наук, доцент, профессор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»

*ул. Литовская, 2, г. Санкт-Петербург, 194000, Российская Федерация
lenazinkevich@mail.ru*

Кульбах Ольга Станиславовна, д-р мед. наук, профессор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»

*ул. Литовская, 2, г. Санкт-Петербург, 194000, Российская Федерация
os_koulbakh@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Averin Vyacheslav A., Dr. Sc. (Psychology), Professor, Head of the Department of General and Applied Psychology with Courses in Life Sciences and Pedagogy

Sankt-Petersburg State Pediatric Medical University

Street Litovskaya, 2, St. Petersburg, 194000, Russian Federation

waverin@yandex.ru

SPIN-code: 4314-8172

ORCID: 0000-0001-5916-4171

Zinkevich Elena R., Dr. Sc. (Pedagogy), Associate Professor, Professor

Sankt-Petersburg State Pediatric Medical University

Street Litovskaya, 2, St. Petersburg, 194000, Russian Federation

lenazinkevich@mail.ru

SPIN-код: 6990-6164

ORCID: 0000-0003-2630-3395

Kulbakh Olga S., Dr. Sc. (Medicine), Professor

Sankt-Petersburg State Pediatric Medical University

Street Litovskaya, 2, St. Petersburg, 194000, Russian Federation

os_koulbakh@mail.ru

SPIN-code: 6528-4250

ORCID: 0000-0002-2502-2973

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-297-314

УДК 316.346

ИНКЛЮЗИВНЫЙ ПОДХОД В РАБОТЕ С ПОЖИЛЫМИ ЛЮДЬМИ. МОДЕЛИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ГЕРОНТОЛОГИЧЕСКОГО ЭЙДЖИЗМА

Т.В. Фуряева, Л.Г. Климацкая, Е.А. Фуряев, А.И. Шпаков

***Цель.** Выявить и проанализировать особенности инклюзивного подхода в интегрированной медико-социальной помощи пожилым людям в рамках концептуальных моделей преодоления геронтологического эйджизма в разных странах.*

***Результаты.** Проанализированы результаты актуальных отечественных и зарубежных исследований по проблеме преодоления возрастной дискриминации, выявлены пять концептуальных моделей социальной инклюзии (социально-экологическая, интеракционистская, ресурсно-потенциальная, модели социального пространства и социального участия), раскрыто их сущностное содержание и возможности применения в реальной социальной практике работы с пожилыми людьми.*

***Заключение.** Инклюзивный подход при решении проблемы преодоления геронтологического эйджизма в работе с пожилыми людьми в разных странах находит свое отражение в наличии разнообразных концептуальных интегрированных моделей. Их выявление и анализ содержания свидетельствует об актуализации социально-политических и организационных задач по раскрытию, усилению личностного потенциала пожилых людей, по обеспечению доступности социальной и пространственной среды проживания. Полученные результаты компаративистского анализа свидетельствуют о необходимости и возможности применения инклюзивного подхода в интегрированной медико-социальной помощи пожилым людям для улучшения качества их жизни.*

***Ключевые слова:** пожилые люди; инклюзия; концептуальные модели преодоления геронтологического эйджизма*

***Для цитирования.** Фуряева Т.В., Климацкая Л.Г., Фуряев Е.А., Шпаков А.И. Инклюзивный подход в работе с пожилыми людьми. Модели преодоления геронтологического эйджизма // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 1. С. 297-314. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-297-314*

INCLUSIVE APPROACH IN WORKING WITH THE OLDER PEOPLE. MODELS FOR OVERCOMING GERONTOLOGICAL AGISM

T.V. Furyaeva, L.G. Klimatchaia, E.A. Furyaev, A.I. Shpakou

***Aim.** To identify and analyze the features of an inclusive approach in integrated medical and social care for older people within the framework of conceptual models for overcoming gerontological ageism in different countries.*

***Results.** The results of current domestic and foreign studies on the problem of overcoming age discrimination are analyzed, five conceptual models of social inclusion (socio-ecological, interactionist, resource-potential, models of social space and social participation) are identified, their essential content and possibilities of application in real social practice of working with older people are revealed.*

***Conclusion:** An inclusive approach to solving the problem of overcoming gerontological ageism in working with older people in different countries is reflected in the presence of various conceptual integrated models. Their identification and analysis of the content indicates the actualization of socio-political and organizational tasks to reveal and strengthen the personal potential of older people, to ensure the accessibility of the social and spatial environment of living. The results of the comparative analysis indicate the need and possibility of using an inclusive approach in integrated medical and social care for older people to improve their quality of life.*

***Keywords:** gerontological ageism; elderly people; inclusion, models of overcoming ageism*

***For citation.** Furyaeva T.V., Klimatchaia L.G., Furyaev E.A., Shpakou A.I. Inclusive Approach in Working with the Older People. Models for Overcoming Gerontological Agism. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 297-314. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-1-297-314*

Введение

Признание необходимости кардинальных изменений в отношении к людям пожилого возраста со стороны Российского государства и общества является основанием для реформирования всей системы социальной политики. Теоретические основы изменений заложены в «Концепции демографической политики на период до 2025 года», государственной программе Российской Федерации «Социальная поддержка граждан» и в «Стратегии действий в интересах граждан старшего поколения в Российской Федерации до 2025 года»

[18]. Главный акцент в базовых документах реформы сделан на артикулировании позиции государства по отношению к пожилым людям как хранителям культурного наследия, духовно-нравственных ценностей, обеспечивающим связь и преемственность поколений. В «Стратегии действий» особо подчеркивается возрастание рисков социальной эксклюзии (исключения) пожилых граждан в связи с новыми социально-экономическими и технологическими вызовами. Это делает необходимым кардинальный пересмотр принципов медико-социальной помощи людям пожилого возраста, предполагающий ориентацию на интегрированный и межпоколенный характер, усиление добровольчества, обеспечение высокой степени участия государства совместно с общественными структурами в разработке и финансировании оздоровительных, образовательных, информационно-коммуникационных, познавательных и досуговых проектов и программ. Главный смысл государственной социальной политики в РФ заключается в продлении активного долголетия, защите человеческого достоинства, повышении ценности личности пожилого человека как субъекта, способного принимать решения и нести ответственность за качество своей жизни.

Анализ различных стратегий социальной политики по отношению к пожилым в европейских странах также свидетельствует об особом внимании к этой проблеме. Так, Федеральное министерство труда, социальных дел, здравоохранения и защиты потребителей Австрии предлагает комплексную план-программу для пожилых людей [22]. В ней суть политики государства по отношению к пожилым формулируется как обеспечение и улучшение качества жизни, связанное как с объективными условиями, так и субъективным отношением, удовлетворенностью оказания медико-социальной помощи и благополучием. Особая роль принадлежит снижению неравенства и дискриминации при помощи углубления принципа солидарности и усиления социальной интеграции (инклюзии). Подобные идеи характерны для программы Федерального министерства по делам семьи, пожилых граждан, женщин и молодежи Германии [17]. В ней указывается, что коренной задачей современной социальной политики государства является обеспечение участия, инклюзии и самоопределения пожилых людей. Акцент ставится на организацию собственной жизнедеятельности, выбор адекватных ее форм, умение приспособиться к изменениям и новым вызовам. Таким образом, подтверждается становление новой концепции жизни пожилых людей, конструирование в обществе образа продуктивной старости, возрастной жизнеспособности и продление возможности проживания с ощущением своей ценности и востребованности.

Особая значимость поиска противопоставления глобальному вызову для пожилых людей обусловлена возрастной дискриминацией, которая находит свое отражение в пренебрежительном, прагматическом отношении, в значительном распространении негативного общественного сознания (установки, стереотипы, навязанные конструкты старости как обузы), в дискриминационных практиках как со стороны родственников, специалистов (медицинских, социальных работников), так и со стороны самих пожилых (попустительство и самодискриминация) [3, 6, 18].

Общество заинтересовано в активизации и использовании потенциальных возможностей людей старшего поколения, в развитии у них позитивной мотивации получения нового социального опыта, который обеспечивает социальную защиту, развитие, сплоченность и социальную безопасность. Это возможно только при условии активного формирования позитивного образа современного пожилого человека как в самосознании, так и в отношении со стороны всего общества. Отечественные и зарубежные исследователи едины в том, что необходима серьезная системная работа по преодолению открытых и скрытых негативных установок, пренебрежительного отношения вместе с негативными практиками, реализуемыми на основе возрастной стереотипизации и избегания [5] в сфере повседневности, трудовой занятости, социальной и культурной жизни, здравоохранении, образовании, т.е. того, что Роберт Батлер определил как эйджизм по возрастному признаку [13].

Исследователи и специалисты в области гериатрии и геронтологии определяют в качестве основной задачи общества по преодолению геронтологического эйджизма официальное признание этого феномена в профессиональном и быденном сознании, а также изучение и выделение различных механизмов дискриминационных практик [1, 3].

Не менее важным является просвещение всех групп населения, обучение специалистов и родственников, организация процесса включения (социальной инклюзии) людей старшего возраста в разнообразные сферы жизнедеятельности общества (О.Н. Старцева, А.Н. Ильницкий, Л.В. Колпина, О.В. Краснова, А.Г. Лидерс и др.) [1, 5, 7].

Цель

Раскрыть сущность социальной инклюзии, выявить особенности инклюзивного подхода в интегрированной медико-социальной помощи пожилым людям с учетом разнообразных моделей преодоления геронтологического эйджизма, получивших распространение в разных странах.

Материалы и методы

Методология исследования базируется на идеях отечественной компаративистики, реализующей описательную, объяснительную и прогнозирующую функцию гуманитарного знания на базе методологии личностного, деятельностного и культурно-исторического подходов. Методическую базу исследования составляют методы феноменологического описания, интерпретации, сопоставления, индуктивного, гипотетически-индуктивного, проблемного и сравнительного анализа трудов ведущих исследователей, а также соответствующей документации разного уровня за последние десять лет.

Результаты

Изучение данных актуальных научных исследований по проблеме преодоления возрастной дискриминации свидетельствует о преобладании концепции социальной инклюзии в разносторонней работе с пожилыми людьми, что предполагает улучшение качества жизни.

Предварительно нами было проведено фундаментальное компаративистское исследование по выявлению концептуальных моделей социальной инклюзии в образовании и раскрытию специфики инклюзивных практик на различных этапах возрастной периодизации населения в европейских странах [9, 10]. Понятие «социальная инклюзия» применительно к социальной сфере было первоначально использовано в исследованиях в Англии и Франции такого социального феномена как бедность. Под этим термином понимается совокупность процессов, предполагающих вовлечение и активное участие индивидов в общественную жизнь, в процесс принятия решений во всех сферах жизнедеятельности. Понятие социальной инклюзии по отношению к гражданам старшего поколения помимо таких характеристик как социально-экономическое благополучие, социальные связи, включает такие аспекты как качество жизни, личное участие в общественных системах и организациях. Речь идет о праве на доступ к образованию, повышению квалификации, участию в политических выборах. Благодаря обеспечению такой «общественной принадлежности» происходит развитие личностного потенциала пожилого человека. т.е. его самоопределение, независимое поведение и участие.

Активное становление концептуальных моделей социальной инклюзии чаще происходит применительно к лицам старшего возраста, испытывающим дискриминацию и нарушение их прав. Среди моделей наиболее популярными являются социально-экологическая, интеракци-

онистская, а также модели социального пространства, социального участия, ресурсно-потенциальная (Г. Райзер, А. Зандер, А. Айхлер, Г. Хольц, З.П. Замаева, О.С. Котыченко, В.И. Новоселов и др.) [2, 24, 26, 27, 31]. *Интеракционистская модель социальной инклюзии* [16] рассматривает характер отношений человека с окружающей средой. Взаимодействие с ней происходит на четырех уровнях: интерпсихическом, интеракционистском, институциональном и общественном. Интерпсихический уровень инклюзии касается преодоления противоречий внутри личности, которая должна осознать свои особенности на данном возрастном этапе, найти новые смыслы, воспринять себя как ценностную, значимую личность, заняться «самоконструированием» и «самостроительством». Конструирование образа продуктивной старости представляет собой индивидуальную личностную проблему по активизации собственного потенциала человека, по мотивированию его к рефлексии себя и к побуждению изменить образ жизни, который касается вопросов питания, отдыха, характера деятельности, сферы отношений, отношения к себя в целом. При этом следует учитывать разные возможности, ресурсы и компетенции, которые обычно неравномерно распределены в популяции пожилого населения.

На интеракционистском уровне инклюзия осуществляется между разными индивидами, которые включаются в совместные действия и учатся «социально выравниванию», фиксации противоречий и нахождению возможностей единения. Институциональный уровень инклюзии характеризуется специальной организацией интеграционных процессов на базе определенных теоретических концепций, использованием определенных реабилитационных технологий в учреждениях социального обслуживания (например, технология долговременного ухода для маломобильных граждан пожилого возраста). Здесь важно обеспечение специальных материально-технических и кадровых условий инклюзии людей с разными возможностями. Для общественного уровня инклюзии характерно положительное отношение разных слоев общества к включению пожилых людей в общественную жизнь. Речь идет в значительной степени о создании правового пространства для реального преодоления противоречий между желаниями индивида включиться в жизнь общества и традиционно существующими тенденциями дистанцирования по отношению к пожилым. Успешность инклюзии зависит от взаимодействия всех четырех уровней. В целом инклюзия как выравнивание, сближение и одновременное дистанцирование представляет собой сложный динамичный процесс. Здесь очень важен аспект углубления индивидуального, плюрализации обще-

го, усиления многообразия. Не случайно многие современные западные исследователи рассматривают инклюзивный подход в контексте теории многообразия [19].

Социальная практика взаимосвязана с реальным многообразием членов общества и ставит перед собой задачу достижения баланса между равенством и различием, построения общности в многообразии. Рост плюрализма потребностей («радикальной плюрализации») общественной жизни отражается в индивидуальной жизни каждого члена общества и делает задачу обеспечения равноправия в различии и многообразии достаточно сложной. Не случайно современные исследования инклюзивного метода обращены к разным параметрам интеграции/инклюзии: сближению, отграничению, сохранению различий и развитию общего (одинакового).

Социально-экологическая модель [30] обращена к самой социальной реальности. Здесь речь идет о диагностике жизненной ситуации человека в социуме. Базируясь на идеях социальной (экологической) психологии американского ученого У. Бронфенбреннера, автора экологической теории развития человека, социальное окружение или среда жизни понимается не как аддитивная совокупность различных факторов, а как их системное объединение, как совокупность разноуровневых социальных подсистем (микро-, мезо-, экзо и макросистем). Применительно к проблематике преодоления геронтологического эйджизма, микросистема это непосредственное (каждодневное и интенсивное) взаимодействие, контактирование пожилого человека с близкими ему людьми в кровной или замещающей семье, в стационарном отделении социального учреждения. Мезосистема включает несколько взаимодействующих микросистем, участником которых является пожилой человек (семья, полустационарное учреждение, надомное социальное обслуживание, учреждения образования, культуры, здравоохранения, спорта, туризма, торговли, городской или сельской среды обитания). В качестве экзосистемы выступает система профессиональных отношений в социальном учреждении (образование, установки практических работников, их владение инновациями, мотивация, имидж учреждения). Макросистема охватывает целостную социо-экономическую ситуацию в регионе, стране, в целом политику по отношению к старшему поколению, культурные, национальные, религиозные традиции.

Анализ современного научного инклюзивного дискурса в исследованиях проблемы возрастной дискриминации пожилых членов общества свидетельствует об активной разработке *модели социального пространства* [23, 24], в которой базовым понятием является сам термин «социаль-

ное пространство», связанный с местом проживания пожилого человека (имеется в виду жилье, инфраструктуры, связанные со снабжением, здоровьем, социальным обслуживанием, свободным временем, культурой, информированием, консультированием, встречами, коммуникацией). Наличие дефицита основных составляющих, затрудненный доступ к ним рассматривается как объективный фактор, не обеспечивающий возможность равноправного общественного участия и самоопределения. Понятие социального пространства, по мнению немецких ученых А. Кессля и Б. Ройтлингера [27], можно рассматривать как «пространство, сконструированное действующими субъектами». В рамках данной модели социальной инклюзии с целью преодоления возрастной дискриминации пожилых для нас особый интерес представляют результаты солидного практико-ориентированного исследования, проведенного учеными Дюссельдорфского университета (Германия) в течение трех лет [27]. В нем принимали участие 554 пожилых жителя пяти микрорайонов г. Дюссельдорфа (земля Северный Рейн-Вестфалия, Германия). Ученые использовали разнообразные методы исследования, в частности, помимо анкетирования и интервьюирования, субъективные географические карты, индивидуальные инфраструктурные таблицы, в которых отмечались места культурного отдыха, спорта, прогулок, транспортные маршруты, магазины, рынки, аптеки, поликлиники и др. В качестве причин наибольшей привязанности (идентификации) себя с местом проживания респонденты в 62,9% случаев называли соседей, в 52,9% – друзей и знакомых, в 47,9% – доступную, удобную и знакомую инфраструктуру. В результате сделан аргументированный вывод о том, что качество жизни в возрасте зависит не только от собственного самочувствия, от умственной и физической мобильности, от семейных связей и возможностей как можно дольше жить в знакомой обстановке, но прежде всего от возможностей общественного участия по месту проживания и как следствие характера и успешности социальной инклюзии. В качестве основных характеристик социального пространства проживания пожилых людей рассматривается его направленность на удовлетворение повседневных нужд в поддержке здоровья, физического состояния, в деятельности, в общении с близкими, чужими людьми, с природой, а также обеспечение возможности участия в принятии административно-управленческих и политических решений, касающихся повседневной жизни. С возрастом жилое пространство и социальное пространство приобретают еще более выраженное значение. Так, выделяют три типа жизненного пространства – квартира или место непосредственного физического прожи-

вания, окружение квартиры, близлежащее и периферийное пространство. По мнению К. Блека и А. Ван Рисен [27], реализация пространственно-ориентированной модели означает «инклюзивное» изменение содержания социальной работы с пожилыми, которая должна строиться с учетом индивидуальных потребностей людей, на стимулировании имеющегося потенциала. Все жилые пространства должны быть «культурно сензитивными», развиваться с ориентацией на участие людей разных поколений. Речь идет о характере жилой застройки микрорайонов, об улично-дорожной городской сети города, об устойчивой транспортной системе, об объектах инженерной инфраструктуры, об экологически безопасной среде. В качестве возможных партнеров социального пространства выступают социальные, медицинские учреждения, специальные интеграционные службы, региональные союзы (религиозные, национальные), муниципальное управление, волонтерские центры, группы самопомощи, благотворительные фонды, учреждения общего и профессионального образования, высшие школы, полиция, учреждения торговли, коммунального обслуживания, питания, общественные организации, например совет пенсионеров и др.).

Интересным является выделение в социальном пространстве уровней социальной инклюзии: культурного, структурного и практического. На культурном уровне необходимы доверительные отношения всех участников, ценностное отношение к их ресурсам, артикулирование границ участия, четкая формулировка общей цели и задач для каждого партнера, популяризация образа продуктивной старости, развитие сензитивности к жизненной ситуации пожилого человека со стороны всего населения микрорайона. Важным является также организация совместных регулярных встреч руководителей структур, нахождение источников финансирования и новый «инклюзивный» взгляд на содержание профессиональной деятельности социальных работников.

Вопросы финансовой поддержки должны активно решаться на структурном уровне. Это касается не только активного проектно-целевого характера, сколько постоянной, упорядоченной системы финансирования, расширения государственных (региональных) программ типа «Инклюзивный город (микрорайон)», создания институционализированных сетей, четкого распределения зон ответственности между государственными, общественными, бизнес структурами, активизации волонтерата. Только такие инклюзивно-ориентированные условия могут обеспечить преодоление социальной эксклюзии и соответственно дискриминации пожилого населения в реальной жизни.

Практический уровень социальной инклюзии предполагает самое активное вовлечение пожилых с их дифференцированными запросами, потенциалами, компетенциями, различным уровнем жизни и отношением к окружающему. Весь процесс целеполагания, определения конкретных путей достижения, создания инклюзивных планов, дорожных карт, организации мероприятий возможен только при участии пожилого населения и всех субъектов социального пространства с их ресурсами и потенциалом.

Обзор и анализ теоретических подходов в организации антидискриминационной практики работы с пожилыми будет не полным, если не обратить внимание на активно развиваемую в настоящее время в отечественной социологии *ресурсно-потенциальную модель*, базирующуюся на идеях европейских ученых (П. Бурдые, М. Кастельс, У. Бек, Д. Граски, Э. Соренсон и др.) [28]. В то же время характеризуя систему социальной защиты пожилых людей, отечественные ученые З.П. Замараева, О.С. Котыченко, В.М. Новоселов, Г.А. Телегина и др. [2] вводят такие понятия как личностный, институциональный и общественный ресурсный потенциал, раскрывают сущность технологий ресурсно-потенциального подхода как ресурсосберегающие, активизирующие и развивающие социальные практики работы с пожилыми людьми. В источниках литературы приводятся убедительные данные специальных социологических исследований, которые свидетельствуют об эффективности вышеуказанных практик, способствующих развитию у пожилых мотивации на самообеспечение, на развитие личностного ресурса и потенциала, на повышение их самооценки и улучшение качества жизни.

Модель социального участия предполагает активное обращение к современным технически ориентированным коммуникационным средствам общения и взаимодействия для пожилых людей [15, 16]. Понятие социального участия рассматривается как частная характеристика процесса социальной инклюзии. Оно определяется через такие показатели как многомерность, относительность и динамика. Многомерность социального участия характеризуется количеством личностных и социальных ресурсов, которыми обеспечен пожилой человек. Продолжая идеи П. Бурдые, Г. Кронауер, Х. Шрётер, Р. Ленц [12, 19] считают, что экономический капитал (заработная плата, другие доходы) обеспечивают доступ к товарам и услугам в сфере интернета. Культурный капитал (образование) и символический капитал (престиж, репутация) повышают возможность включения в виртуальную профессиональную занятость или способствуют авторитету в объединениях. Социальный капитал (общность и социальные сети, со-

лидарность) также усиливают личностные ресурсы в виртуальном взаимодействии. Многомерность социального участия предполагает обращение к средовым факторам (социальный контекст, инфраструктура – жилой квартал, доступ в интернет, близость и рациональная разветвленность схемы общественного транспорта). Относительность социального участия означает, что его следует рассматривать как процесс, который происходит сам собой и зависит от характера отношений и связей на местах. Речь идет о социальной практике, т.е. о готовности структур, о распределении, наличии или отсутствии информационно-коммуникационных ресурсов на местах. Например, важно знать, кто и по какой причине имеет доступ к интернету, а кто лишен этого доступа. Динамика социального участия указывает на ее зависимость от актуальных жизненных ситуаций, от индивидуальных биографий людей.

Факт принадлежности к определенному социальному слою также может выступать в качестве инклюзивного или эксклюзивного обстоятельства. Модель социального участия была апробирована в рамках специального проекта, в котором был сделан акцент на изучении характера доступности и пользования информационно-коммуникационными средствами в местах проживания пожилых [20, 21]. В результате был сделан аргументированный вывод о том, что просто овладение компьютерными технологиями недостаточно для активизации социального участия. Новые технологии (программные продукты, образовательные опции, обучающие средства, сайты и специальные коммуникационные виртуальные программы «Пространство для обмена») необходимо интегрировать в повседневную жизнь пожилого человека. Технически поддерживаемая коммуникация позитивно влияет на социальные структуры и в целом на социальное участие пожилых, которые активнее вступают в контакты, углубляют и расширяют свои личные связи.

Подобные исследования о характере влияния виртуальной включенности на социальное самочувствие пожилых осуществляются в настоящее время в разных странах. Так, например, в Швейцарии [29] из более двухсот пожилых участников 14% объяснили свою социальную исключенность и отчуждение от общества как определенную дискриминацию тем, что не умеют пользоваться интернетом. 33% обратили внимание на то, что, если их лишат возможности пользоваться интернетом, они будут чувствовать себя социально ущемленными и лишенными законных прав. В целом, в условиях, когда дигитализация (компьютеризация) проникает во сферы жизни современного общества, не удивительно, что пользование интернетом стало рас-

смагиваться как определенная «социальная норма жизни». По отношению к пожилым людям все чаще проблема социальной инклюзии увязывается с вопросами «дигитальной инклюзии» в «дигитальном обществе».

Заключение

Обобщая все высказанное по поводу формирования и развития инклюзивного подхода как теоретико-методологической базы решения проблемы преодоления геронтологического эйджизма в работе с пожилыми людьми в разных странах, следует отметить наличие значительного разнообразия в концептуальных моделях социальной инклюзии. В частности, нами выявлены пять концептуальных моделей: социально-экологическая, интеракционистская, ресурсно-потенциальная, модели социального пространства и социального участия. Анализ их содержания свидетельствует об актуализации государственных и общественных задач, с одной стороны, по раскрытию и усилению личностного потенциала пожилых людей, с другой стороны, по особому вниманию к пространственным характеристикам жизни, в частности, снижению средовых (инвайроментальных) барьеров, обеспечению доступности пространственно-предметной среды проживания со всеми ее санитарно-гигиеническими требованиями, материальными, архитектурными, социальными, природными, информационными ресурсами и потенциалом.

Конфликт интересов. Авторы не заявляют о конфликте интересов.

Информация о спонсорстве. Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ №20-513-00002Bel_a (проект БРФФИ-РФФИ М20Р-006).

Список литературы

1. Григорьева И.А., Бершадская Л.А., Дмитриева А.В. На пути к нормативной модели отношений общества с пожилыми людьми // Журнал социологии и социальной антропологии. 2014. Т. 17, № 3. С. 151-167.
2. Замараева З.П. Ресурсно-потенциальный подход в системе социальной защиты населения: концептуальные основы. Часть 1 // Вестник Учебно-методического объединения вузов России по образованию в области социальной работы. 2014. № 1. С. 103-114.
3. Габрук В.В., Шлычкова М.В. Негативные геронтостереотипы населения и проблема социальной активизации пожилых людей // Russian Journal of Education and Psychology. 2014. № 5 (37). <https://doi.org/10.12731/2218-7405-2014-5-4>

4. Климацкая Л.Г., Шпаков А.И., Зайцева О.И., Фуряева Т.В. Обоснование действий по минимизации геронтологического эйджизма согласно рекомендациям Всемирной Организации Здравоохранения // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2020. Т. 1, № 3. С. 94-107. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-3-94-107>
5. Колпина Л.В. Геронтологический эйджизм в практиках медицинского и социального обслуживания населения // *Социологические исследования*. 2015. № 5. С. 72-77. <http://socis.isras.ru/article.html?id=5219>
6. Курмышева Л.К. Эксклюзия как феномен жизни общества // *Психология, социология и педагогика*. 2015. № 3. С. 98-102. <https://psychology.snauka.ru/2015/03/4491>
7. Старцева О.Н., Ильницкий А.Н. Эйджизм и его преодоление в стационарных учреждениях социального обслуживания: методические рекомендации. М., 2018. 43 с.
8. Распоряжение П. Р. Ф. от 05.02.2016 № 164-р «Об утверждении Стратегии действий в интересах граждан старшего поколения в Российской Федерации до 2025 года». <https://mintrud.gov.ru/docs/government/173>
9. Фуряева Т.В. Педагогика инклюзии за рубежом: теоретико-методологический дискурс (обзор) // *Вестник Новосибирского государственного педагогического университета*. 2017. Т. 7, № 6. С. 152-174. <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1706.10>
10. Фуряева Т.В. Модели инклюзивного образования : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Издательство Юрайт, 2019. 176 с.
11. Amann A. Alter und Zukunft. Wissen und Gestalten. Forschungsexpertise zu einem Bundesplan für Seniorinnen und Senioren. Wien, 2012. 78 p.
12. Balz H.J., Benz B., Kuhlmann C. (Soziale) Inklusion–Zugänge und paradigmatische Differenzen // *Soziale Inklusion*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2012. pp. 1-9.
13. Butler R.N. Age-Isim: Another Form of Bigotry // *The gerontologist*, 1969, vol. 9, no. 4, part 1, pp. 243-246. https://doi.org/10.1093/geront/9.4_Part_1.243
14. Bleck C., van Rießen A., Knopp R. (ed.). Alter und Pflege im Sozialraum: theoretische Erwartungen und empirische Bewertungen. Springer-Verlag, 2017. 134 p.
15. Biniok P., Menke I. Societal participation of the elderly: Information and communication technologies as a “Social Junction” // *Anthropology & Aging*, 2015, vol. 36, no. 2, pp. 164-181. <https://doi.org/10.5195/aa.2015.102>
16. Biniok P., Menke I., Selke S. Social inclusion of elderly people in rural areas by social and technological mechanisms // *Ageing and technology*, 2016, pp. 93.

17. Biniok P., Menke I., Selke S. Social Inclusion of Elderly People in Rural Areas by Social and Technological Mechanisms // In Domínguez-Rué E. & Nierling L. (Eds.), *Ageing and Technology: Perspectives from the Social Sciences*, 2016, pp. 93-118. <http://www.jstor.org/stable/j.ctv1xxrd.7>
18. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. (). *Sechster Bericht zur Lage der älteren Generation in der Bundesrepublik Deutschland // Altersbilder in der Gesellschaft und Stellungnahme der Bundesregierung. (Drucksache / Deutscher Bundestag, 17/3815)*. Berlin, 2010. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-49788-2>
19. Deutscher Verein für öffentliche und private Fürsorge e.V. *Eckpunkte des Deutschen Vereins für einen inklusiven Sozialraum*. 2011. <https://www.indiwi.de/wp-content/uploads/2015/11/DV-35-11-2.pdf>
20. Drilling M., Oehler P. (ed.). *Soziale Arbeit und Stadtentwicklung: Forschungsperspektiven, Handlungsfelder, Herausforderungen*. Springer-Verlag, 2013. 178 p.
21. Beck I., Greving H. *Lebenslage und Lebensbewältigung*. Kohlhammer Verlag, 2012. 178 p.
22. Graumann S., Offergeld J. *SeniorInnen in besonderen Lebenslagen - AdressatInnen Sozialer Arbeit?* // In K. Böllert, N. Alfert & M. Humme (Hrsg.), *Soziale Arbeit in der Krise*. Wiesbaden: Springer VS, 2013, pp. 185-200.
23. Klemm K. *Inklusion in Deutschland – eine bildungspolitische Analyse*, Gütersloh. Gütersloh: Bertelsmann, 2013. 156 p.
24. Jepkens K., Scholten L., van Rießen A. *Integration im Sozialraum: Theoretische Konzepte und empirische Bewertungen*. Springer Fachmedien Wiesbaden; Springer VS, 2020, 442 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-28202-8>
25. Eichler T.A.A., Holz G. *Inklusive Gesellschaft – Teilhabe in Deutschland: Aelter werden in Quartier – Sozialraumorientierte Unterstützung älterer Menschen*.-Frankfurt am Main, 2014. 136 pp.
26. Landtag N. R. W. *Gesetzentwurf der Landesregierung: Gesetz zur Stärkung von Bildung und Erziehung. Schulrechtsänderungsgesetz*, 2003.
27. Reiser H. *Wege und Irrwege zur Integration // Integration und Sonderpädagogik. Referate der.*, 1991, pp. 13-33.
28. Van Rießen A. *Nutzen, Nicht-Nutzen und Nutzung Sozialer Arbeit: Theoretische Perspektiven und Empirische Erkenntnisse Subjektorientierter Forschungsperspektiven*. Springer-Verlag, 2020, 123 p.
29. Schallenberg-Diekmann R. et al. *Handbuch Inklusion: Grundlagen vorurteilsbewusster Bildung und Erziehung*. Verlag Herder GmbH, 2018, pp.145-148.
30. Seifert A., Misoch S. *Ältere Personen in der digitalen Gesellschaft // SozialAktuell*, 2016, vol. 48, no. 7/8, pp. 34-35. <https://www.ost.ch/fileadmin/>

dateiliste/3_forschung_dienstleistung/institute/iaf/publikationen/aelt._pers._in_der_dig_gesel.pdf

31. Technische Lösungen im Alter als Brücke zum Sozialen Nahraum // Hrsg. Kaiser P. Alter und Pflege im Sozialraum. Springer VS, Wiesbaden, 2018, pp. 283-302.

References

1. Grigoreva I.A., Bershadsкая L.A., Dmitrieva A.V. *Zhurnal sotsiologii i sotsialnoy antropologii*, 2014, vol. 17, no. 3, pp. 151-167.
2. Zamaraeva Z.P. *Vestnik Uchebno-metodicheskogo obединeniya vuzov Rossii po obrazovaniyu v oblasti sotsial'noy raboty*, 2014, no. 1, pp. 103-114.
3. Gabruk V.V., Shlychkova M.V. *Russian Journal of Education and Psychology*, 2014, no. 5 (37). <https://doi.org/10.12731/2218-7405-2014-5-4>
4. Klimatskaya L.G., Shpakov A.I., Zaytseva O.I., Furyaeva T.V. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2020, vol. 1, no. 3, pp. 94-107. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-3-94-107>
5. Kolpina L.V. *Sotsiologicheskie issledovaniya*, 2015, no. 5, pp. 72-77. <http://so-cis.isras.ru/article.html?id=5219>
6. Kurmysheva L.K. *Psikhologiya, sotsiologiya i pedagogika*, 2015, no. 3, pp. 98-102. <https://psychology.snauka.ru/2015/03/4491>
7. Startseva O.N., Ilnitskiy A.N. *Eydzhizm i ego preodolenie v statsionarnyykh uchrezhdeniyakh sotsial'nogo obsluzhivaniya: metodicheskie rekomendatsii* [Ageism and its overcoming in stationary social service institutions: guidelines]. M., 2018, 43 p.
8. *Rasporyazhenie P. R. F. ot 05.02.2016 № 164-r «Ob utverzhdenii Strategii deystviy v interesakh grazhdan starshego pokoleniya v Rossiyskoy Federatsii do 2025 goda»* [Order of P.R.F. from 05.02.2016 № 164-r “On approval of the Strategy of actions in the interests of citizens of the older generation in the Russian Federation until 2025”]. <https://mintrud.gov.ru/docs/government/173>
9. Furyaeva T.V. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2017, vol. 7, no. 6, pp. 152-174. <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1706.10>
10. Furyaeva T.V. *Modeli inklyuzivnogo obrazovaniya : uchebnoe posobie dlya bakalavriata i magistratury* [Models of Inclusive Education: A Study Guide for Undergraduate and Graduate Degrees]. Moscow: Yurayt Publ., 2019, 176 p.
11. Amann A. *Alter und Zukunft. Wissen und Gestalten. Forschungsexpertise zu einem Bundesplan für Seniorinnen und Senioren*. Wien, 2012, 78 p.
12. Balz H.J., Benz B., Kuhlmann C. (Soziale) Inklusion–Zugänge und paradigmatische Differenzen. *Soziale Inklusion*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2012. pp. 1-9.

13. Butler R.N. Age-Ism: Another Form of Bigotry. *The gerontologist*, 1969, vol. 9, no. 4, part 1, pp. 243-246. https://doi.org/10.1093/geront/9.4_Part_1.243
14. Bleck C., van Rießen A., Knopp R. (ed.). *Alter und Pflege im Sozialraum: theoretische Erwartungen und empirische Bewertungen*. Springer-Verlag, 2017. 134 p.
15. Biniok P., Menke I. Societal participation of the elderly: Information and communication technologies as a “Social Junction”. *Anthropology & Aging*, 2015, vol. 36, no. 2, pp. 164-181. <https://doi.org/10.5195/aa.2015.102>
16. Biniok P., Menke I., Selke S. Social inclusion of elderly people in rural areas by social and technological mechanisms. *Ageing and technology*, 2016, pp. 93.
17. Biniok P., Menke I., Selke S. Social Inclusion of Elderly People in Rural Areas by Social and Technological Mechanisms. In Domínguez-Rué E. & Nierling L. (Eds.), *Ageing and Technology: Perspectives from the Social Sciences*, 2016, pp. 93-118. <http://www.jstor.org/stable/j.ctv1xxrwd.7>
18. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Sechster Bericht zur Lage der älteren Generation in der Bundesrepublik Deutschland. Altersbilder in der Gesellschaft und Stellungnahme der Bundesregierung. (Drucksache / Deutscher Bundestag, 17/3815). Berlin, 2010. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-49788-2>
19. Deutscher Verein für öffentliche und private Fürsorge e.V. Eckpunkte des Deutschen Vereins für einen inklusiven Sozialraum. 2011. <https://www.indiwi.de/wp-content/uploads/2015/11/DV-35-11-2.pdf>
20. Drilling M., Oehler P. (ed.). *Soziale Arbeit und Stadtentwicklung: Forschungsperspektiven, Handlungsfelder, Herausforderungen*. Springer-Verlag, 2013. 178 p.
21. Beck I., Greving H. *Lebenslage und Lebensbewältigung*. Kohlhammer Verlag, 2012. 178 p.
22. Graumann S., Offergeld J. SeniorInnen in besonderen Lebenslagen - AdressatInnen Sozialer Arbeit? In K. Böllert, N. Alfert & M. Humme (Hrsg.), *Soziale Arbeit in der Krise*. Wiesbaden: Springer VS, 2013, pp. 185-200.
23. Klemm K. *Inklusion in Deutschland – eine bildungspolitische Analyse*, Gütersloh. Gütersloh: Bertelsmann, 2013. 156 p.
24. Jepkens K., Scholten L., van Rießen A. *Integration im Sozialraum: Theoretische Konzepte und empirische Bewertungen*. Springer Fachmedien Wiesbaden; Springer VS, 2020, 442 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-28202-8>
25. Eichler T.A.A., Holz G. *Inklusive Gesellschaft – Teilhabe in Deutschland: Aelter werden in Quartier – Sozialraumorientierte Unterstützung älterer Menschen*.-Frankfurt am Main, 2014. 136 pp.
26. Landtag N. R. W. *Gesetzentwurf der Landesregierung: Gesetz zur Stärkung von Bildung und Erziehung. Schulrechtsänderungsgesetz*, 2003.

27. Reiser H. Wege und Irrwege zur Integration. *Integration und Sonderpädagogik. Referate der.*, 1991, pp. 13-33.
28. Van Rießen A. Nutzen, Nicht-Nutzen und Nutzung Sozialer Arbeit: Theoretische Perspektiven und Empirische Erkenntnisse Subjektorientierter Forschungsperspektiven. Springer-Verlag, 2020, 123 p.
29. Schallenberg-Diekmann R. et al. Handbuch Inklusion: Grundlagen vorurteilsbewusster Bildung und Erziehung. Verlag Herder GmbH, 2018, pp.145-148.
30. Seifert A., Misoch S. Ältere Personen in der digitalen Gesellschaft. *SozialAktuell*, 2016, vol. 48, no. 7/8, pp. 34-35. https://www.ost.ch/fileadmin/dateiliste/3_forschung_dienstleistung/institute/iaf/publikationen/aelt_pers_in_der_dig_gesel.pdf
31. Technische Lösungen im Alter als Brücke zum Sozialen Nahraum. Hrsg. Kaiser P. *Alter und Pflege im Sozialraum*. Springer VS, Wiesbaden, 2018, pp. 283-302.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Фуряева Татьяна Васильевна, д-р пед. наук, профессор, зав. кафедрой социальной педагогики и социальной работы
Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева
ул. Ады Лебедевой, 89, г. Красноярск, 660049, Российская Федерация
tat.fur130@mail.ru

Климацкая Людмила Георгиевна, д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры социальной педагогики и социальной работы
Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева
ул. Ады Лебедевой, 89, г. Красноярск, 660049, Российская Федерация
klimatskaya47@mail.ru

Фуряев Евгений Адольфович, канд. биол. наук, доцент кафедры высшей математики и компьютерного моделирования
Красноярский государственный аграрный университет пр. Мира, 90, г. Красноярск, 660049, Российская Федерация
evg.fur130@mail.ru

Шпаков Андрей Иванович, канд. мед. наук, доцент кафедры теории физической культуры и спортивной медицины
Гродненский государственный университет им. Янки Купалы ул. Ожешко, 22, г. Гродно, 230023, Республика Беларусь
shprakoff@tut.by

DATA ABOUT THE AUTHORS

Furiaeva Tatiana V., Dr. Sc. (Pedagogy), Professor, Head of the Department of Social Pedagogy and Social Work

*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev
89, Ada Lebedeva Str., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
tat.fur130@mail.ru*

ORCID: 0000-0002-7709-1102

Klimatckaia Liudmila G., Dr. Sc. (Medicine), Professor, Professor of the Department of Social Pedagogy and Social Work

*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev
89, Ada Lebedeva Str., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
klimatskaya47@mail.ru*

ORCID: 0000-0001-8926-2901

Furyaev Evgeny A., Cand. Sc. (Biology), Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Computer Modeling

*Krasnoyarsk State Agrarian University
90, Mira Ave., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
evg.fur130@mail.ru*

Shpakou Andrei I., Cand. Sc. (Medicine), Associate Professor of the Department of Theory of Physical Culture and Sports Medicine

*Yanka Kupala State University of Grodno
22, Ozheshko Str., Grodno, 230023, Republic of Belarus
shpakofff@tut.by*

ORCID: 0000-0003-4340-5211

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научно-практический рецензируемый журнал **Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture** издается с целью пропаганды фундаментальных и фундаментально-прикладных региональных достижений в области медицины, химии, биологии, сельского хозяйства и смежных дисциплин на территории Российской Федерации и за рубежом.

Требования к оформлению статей

Объем рукописи	7-24 страницы формата А4, включая таблицы, иллюстрации, список литературы; для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук – 7-10.
Поля	все поля – по 20 мм
Шрифт основного текста	Times New Roman
Размер шрифта основного текста	14 пт
Межстрочный интервал	полutorный
Отступ первой строки абзаца	1,25 см
Выравнивание текста	по ширине
Автоматическая расстановка переносов	включена
Нумерация страниц	не ведется
Формулы	в редакторе формул MS Equation 3.0
Рисунки	по тексту
Ссылки на формулу	(1)
Ссылки на литературу	[2, с.5], цитируемая литература приводится общим списком в конце статьи в порядке упоминания

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ
ССЫЛКИ-СНОСКИ ДЛЯ УКАЗАНИЯ
ИСТОЧНИКОВ**

Обязательная структура статьи

УДК

ЗАГЛАВИЕ (на русском языке)

Автор(ы): фамилия и инициалы (на русском языке)

Аннотация (на русском языке)

Ключевые слова: отделяются друг от друга точкой с запятой
(на русском языке)

ЗАГЛАВИЕ (на английском языке)

Автор(ы): фамилия и инициалы (на английском языке)

Аннотация (на английском языке)

Ключевые слова: отделяются друг от друга точкой с запятой
(на английском языке)

Текст статьи (на русском языке)

- 1. Введение.**
- 2. Цель работы.**
- 3. Материалы и методы исследования.**
- 4. Результаты исследования и их обсуждение.**
- 5. Заключение.**
- 6. Информация о конфликте интересов.**
- 7. Информация о спонсорстве.**
- 8. Благодарности.**

Список литературы

Библиографический список по ГОСТ Р 7.05-2008

References

Библиографическое описание согласно требованиям журнала

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Фамилия, имя, отчество полностью, должность, ученая степень, ученое звание

Полное название организации – место работы (учебы) в именительном падеже без составных частей названий организаций, полный юридический адрес организации в следующей последовательности: улица, дом, город, индекс, страна (на русском языке)

Электронный адрес

SPIN-код в SCIENCE INDEX:

DATA ABOUT THE AUTHORS

Фамилия, имя, отчество полностью, должность, ученая степень, ученое звание

Полное название организации – место работы (учебы) в именительном падеже без составных частей названий организаций, полный юридический адрес организации в следующей последовательности: дом, улица, город, индекс, страна (на английском языке)

Электронный адрес

AUTHOR GUIDELINES

Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture is a multi-field dedicated peer reviewed scientific journal designed to promote both fundamental and applied regional achievements in the field of medicine, chemistry, biology, agriculture and related sciences on the territory of the Russian Federation and abroad.

Requirements for the articles to be published

Volume of the manuscript	7-24 pages A4 format, including tables, figures, references; for post-graduates pursuing degrees of candidate and doctor of sciences – 7–10.
Margins	all margins –20 mm each
Main text font	Times New Roman
Main text size	14 pt
Line spacing	1.5 interval
First line indent	1,25 cm
Text align	justify
Automatic hyphenation	turned on
Page numbering	turned off
Formulas	in formula processor MS Equation 3.0
Figures	in the text
References to a formula	(1)
References to the sources	[2, p.5], references are given in a single list at the end of the manuscript in the order in which they appear in the text

DO NOT USE FOOTNOTES
AS REFERENCES

Article structure requirements

TITLE (in English)

Author(s): surname and initials (in English)

Abstract (in English)

Keywords: separated with semicolon (in English)

Text of the article (in English)

1. Introduction.

2. Objective.

3. Materials and methods.

4. Results of the research and Discussion.

5. Conclusion.

6. Conflict of interest information.

7. Sponsorship information.

8. Acknowledgments.

References

References text type should be Chicago Manual of Style

DATA ABOUT THE AUTHORS

Surname, first name (and patronymic) in full, job title, academic degree, academic title

Full name of the organization – place of employment (or study) without compound parts of the organizations' names, full registered address of the organization in the following sequence: street, building, city, postcode, country

E-mail address

SPIN-code in SCIENCE INDEX:

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

АКТИВНОСТЬ И ИЗОФЕРМЕНТНЫЙ СОСТАВ
ПЕРОКСИДАЗЫ В ХВОЕ СОСНЫ (PINUS SYLVESTRIS L.)
В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ ЭМИССИЯМИ
РАЗНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И АВТОТРАНСПОРТА
**О.В. Калугина, Т.А. Михайлова, Л.В. Афанасьева,
О.В. Шергина** 11

АНАЛИЗ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ СОИ
КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ
СКОРОСПЕЛОСТИ
**А.И. Катышев, Н.Б. Катышева, И.В. Федосеева,
А.В. Поморцев, В.Н. Дорофеев** 35

ВНУТРЕННИЕ БОЛЕЗНИ

ДИАГНОСТИКА РАННЕГО РАКА ЖЕЛУДКА
ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ
ПО КЛИНИКО-АНАМНЕСТИЧЕСКИМ
И ЛАБОРАТОРНЫМ ДАННЫМ
**О.В. Смирнова, О.Л. Москаленко, В.В. Цуканов, Э.В. Каспаров,
А.А. Сняжков, Н.Г. Елманова, Е.С. Овчаренко** 58

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ДИАГНОСТИКИ СТРОНГИЛОИДОЗА
У ПАЦИЕНТА В ХРОНИЧЕСКОМ КРИТИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ
НА ФОНЕ ТЯЖЕЛОГО ПОРАЖЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА
**М.Г. Самчук, О.Г. Панасенкова, А.В. Яковлева,
А.А. Яковлев, И.Г. Щелкунова** 78

БИОМЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

АНТИМИКРОБНЫЙ ЭФФЕКТ МОНО- И БИЯДЕРНЫХ
ИОДИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПЛАТИНЫ И ПАЛЛАДИЯ
О.В. Салищева, А.Ю. Просеков 94

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ГИГИЕНА ТРУДА

- БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА В СВЕТЕ
СОВРЕМЕННОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ПОВЕСТКИ
Е.Н. Бояров, С.В. Абрамова, Д.А. Гершинкова 111

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- COMPARISON OF SOME LINEAR BODY
MEASUREMENT TRAITS OF LOCAL AND COMMERCIAL
CHICKEN BREEDS OF SOUTH AFRICA
**Thobela Louis Tyasi, Khomotso Mashiloane,
Kwena Mokoena** 134

- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ МАНИОКА МЕТОДАМИ
КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ
С.Н. Терещенко, А.А. Перов, А.Л. Осипов 144

- ПРОДУКТИВНЫЕ И НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСОБЕННОСТИ ГЕНОФОНДНОЙ ПОРОДЫ СКОТА САЛЕРС
В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
О.М. Шевелёва, М.А. Часовщикова, С.Ф. Суханова 156

- ЛАНДШАФТНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ
СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ В БАЛКЕ «ОТРАДНОЙ»
Д.К. Сучков, О.В. Рулева 174

**ЗДРАВООХРАНЕНИЕ
И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА**

- АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ С УЧЕТОМ ОПЫТА РЕСПУБЛИКИ
БАШКОРТОСТАН
Т.В. Ермоленко, И.А. Биккинин 195

- ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННЫХ РЕЗЕРВОВ СЕРДЦА СТУДЕНТОВ
МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА В ДИНАМИКЕ ОБУЧЕНИЯ
**А.К. Мартусевич, И.В. Бочарин, Л.Р. Диленин,
Я.В. Киселев** 208

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО СТРЕССА НА УРОВЕНЬ СИТУАТИВНОЙ И ЛИЧНОСТНОЙ ТРЕВОЖНОСТИ СТУДЕНТОВ Т.В. Рустамова	222
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТОВ ПРОФИЛАКТИКИ НАКОПЛЕННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ИНДЕКСИРОВАНИЯ ПОТЕРЬ И ПРИОБРЕТЕНИЙ И.Ю. Худогов, П.П. Пивненко, А.С. Иванов, А.Д. Чумаян, К.Н. Ляшенко, Д.П. Марчук	237
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	
МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА С.П. Драган, А.В. Богомолов	259
ЦЕННОСТНЫЕ ОРИЕНТАЦИИ ОРДИНАТОРОВ КАК ОСНОВА ИХ ДЕОНТОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В.А. Аверин, Е.Р. Зинкевич, О.С. Кульбах	279
ИНКЛЮЗИВНЫЙ ПОДХОД В РАБОТЕ С ПОЖИЛЫМИ ЛЮДЬМИ. МОДЕЛИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ГЕРОНТОЛОГИЧЕСКОГО ЭЙДЖИЗМА Т.В. Фуряева, Л.Г. Климацкая, Е.А. Фуряев, А.И. Шпаков	297
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	315

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES

- ACTIVITY AND ISOZYME COMPOSITION
OF PEROXIDASE IN SCOTS PINE (PINUS SYLVESTRIS L.)
NEEDLES EFFECTED BY TECHNOGENIC EMISSIONS
FROM VARIOUS ENTERPRISES AND VEHICLES
**O.V. Kalugina, T.A. Mikhailova, L.V. Afanasyeva,
O.V. Shergina** 11
- ANALYSIS OF DIFFERENTIAL EXPRESSION
OF SOYBEAN GENES AS BASIS FOR DEVELOPMENT
OF GENETIC MARKERS OF EARLY RIPENING
**A.I. Katyshev, N.B. Katysheva, I.V. Fedoseeva,
A.B. Pomortsev, V.N. Dorofeev** 35

INTERNAL MEDICINE

- DIAGNOSTICS OF EARLY GASTRIC CANCER
OF THE ADULT POPULATION OF KRASNOYARSK
TERRITORY BY CLINICAL ANAMNESTIC
AND LABORATORY DATA
**O.V. Smirnova, O.L. Moskalenko, V.V. Tsukanov,
E.V. Kasparov, A.A. Sinyakov, N.G. Elmanova, E.S. Ovcharenko** 58
- A CLINICAL CASE OF DIAGNOSIS OF STRONGYLOIDOSIS
IN A PATIENT IN A CHRONIC CRITICAL ILLNESS AGAINST
A BACKGROUND OF SEVERE BRAIN DAMAGE
**M.G. Samchuk, O.G. Panasenkova, A.V. Yakovleva,
A.A. Yakovlev, I.G. Shchelkunova** 78

BIOMEDICAL CHEMISTRY

- ANTIBACTERIAL EFFECT OF IODIDE PLATINUM
AND PALLADIUM COMPLEXES
O.V. Salishcheva, A.Yu. Prosekov 94

ENVIRONMENTAL AND OCCUPATIONAL HEALTH

HUMAN SECURITY IN THE LIGHT OF THE CURRENT CLIMATE AGENDA E.N. Boyarov, S.V. Abramova, D.A. Gershinkova	111
--	-----

AGRICULTURAL SCIENCES

COMPARISON OF SOME LINEAR BODY MEASUREMENT TRAITS OF LOCAL AND COMMERCIAL CHICKEN BREEDS OF SOUTH AFRICA Thobela Louis Tyasi, Khomotso Mashiloane, Kwena Mokoena	134
--	-----

DETECT OF CASSAVA DISEASES BY COMPUTER VISION METHODS S.N. Tereshchenko, A.A. Perov, A.L. Osipov	144
---	-----

PRODUCTIVE AND SOME BIOLOGICAL FEATURES OF THE SALERS CATTLE GENE POOL IN THE CONDITIONS OF WESTERN SIBERIA O.M. Sheveleva, M.A. Chasovshchikova, S.F. Sukhanova	156
--	-----

LANDSCAPE-GEOGRAPHICAL APPROACH TO ASSESSMENT THE STATE OF PLANTINGS IN THE 'OTRADNAYA' BEAM D.K. Suchkov, O.V. Ruleva	174
--	-----

PUBLIC HEALTH AND PREVENTIVE MEDICINE

ACTUAL PROBLEMS OF HEALTHCARE FINANCING TAKING INTO ACCOUNT THE EXPERIENCE OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN T.V. Ermolenko, I.A. Bikinin	195
--	-----

THE STUDY OF ADAPTATION RESERVES OF THE HEART IN MEDICAL STUDENTS DURING EDUCATION A.K. Martusevich, I.V. Bocharin, L.R. Dilenyay, Y.V. Kiseliv	208
--	-----

COMPARATIVE ANALYSIS OF INFLUENCE EXAMINATION STRESS AT THE LEVEL OF SITUATIVE AND PERSONAL CONCERN OF STUDENTS T.V. Rustamova	222
ACCUMULATED MORBIDITY PREVENTION PRIORITIES DETERMINING BY LOSSES AND ACQUISITIONS INDEXING I.Yu. Khudonogov, P.P. Pivnenko, A.S. Ivanov, A.D. Chumayan, K.N. Lyashenko, D.P. Marchuk	237
INTERDISCIPLINARY RESEARCH	
METHODS FOR MONITORING HUMAN LIFE SAFETY WHEN EXPOSED TO TRANSPORT NOISE S.P. Dragan, A.V. Bogomolov	259
VALUE ORIENTATIONS OF RESIDENTS PHYSICIANS AS THE BASIS OF THEIR DEONTOLOGICAL CULTURE W.A. Averin, E.R. Zinkevich, O.S. Kulbakh	279
INCLUSIVE APPROACH IN WORKING WITH THE OLDER PEOPLE. MODELS FOR OVERCOMING GERONTOLOGICAL AGISM T.V. Furyaeva, L.G. Klimatckaia, E.A. Furyaev, A.I. Shpakou	297
RULES FOR AUTHORS	315

Подписано в печать 28.02.2021. Дата выхода в свет 28.02.2021. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 23,22. Тираж 5000 экз. Свободная цена. Заказ SJLSA113/019. Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии «Издательство «Авторская Мастерская». Адрес типографии: ул. Пресненский Вал, д. 27 стр. 24, г. Москва, 123557 Россия.