

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-6-1015

EDN: FGXUYZ

УДК 502.51:556.52(571.1)



Научная статья

ТРАНСГРАНИЧНАЯ РЕКА ИРТЫШ КАК ИСТОЧНИК ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

О.П. Баженова, В.В. Костерова, А.М. Адам

Аннотация

Состояние вопроса. Река Иртыш является важным водным ресурсом для трех стран, по территории которых она протекает – Китай, Казахстан, Россия. Она является поставщиком ценных экосистемных услуг, объем которых напрямую зависит от хозяйственной деятельности стран-пользователей. Для повышения эффективности использования водных ресурсов в рамках концепции устойчивого развития ООН предлагает применять экосистемный подход. Анализ литературы по данному вопросу показал, что оценка российского участка р. Иртыш с точки зрения предоставления ею экосистемных услуг на сегодняшний день еще не проводилась. Цель исследования состояла в том, чтобы определить состав, содержание и объемы экосистемных услуг российского участка трансграничной реки Иртыш.

Материалы и методы. Состав и содержание экосистемных услуг реки Иртыш были определены с помощью методики ООН (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Информация была собрана из официальных Интернет-источников и рецензируемых журналов.

Результаты. Исследование показало, что российский участок Иртыша, охватывающий его среднее и нижнее течение, предоставляет все виды экосистемных услуг. Из числа ресурсообеспечивающих услуг реки приоритет в хозяйственном отношении имеют забор воды и добыча песка, объемы которых достигли максимально возможного уровня. Выявлен высокий потенциал в развитии отдельных видов ресурсообеспечивающих и культурных экосистемных услуг. Раскрыто значение и содержание регулирующих и поддерживающих экосистемных услуг Иртыша, обозначена их роль в сохранении биологического разнообразия посредством функционирования особо охраняемых природных территорий, расположенных вблизи реки.

Заключение. Результаты могут быть применены для реализации потенциала экосистемных услуг реки Иртыш и повышения эффективности ее управления.

Ключевые слова: устойчивое развитие; экосистемные услуги; водные объекты; река Иртыш; Западная Сибирь

Для цитирования. Баженова О.П., Костерова В.В., Адам А.М. Трансграничная река Иртыш как источник экосистемных услуг // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №6. С. 103-126. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-6-1015

Original article

TRANSBOUNDARY IRTYSH RIVER AS A SOURCE OF ECOSYSTEM SERVICES

O.P. Bazhenova, V.V. Kosterova, A.M. Adam

Abstract

Background. The Irtysh River is an important water resource for the three countries through whose territory it flows – China, Kazakhstan, and Russia. It is a supplier of valuable ecosystem services, the volume of which directly depends on the economic activities of user countries. To improve the efficiency of water resource use within the framework of the concept of sustainable development, the UN proposes to use an ecosystem approach. An analysis of the literature on this issue showed that an assessment of the Russian section of the Irtysh River from the point of view of its provision of ecosystem services has not yet been carried out. The purpose of the research was to determine the composition, content and volumes of ecosystem services in the Russian section of the transboundary Irtysh River.

Materials and methods. The composition and content of ecosystem services of the Irtysh River were determined using the UN methodology (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Information was gathered from official Internet sources and peer-reviewed journals.

Results. The study showed that the Russian section of the Irtysh, covering its middle and lower reaches, provides all types of ecosystem services. Among the resource-providing services of the river, economic priority is given to water intake and sand extraction, the volumes of which have reached the maximum possible level. High potential for the development of certain types of resource-providing and cultural ecosystem services has been identified. The significance and content of the regulating and supporting ecosystem services of the Irtysh are revealed, their

role in the conservation of biological diversity through the functioning of specially protected natural areas located near the river is outlined.

Conclusion. The results can be applied to realize the potential of ecosystem services of the Irtysh River and improve the efficiency of its management.

Keywords: sustainable development; ecosystem services; water bodies; Irtysh River; West Siberia

For citation. Bazhenova O.P., Kosterova V.V., Adam A.M. Transboundary Irtysh River as a Source of Ecosystem Services. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2024, vol. 16, no. 6, pp. 103-126. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-6-1015

Введение

Иртыш – трансграничная река, протекающая по территории трех государств: Китая, Казахстана и России. Она является важным водным ресурсом для обеспечения населения питьевой водой и имеет наибольшее значение в социальной, экономической, промышленной, энергетической и ирригационной деятельности этих стран [27; 45]. Река Иртыш – самая длинная река-приток в мире, общая длина ее составляет 4212 км (по другим данным – 4248 км [47]), в том числе в пределах Китая – 527 км, Казахстана – 1637 км и России – 2048 км. Общая площадь бассейна составляет 1,6 млн км², в т. ч. в пределах России – 0,7 млн км² или 43,75 % [13]. На территории России Иртыш протекает по Омской и Тюменской областям, включая Ханты-Мансийский АО. Границу с Казахстаном река пересекает в Омской области в районе с. Татарка (рис. 1):



Рис. 1. Карта-схема трансграничной реки Иртыш

Возрастающее воздействие деятельности человека и глобальные изменения климата привели к значительным колебаниям стока Иртыша с конца XX века, что представляет существенную угрозу для обеспечения водой населения и экономики стран-пользователей [47]. Российский участок Иртыша простирается от 53°47'40.2» N 75°02'04.8» E на границе с Казахстаном до 61°04'50" N 68°49'50" E в устье и охватывает его среднее и нижнее течение, именно здесь наиболее полно проявляются все антропогенные воздействия, оказываемые на экосистему трансграничной реки [9].

Спрос на воду в бассейне Иртыша быстро растет, что приводит к таким проблемам, как распределение воды между странами-пользователями, трансграничное воздействие на окружающую среду и поддержание экологической безопасности. Особенно значительно на водность реки повлияло создание в ее верхнем течении на территории Казахстана каскада ГЭС [12].

В рамках концепции устойчивого развития особое значение в отношении управления водными ресурсами имеет экосистемный подход. Важным условием реализации такого подхода является изучение состава и объемов экосистемных услуг, предоставляемых водными объектами [41].

Экосистемные услуги – это выгоды, которые люди получают от экосистем, включая ресурсообеспечивающие, поддерживающие, регулирующие и культурные услуги [46]. Концепция экосистемных услуг предлагает новое видение связи между социально-экономическими и природными экосистемами, предлагая комплексную основу для определения более широкого списка выгод, связанных с водными ресурсами. Существующий объем экосистемных услуг, оказываемых водными объектами, не может удовлетворить возрастающие потребности человеческого общества. По оценкам ведущих гидрологов в 2035–2045 гг. мировая ситуация дефицита пресной воды станет критической [14; 15]. В связи с этим, оценка объема и качества экосистемных услуг водных объектов является весьма актуальной.

Оценка уровня реализации потенциала экосистемных услуг водными объектами региона способствует повышению эффективности управления процессами регионального развития [10; 22]. Однако, существующие методические подходы не учитывают весь спектр услуг, предоставляемых водными экосистемами, особенно их активной частью – биоценозами. Кроме того, в современных условиях развивающейся во всем мире антропогенной эвтрофикации поверхностных вод суши возникают новые услуги водных экосистем: увеличение биоразнообразия первичных продуцентов на начальных этапах эвтрофикации; перенос биомассы реками, текущими с

юга на север, в малопродуктивные экосистемы высоких широт, повышенный уровень углерододепонирования и др. [10].

Существующие модели водных экосистем до сих пор практически не исследованы в контексте взаимосвязи экосистемных услуг и устойчивого развития. При этом приоритет экономических целей над экологическими в управлении водными ресурсами региона может угрожать региональной безопасности, усиливая конфликт между экологическими и социально-экономическими аспектами устойчивого развития [41].

Цель работы

Оценить состав, содержание и объемы экосистемных услуг российской участка трансграничной реки Иртыш.

При проведении исследования использована классификация экосистемных услуг ООН [46]. Для написания статьи использовались данные из официальных источников (портал Правительства Омской области [32], портал органов государственной власти Тюменской области [31], Федеральный информационный портал «Вода России» [13]) и рецензируемых журналов.

Результаты исследования и обсуждение

Общепринятая классификация экосистемных услуг в настоящее время отсутствует, наиболее широко используемой является международная классификация ООН, представленная в Докладе «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» (The Millennium Ecosystem) [46]. Для анализа состава и содержания экосистемных услуг, предоставляемых рекой Иртыш, были использованы 4 основные категории из классификации ООН: ресурсообеспечивающие, регулирующие, поддерживающие и культурные.

С точки зрения приоритетности экосистемных услуг, оказываемых водными объектами для осуществления хозяйственной деятельности, ведущее место принадлежит ресурсообеспечивающим. Сущность данного вида услуг состоит в том, что водные объекты рассматриваются, прежде всего, как источник полезных продуктов и инфраструктурная среда:

- техническая и питьевая вода;
- биоресурсы, употребляемые в пищу (рыба, водоросли, моллюски и т.п.);
- пищевые добавки и косметические компоненты, получаемые из водных биоресурсов;
- лечебные (минеральная вода и грязи) и генетические ресурсы;
- органические удобрения (фитомасса водорослей, сапропель);
- драгоценные материалы (жемчуг и пр.);

- речной песок и гравий;
- грузоперевозки с помощью речного транспорта.

Из приведенного общего перечня ресурсообеспечивающих услуг, выделенных ранее для водных объектов бассейна Иртыша [22], российский участок трансграничной реки Иртыш является источником технической и питьевой воды, рыбы, генетических ресурсов, речного песка и гравия, а также используется для осуществления грузоперевозок. Далее рассмотрим более подробно содержание и объемы этих экосистемных услуг реки.

Важнейшей экосистемной услугой Иртыша является питьевое и промышленное водоснабжение множества населенных пунктов и городов, расположенных по течению реки. В 2022 г. водозабор из Иртыша в целом составил 2261,7 млн м³ или 19,0 % от общего забора воды из бассейна Карского моря [13]. Иртыш является единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения крупного промышленного центра – города-миллионника Омска. В южной части Омской области Иртыш обеспечивает водой более полумиллиона сельских жителей, проживающих в левобережной части реки [25]. Фактический объем забора пресной воды из водных объектов в Омской области в 2022 г. составил 213,35 млн м³, в том числе из поверхностных вод (среди которых основным является р. Иртыш) – 206,17 млн м³. За пятилетний период (2018–2022 гг.) общий объем забора пресной воды из поверхностных водных объектов региона увеличился на 0,37 % за счет деятельности АО «ОмскВодоканал» [17]. Забор воды из Иртыша в Тюменской области в 2022 г. составил 48,19 млн м³/год и по сравнению с 2021 г. также увеличился на 1,48 млн м³/год [18].

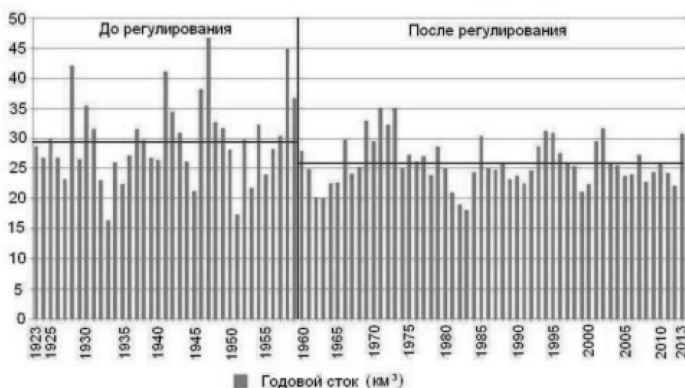


Рис. 2. Изменение годового стока р. Иртыш в районе г. Омска (1923–2013 гг.)

Главной экологической проблемой среднего течения Иртыша на территории Омской области является истощение водных ресурсов, возникшее в результате сочетания возрастающей деятельности человека на фоне глобальных изменений климата. Среднее многолетнее значение стока Иртыша в районе г. Омска после зарегулирования реки на территории Казахстана снизилось на 13 % (рис. 2) [3]:

Водность Иртыша в пределах Омской области в последние годы постепенно уменьшается. Например, в 2022 г. водность была в пределах или ниже нормы на 10 % (табл.) [17]:

Таблица.

Водность р. Иртыш в Омской области в 2022 году

Местоположение гидрологического поста	Средний годовой расход воды за 2022 год, м ³ /с	Средний многолетний расход, м ³ /с (норма)
с. Татарка	777	782
г. Омск	770	844
с. Екатерининское	864	919

В середине июля 2023 г. по данным Росгидромета [30] уровень воды в Иртыше вблизи от границы с Казахстаном, в районе пос. Черлак Омской области, опустился ниже 210 см и достиг критериев опасного гидрометеорологического явления «низкая межень». 29 июля уровень воды здесь составил уже 204 см. Это привело к проблемам с судоходством и водообеспечением в регионе.

К настоящему времени сложилось общепринятое мнение, что одной из главных причин нестабильности речного стока в бассейне Иртыша на период до 2025 г. будет являться антропогенное воздействие, зависящее от темпов освоения орошаемых земель и развития промышленности в Китае и Казахстане. Зарегулирование верхнего Иртыша на территории Казахстана каскадом гидроэлектростанций, забор воды мощными каналами в Китае и Казахстане, разветвленная сеть водоводов к многочисленным населенным пунктам, постоянно возрастающие масштабы добычи песка в русле реки – это лишь краткий перечень деятельности человека в бассейне реки, приведший к существенному истощению ее водных ресурсов [9]. Для решения этой проблемы в 2007 г. было принято решение о возведении низконапорного Красногорского гидроузла ниже г. Омска, который обеспечит подъем уровня воды в реке до оптимальных значений. Строительство гидроузла затянулось на многие годы, но с 2022 г. было возобновлено [17]. Кроме подъема уровня воды в Иртыше, гидроузел положительно повлияет

на возрождение естественного кормопроизводства на пойменных землях и поможет восстановить рыбные запасы за счет нереста в пойменных озерах, воссоединяющихся с рекой в период половодья [26].

Для предотвращения истощения водного ресурса следует также отметить важность такого инструмента экономии воды как внедрение оборотного водоснабжения, особенно на промышленных предприятиях. Здесь ситуация по регионам сложилась неоднозначная. Например, в Омской области по данным 2022 г. объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения за пять лет в среднем уменьшился на 39,32 % (2018 г. – 1223,65 млн м³, 2022 г. – 742,47 млн м³) из-за уменьшения выработки тепло- и электроэнергии на предприятиях Омского филиала АО «ТГК № 11» [17]. В системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения Тюменской области в 2022 г. было задействовано 1740,44 млн м³/год, что на 40,46 млн м³ выше уровня 2021 г, при этом основная доля (99,24%) приходилась на оборотное водоснабжение [18].

Примером положительного влияния на качество воды Иртыша следует отметить опыт акционерного общества «Газпромнефть-ОНПЗ» в г. Омске. В рамках программы экологической модернизации предприятия в 2023 г. крупнейший нефтеперерабатывающий завод в России ввел в эксплуатацию уникальный комплекс биологических очистных сооружений «Биосфера». Благодаря предусмотренным в комплексе инновационным технологиям бережного потребления завод сможет на 70 % снизить использование речной воды [28]. По прогнозам экологов «Биосфера» может уже через два года существенно оздоровить Иртыш, уменьшить объем промышленных сточных вод и снизить нагрузку на реку, что, в свою очередь, благоприятно скажется на состоянии ее гидробиоценозов.

Таким образом, водность российского участка Иртыша в XXI веке имеет тенденцию к снижению, что, несомненно, повлияло на объем ресурсообеспечивающих экосистемных услуг реки в части обеспечения питьевого и промышленного водоснабжения и вызвало ряд действий на государственном и региональном уровнях для решения этой проблемы.

Одним из важных ресурсов, предоставляемых рекой Иртыш, является песок, широко используемый как материально-сырьевая база в стекольной промышленности, строительстве, для отсыпки автомобильных дорог и железнодорожных насыпей, при изготовлении силикатного кирпича и др. [17; 18; 31; 32]. Запасы песка, как в среднем, так и в нижнем течении Иртыша весьма значительны. Большая часть разведанных месторождений строительного песка в Омской области связана с современными ал-

лювиальными отложениями русла Иртыша и его пойменной террасы. По состоянию на 01.01.2023 г. на территории Омской области учтено 52 месторождения песка с общими балансовыми запасами 151 млн 769 тыс. м³, забалансовые запасы составляют еще 29 млн 459 тыс. м³. Предприятиями осваивается более 40 % запасов песков (62 млн 973 тыс. м³) из 27 месторождений, к государственному резерву отнесено еще 25 месторождений с общими балансовыми запасами 88 млн 795 тыс. м³. Регулярно разведываются новые месторождения, например, в 2022 г. ООО «СИМ» разведано Верхне-Новостановское месторождение с общими запасами песка 3 млн 624 тыс. м³ [17].

В Тюменской области по состоянию на 01.01.2021 г. добыча строительного песка и супеси в 2020 г. составила 10 млн м³. В ряде районов региона были открыты месторождения стекольных и формовочных песков, в 2020 г. их добыча составила 59,9 тыс. м³ [18]. Минерально-сырьевая база строительного сырья в регионе развивается опережающими темпами, прирост вновь разведанных запасов превышает уровни годовой добычи.

Однако необходимо отметить, что добыча песка в русловой части реки имеет ряд негативных последствий для водной экосистемы: влияние на рыб и гидробионтов вибрационно-шумового воздействия; изменение батиметрических и гидрологических характеристик русла; повышение мутности, вторичное загрязнение воды и донных отложений; ухудшение гидрохимического режима [2].

В связи с этим, использовать данную экосистемную услугу следует весьма осторожно, с учетом компенсационных мероприятий – запрет на добычу песка в период нереста рыб, организация его добычи в период осенней межени, когда наблюдается минимальная численность рыб, а также постоянный выпуск необходимого объема молоди ценных видов рыб [2]. Учитывая установившиеся высокие объемы добычи песка из Иртыша и угрозу истощения его водных ресурсов, считаем, что потенциал этой ресурсообеспечивающей услуги к настоящему времени исчерпан.

Еще одним важным показателем ресурсообеспечивающих услуг является объем водных биоресурсов, к которым относятся рыба, моллюски, ракообразные, водоросли и т.п. Речная экосистема Иртыша используется в качестве поставщика рыбы, другие виды биоресурсов здесь не добываются. Иртыш является основным источником рыбы среди водных объектов Омской области, но промышленный вылов рыбы из него имеет невысокие объемы. В 2022 г. здесь было добыто 69,27 т рыбы, а годовая продукция рыбы в реке может составить около 200 т. Необходимо отметить, что ры-

баками-любителями в Иртыше вылавливается до 100 т рыбы ежегодно. Таким образом, максимальный вылов рыбы организованными пользователями и рыбаками-любителями может достигать до 125 т, составляя 78 % от их годовой продукции, а в перспективе до 150 т в год, или 94 % от годовой продукции. Организованный промысел на Иртыше в настоящий период слабо развит, осваивается не более 23 % от годовой продукции рыбы. В целях оптимизации рыбного промысла рекомендуется максимизация среднесезонного вылова [19]. Для компенсации ущерба, нанесенного водным биоресурсам хозяйственной деятельностью предприятий, в Омской области регулярно осуществляется выпуск молоди осетровых видов рыб (стерлядь, осетр сибирский), например, в 2022 г. в Иртыш было выпущено более 100 тыс. экземпляров молоди [17].

В Тюменской области вылов рыбы из Иртыша выше, чем в Омской, в 3,6 раза, но фактический объем вылова здесь также значительно меньше рекомендованного: в 2022 г. он составил 249,43 т из 2080,55 установленных квотой. Нужно отметить, что в Тюменской области добываются многие высокоценные виды рыб (осетровые, сиговые), являющиеся уникальными биоресурсами [18].

В целом, ресурсообеспечивающая экосистемная услуга в части добычи рыбы из Иртыша имеет большой потенциал, но не используется в полном объеме. Для решения этой проблемы необходима не только организация рыбного промысла и борьба с браконьерским ловом рыбы, но и проведение научных исследований о современном состоянии рыбных запасов Иртыша.

Генетические ресурсы – это генетический материал растений, животных и микроорганизмов, представляющий фактическую или потенциальную ценность. Они могут использоваться как для базовых исследований с целью понимания природы естественных ресурсов, так и для создания коммерческих продуктов [21]. Генетические ресурсы р. Иртыш понимаются как генофонд всех популяций видов, обитающих в реке. Флора и фауна Иртыша чрезвычайно богата. Особенно высокое видовое богатство присуще планктонным водорослям, по последним данным, в фитопланктоне среднего течения Иртыша найдено 575 видовых и внутривидовых таксонов водорослей (ВВТ) [40], из них редкими являются 127 ВВТ [44]. Фитопланктон нижнего течения реки беднее, чем среднего, в конце XX века в нем насчитывалось 297 ВВТ [11], к настоящему времени в нем найдено 259 ВВТ, из них 115 новых для указанного участка. Следует отметить, что по сравнению с предыдущими исследованиями середины XX–начала XXI

вв. видовое богатство фитопланктона как среднего, так и нижнего течения реки постоянно пополняется [7; 8], что характеризует высокий потенциал генетических ресурсов фитопланктона Иртыша.

Важную часть генетических ресурсов Иртыша составляют зоопланктонные и бентосные организмы. Зоопланктон среднего Иртыша изучался еще в период до зарегулирования реки [20]. По прежним данным [35, 42], в составе зоопланктона Иртыша на территории Омской области найдено 74 вида, из них 17 видов коловраток, 39 – ветвистоусых и 18 – веслоногих ракообразных. В настоящий период структура зоопланктона значительно изменилась, в нем обнаружено всего 17 видов из трех систематических групп: коловратки – 11 видов, ветвистоусые – 4 вида и веслоногие ракообразные – 2 вида. Уменьшение видового состава гидробионтов произошло из-за маловодности последних десятилетий, которое ведет к ухудшению гидрологического режима притоков Иртыша, что препятствует возможности поступления транзитных для реки видов из придаточной системы. Кроме того, на снижение разнообразия гидробионтов большое влияние оказывает загрязнение водоемов [19].

Зообентос среднего Иртыша относительно беден, в нем отмечено 15 видов из 3 классов, наиболее богато в видовом отношении представлены хирономиды (10 таксонов) [19]. При проведении дополнительных исследований в 2016 г. в составе донных животных среднего Иртыша было найдено уже 39 таксонов из 8 групп зообентоса, среди них 27 видов хирономид. Для сравнения, в донных биоценозах р. Иртыш на территории Павлодарской области (Казахстан), непосредственно примыкающей к российскому участку реки, в 2004–2013 гг. было обнаружено 107 видов макробиопозвоночных [16].

Развитие пойменной системы, характерное для бассейна нижнего Иртыша, создает благоприятные условия для развития планктонных и бентосных организмов. В русле Иртыша обнаружено от 55 [38] до 87 видов зоопланктеров [37]. Летняя бентофауна нижнего Иртыша весьма разнообразна и представлена хирономидами, моллюсками, олигохетами, гаммаридами, личинками ручейников, кровососущих комаров, стрекоз и поденок. Доминирующей группой зообентоса являются хирономиды (20–25 видов), образующие основную долю биомассы [37].

В ихтиофауне Иртыша по Омской области с 1980-х годов наблюдаются 19 видов и подвидов рыб. К ним относятся ценные полупроходные (осетр, нельма), туводные (стерлядь, елец, щука, плотва, язь, окунь, налим, серебряный карась), акклиматизанты (лещ, судак, сазан, ротан) и малоценные

непромысловые виды (ерш, щиповка, пескарь, уклейка, сибирская минога). В промысловой статистике в последние годы фигурирует только 9 видов: стерлядь, лещ, плотва, язь, щука, судак, окунь, налим, карась [19]. В настоящее время в Красную Книгу Российской Федерации включен осетр, а в Красную Книгу Омской области включены осетр, нельма, щиповка, подкаменщик сибирский и два вида миног (минога японская и минога сибирская), не относящиеся к объектам промысла [23]. Ихтиофауна нижнего течения Иртыша богаче, чем среднего, представлена 31 видом рыб, из них 24 – аборигены и 7 – интродуценты [37]. В Красную Книгу Тюменской области внесен только осетр сибирский [24].

Таким образом, генетические ресурсы Иртыша обширны, разнообразны и включают ряд редких видов. Эти ресурсы обеспечивают поддержание биоразнообразия экосистемы реки и могут использоваться для селекции и сохранения редких видов рыб.

Важная ресурсообеспечивающая услуга Иртыша – осуществление грузоперевозок. Например, ПАО «Обь-Иртышское речное пароходство» осуществляет перевозку различных грузов по всему Обь-Иртышскому бассейну, в акваториях Обской, Тазовской и Байдарацкой губы, Белого, Баренцева и Карского морей [33]. Годовой грузооборот по реке Иртыш в 2022 г. составил около 3 млн т, наибольшим спросом пользуется поставка песка [29]. Потенциал этой ресурсной услуги Иртыша очень высок. Например, в январе 2023 г. правительства Ямало-Ненецкого автономного округа и Омской области заключили соглашение о сотрудничестве в области грузоперевозок водным транспортом, что позволит существенно увеличить объемы взаимной торговли и снизить стоимость доставки грузов. В числе перспективных направлений были выделены контейнерные перевозки, доставка продукции деревообработки, строительных и сельскохозяйственных грузов, а также расширение поставок молочной и мясной продукции, муки и других продуктов пищевой промышленности [43]. Следует отметить, что при организации грузоперевозок речным транспортом необходимо уделять особое внимание состоянию водного транспорта и его изношенности, качеству используемых горюче-смазочных материалов во избежание аварий и выброса в водную экосистему загрязняющих веществ.

Регулирующие экосистемные услуги заключаются в том, что вода принимает участие в регулировании глобального и регионального климата, обладает самоочищающей способностью за счет деятельности гидробионтов.

К настоящему времени методы оценки регулирующих экосистемных услуг водных объектов разработаны крайне слабо. Общепринято, что за-

пасы, сток и качество воды во многом обеспечиваются средообразующей деятельностью биоты и функционированием природных экосистем [39]. Из всех составляющих биоты российского участка реки Иртыш наиболее изучен к настоящему времени его фитопланктоценоз [4; 40]. Необходимо отметить, что самоочищающая способность реки в первую очередь обеспечивается фитопланктоном, являющимся основным продуцентом органического вещества и важным фактором формирования качества вод. Количественные оценки, связанные с развитием фитопланктона, по-прежнему считаются приоритетными среди биологических показателей, значительную роль при этом выполняют такие структурные показатели фитопланктона как таксономическая структура и видовой состав.

Таксономическая структура фитопланктона среднего Иртыша весьма разнообразна и отражает интенсивно идущий процесс эвтрофирования реки, начавшийся после сооружения в ее верхнем течении глубоководных водохранилищ [4]. Во втором десятилетии XXI века антропогенная нагрузка в Обь-Иртышском бассейне еще более возросла [11], к этому присоединилось глобальное потепление климата, что в совокупности вызвало изменения в таксономической структуре и видовом составе фитопланктона среднего течения Иртыша, отражающие усиление процесса эвтрофирования и возрастание загрязнения вод реки легко окисляемыми органическими веществами. В рамках концепции экологических модификаций [1] это соответствует достаточно устойчивому состоянию экологической модуляции, но антропогенное экологическое напряжение экосистемы среднего течения Иртыша сохраняется [5; 6].

Таксономическая структура фитопланктона нижнего Иртыша в настоящее время имеет большое сходство со средним течением реки. Общее видовое богатство фитопланктона нижнего Иртыша по сравнению с данными 1968–1970 гг. [11] осталось на прежнем уровне, но в таксономической структуре были отмечены значительные изменения, свидетельствующие об усилении загрязнения нижнего течения реки легко окисляемыми органическими веществами [5; 6].

Таким образом, функционирование фитопланктона российского участка Иртыша обеспечивает высокую самоочищающую способность реки, что соответствует выполнению регулирующей экосистемной услуги. Самоочищающая способность Иртыша обеспечивается также совокупным функционированием достаточно развитого зоопланктоценоза и зообентоценоза реки.

Не менее важный вид экосистемных услуг реки Иртыш – поддерживающие услуги. Сущность их заключается в том, что вода реки выступает как

среда обитания гидробионтов и поддерживает жизнедеятельности видов, обитающих вблизи реки, способствует сохранению биоразнообразия путем переноса биомассы водами рек. На российском участке Иртыша обитает множество видов растений, животных и птиц, тесно связанных с ним, часть которых внесена в Красные книги Омской и Тюменской областей [23; 24].

Участие реки в сохранении биоразнообразия обусловлено также деятельностью ООПТ, расположенных в ее бассейне. На всем протяжении российского участка Иртыша действует значительное количество ООПТ различного уровня, категорий и направленности, природоохранная деятельность которых направлена на изучение, сохранение и восстановление экосистемы Иртыша.

Трансграничная река Иртыш выступает и как источник культурных экосистемных услуг: она представляет собой эстетическую ценность, место для рекреационной (рыбалка, отдых на воде и побережье) и познавательной деятельности (поставщик услуг для индустрии туризма), деятельности в области спорта и реабилитации здоровья. С активным отдыхом на реке связаны различные общественные и коммерческие организации, проводящие мероприятия, связанные с рыбалкой и пропагандой здорового образа жизни [36].

Иртыш обладает богатым транспортно-туристическим ресурсом, туристы могут путешествовать между Омской, Тюменской, Томской, Новосибирской областями и Казахстаном, а также совершать круизные плавания по реке до Заполярья. Например, в Омской области разработан круизы «Золотое кольцо Западной Сибири», «Омск – Ханты-Мансийск – Омск» и теплоходные туры выходного дня [32]. В ХМАО организован тур «Фиш Иртыш», включающий в себя экскурсию по реке на катере, отдых на берегу и мастер-класс по рыбной ловле [34]. Следует отметить, что в настоящее время использование культурной экосистемной услуги, оказываемой Иртышом, явно недостаточно. Учитывая высокий потенциал реки в этом отношении и установку на развитие в стране внутреннего туризма, эта экосистемная услуга может быть значительно расширена.

Заключение

Состав и содержание экосистемных услуг, оказываемых российским участком трансграничной реки Иртыш, разнообразны и обеспечивают различные потребности экономики регионов, расположенных в ее бассейне. В хозяйственном отношении приоритет имеют ресурсообеспечивающие услуги реки – забор воды и добыча песка. Объемы этих услуг в регионах

постепенно растут, а потенциал практически исчерпан. В конечном счете, с учетом глобальных изменений климата и возрастающей антропогенной деятельности, это привело к угрозе истощения водных ресурсов Иртыша. Сложившаяся ситуация представляет существенную проблему для обеспечения водой населения и экономики стран-пользователей и демонстрирует важность экосистемного подхода в управлении водными ресурсами.

Другие экосистемные услуги Иртыша, имеющие высокий потенциал развития, напротив, недоиспользуются, к их числу относятся как ресурсообеспечивающие услуги (добыча рыбы, использование генетических ресурсов, грузоперевозки по реке), так и культурные услуги.

На сегодняшний день в теоретическом и методическом отношении в достаточной степени разработана только оценка ресурсообеспечивающих экосистемных услуг. Регулирующие, поддерживающие и культурные экосистемные услуги, наиболее полно обосновывающие экологический подход в природопользовании, нуждаются в дальнейшем более тщательном обосновании методов их оценки, что требует повышенного внимания, как со стороны научной общественности, так и государственных органов управления. На примере реки Иртыш показано, что эти услуги вносят значительный вклад в общую экологическую ценность водных ресурсов, не уступая, а иногда превосходя ресурсообеспечивающие услуги.

Общая оценка уровня реализации потенциала всего комплекса экосистемных услуг российского участка трансграничной реки Иртыш, несомненно, будет способствовать повышению эффективности управления процессами регионального развития.

Список литературы

1. Абакумов В.А. Экологические модификации и развитие биоценозов // Экологические модификации и критерии экологического нормирования: тр. Междунар. симпозиума. Л., 1991. С. 41–51.
2. Алдохин А.С., Чемагин А. А. Экологический риск разработки песчаного карьера в русле реки // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2018. №4. <https://vestnik.astu.org/ru/nauka/article/32256/view>
3. Алексеенко В.В. Трансграничное использование водных ресурсов р. Иртыш (геоэкологические проблемы и последствия) // Электронный научный журнал. 2016. № 12-1 (15). С. 90–103.
4. Баженова О.П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока: монография. Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. 248 с.

5. Баженова О.П., Барсукова Н.Н. Современное состояние российского участка реки Иртыш по данным биомониторинга // Экосистемные услуги и менеджмент природных ресурсов: матер. Междунар. науч.-практ. конф., г. Тюмень, 28–30 ноября 2019 г. / Науч. ред. С.Н. Гашев. Тюмень, Изд-во ВекторБук, 2020. С. 25–28.
6. Баженова О.П., Барсукова Н.Н. К вопросу об оценке экологического состояния водных объектов на примере Обь-Иртышского бассейна // Экология и управление природопользованием: сб. науч. тр. V Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием, г. Томск, 15 ноября 2021 г.; под ред. А.М. Адама. Вып. 5. Томск: Литературное бюро, 2022. С. 10–12.
7. Баженова О.П., Барсукова Н.Н., Янчевская А.М. Новые и редкие виды водорослей в планктоне нижнего течения реки Иртыш // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Сб. науч. статей по матер. XVIII междунар. науч.-практ. конф. (20–23 мая 2019 г., Барнаул). Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2019. С. 201–205.
8. Баженова О.П., Глущенко А.М., Игошкина И. Ю., Шкилев Т.Э., Куликовский М.С. Новые сведения о флоре пенициллиновых диатомовых водорослей (Fragilariophyceae, Bacillariophyceae) из планктона среднего течения реки Иртыш // Новости систематики низших растений. 2019. Т. 53(2). С. 207–240. <https://doi.org/10.31111/nsnr/2019.53.2.207>.
9. Баженова О.П., Гульченко Я.И., Вахрушев А.А. Оценка и прогноз экологического состояния реки Иртыш в связи со строительством гидротехнического сооружения в районе г. Омска // Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона: мат-лы V Междунар. науч.-практ. конф. (Омск, 24 апреля 2014 г.). Часть 2. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2014. С. 7–30.
10. Баженова О.П., Костерова В.В. Экосистемные услуги крупных сибирских рек (на примере р. Иртыш) // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. № 2 (119). С. 20–28.
11. Валеева Э.И. Флора планктонных водорослей нижнего течения Иртыша: автореф... дис. канд. биол. наук. Свердловск, 1975. 18 с.
12. Винокуров Ю.И., Краснаярова Б.А. Трансграничный бассейн реки Иртыш в условиях современных вызовов // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: труды III Всероссийской научной конференции с международным участием: в 4 т. Барнаул, 2017. Т. 4. С. 3–12.
13. Вода России. Федеральный информационный портал. <https://xn--90aafebcae8c0asf9d6d.xn--p1ai>

14. Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. М.: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития/ Центр экологической политики России, 2009. 88 с.
15. Данилов-Данильян В.И. Глобальная проблема дефицита пресной воды // Век глобализации. 2008. № 1. С. 45–56.
16. Девятков В.И. Макрозообентос р. Иртыш и ее пойменных водоемов в Павлодарской области // Selevinia. 2013. Т. 21. С. 39–42.
17. Доклад об экологической ситуации в Омской области в 2022 году. <https://admomsk.ru/web/guest/city/environment>
18. Доклад об экологической ситуации в Тюменской области в 2022 году. https://admtymen.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_monitoring/more.htm?id=12027277@cmsArticle
19. Зайцев В. Ф., Ростовцев А. А., Шиповалов Л. А., Цапенков А. В., Прусевич Л. С. Оценка современного состояния запасов водных биоресурсов реки Иртыш на территории Омской области и перспективы их использования // Вестник рыбохозяйственной науки. 2015. Т. 2. № 4 (8). С. 22–33.
20. Иванькова Г. С. О связи зоопланктона Иртыша с планктоном некоторых придаточных водоемов // Тр. Ом. мед. ин-та. 1960. № 31. С. 135–141.
21. Конвенция о биологическом разнообразии: ABS (доступ и совместное использование выгод). Секретариат Конвенции о биологическом разнообразии. 2011. 7 с.
22. Костерова В.В., Баженова О.П., Адам А.М. Экосистемные услуги водных объектов Омской области // Экология и управление природопользованием: сборник научных трудов VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Томск, 25 ноября 2022 г.; под ред. А.М. Адама. Вып. 6. Томск: Литературное бюро, 2023. С. 60–62.
23. Красная книга Омской области. <https://ecoportal.info/krasnaya-kniga-omskoj-oblasti>
24. Красная книга Тюменской области: Животные, растения, грибы. / Отв. ред. О.А. Петрова. Изд. 2-е. Кемерово: ООО «ТЕХНОПРИНТ», 2020. 460 с. https://admtymen.ru/ogv_ru/about/redbook/more.htm?id=11811598@cmsArticle
25. Кузьмин А.И., Русаков В.Н., Тусупбеков Ж.А. Научно-хозяйственное обоснование необходимости регулирования стока реки Иртыш // Современные проблемы реки Иртыш и водообеспечения Омской области: пути их решения: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Омск, 2006. С. 4–6.
26. Мезенцева О.В. Предложение по строительству низконапорных плотин на Иртыше // Современные проблемы реки Иртыш и водообеспечения

- Омской области: пути их решения: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Омск, 2006. С. 57–60.
27. Общее описание реки Иртыш. <https://web.archive.org/web/20131101094919/http://www.ic.omskreg.ru/irtysh/rew.htm>
28. Омский НПЗ «Газпром нефти» запустил первую очередь комплекса очистки воды «Биосфера». <https://tass.ru/ekonomika/16946067>
29. Омский речной порт с начала навигации-2022 перевез 13 тыс. тонн железобетонных конструкций в ХМАО. URL: <https://portnews.ru/news/332951>
30. Опасные и неблагоприятные явления на реках, озерах и водохранилищах Российской Федерации по состоянию на 29 июля 2023 г. <https://www.meteorf.gov.ru/press/polovod2023/3409>
31. Официальный портал органов государственной власти Тюменской области. <https://admtumen.ru>
32. Официальный портал Правительства Омской области. <https://omskportal.ru>
33. Официальный сайт ПАО «Обь-Иртышское речное пароходство». <https://oirp.ru/uslugi/gruzovye-perevozki>
34. Официальный сайт тура «Фиш Иртыш». <https://ugratravel.ru/fish-irtysh>
35. Петрова Н. А., Уварова В. И., Бутакова Т. А. Влияние добычи нерудных строительных материалов на гидробионтов в русле реки Иртыш // Изучение реки Оби и ее притоков в связи с хозяйственным освоением Западной Сибири. Л., 1989. Вып. 305. С. 125–135.
36. Приказ Минспорта России от 05.04.2022 № 300 «О государственной аккредитации общероссийской общественной организации и наделении ее статусом общероссийской спортивной федерации по виду спорта «рыболовный спорт»». <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&p;base=EXP&n=797692#MeyjX2UQsO0fRSar>
37. Промоторова Е.Ю. Экология карповых рыб бассейна нижнего Иртыша: Монография. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2019. 80 с.
38. Суставов А.А. Особенности структуры и обилие сообществ зоопланктона водоемов пойменно-руслового комплекса Нижнего Иртыша // Сборник тезисов VII региональной молодежной конференции им. В. И. Шпилемана «Проблемы рационального природопользования и история геологического поиска в Западной Сибири». Издательство: ООО «Югорский формат». 2019. С. 434-438. <https://doi.org/10.24411/9999-010A-2019-10111>
39. Тишков А.А. Биосферные функции природных экосистем России. Ин-т географии РАН. М.: Наука, 2005. 309 с.
40. Фитопланктон Омского Прииртышья: монография / О. П. Баженова, Н. Н. Барсукова, И. Ю. Игошкина [и др.]; под общ. ред. О.П. Баженовой. Омск, 2019. 320 с.

41. Чернова О. А. Экосистемные услуги водных объектов в обеспечении устойчивого развития региона // Регионология. 2022. Т. 30. № 3. С. 586–601. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.120.030.202203.586-601>
42. Юхнева В. С., Жерновникова Г. А. Формирование зоопланктона нижнего течения реки Иртыш // Проблемы рыбного хозяйства водоемов Сибири. Тюмень, 1971. С. 71–81.
43. ЯНАО и Омская область планируют развивать речные грузоперевозки по реке Иртыш. <https://portnews.ru/news/342092>
44. Bazhenova O.P., Igoshkina I.Yu., Barsukova N.N., Korzhova L.V. Features in the Distribution of Rare Algae Species in Plankton of Water Bodies in Omsk Priirtyshiye (Russia) // International Journal on Algae. 2019. Vol. 21, Iss. 2. P. 111–122. <https://doi.org/10.15407/alg29.02.141>
45. Krasnoyarova B., Vinokurov Y., Antyufeeva T. International water development problems in the transboundary Irtysh River basin: “new” solutions to old problems // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/381/1/012049>
46. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/879ecosystems.pdf>
47. Radelyuk I., Zhang L., Assanov D., Maratova G., Tussupova K. A state-of-the-art and future perspectives of transboundary rivers in the cold climate – a systematic review of Irtysh River // Journal of Hydrology: Regional Studies. 2022. № 42. 101173.

References

1. Abakumov V.A. Ecological modifications and development of biocenoses. *Ecological modifications and criteria of ecological normalization: Proc. of the International Symposium. International Symposium*. L., 1991, pp. 41–51.
2. Aldokhin A.S., Chemagin A.A. Ecological risk of sand quarry development in the river bed. *Vestnik of ASTU. Series: Fishery*, 2018, no. 4. <https://vestnik.astu.org/ru/nauka/article/32256/view>
3. Alekseenko V.V. Transboundary use of water resources of the Irtysh River (geo-ecological problems and consequences). *Electronic scientific journal*, 2016, no. 12-1 (15), pp. 90–103.
4. Bazhenova O.P. *Phytoplankton of the Upper and Middle Irtysh in the conditions of regulated flow: monograph*. Omsk: OmGAU, 2005, 248 p.
5. Bazhenova O.P., Barsukova N.N. Current state of the Russian section of the Irtysh River according to the data of biomonitoring. *Ecosystem services and*

- management of natural resources: Mater. Intern. nauch.-prakt. conf., Tyumen, November 28-30, 2019* / ed. S.N. Gashev. Tyumen, VectorBook Publ., 2020, pp. 25-28.
6. Bazhenova O.P., Barsukova N.N. To the question of assessing the ecological state of water bodies on the example of the Ob-Irtysh basin. *Ecology and management of natural resources: a collection of scientific articles V All-Russian scientific-practical conf. with international participation, Tomsk, November 15, 2021*; ed. by A.M. Adam. Vol. 5. Tomsk: Literary Bureau, 2022, pp. 10-12.
 7. Bazhenova O.P., Barsukova N.N., Yanchevskaya A.M. New and rare species of algae in the plankton of the lower reaches of the Irtysh River. *Problems of Botany of South Siberia and Mongolia: Collection of scientific articles on Mater. XVIII International Scientific and Practical Conference (May 20-23, 2019, Barnaul)*. Barnaul: AltSU, 2019, pp. 201-205.
 8. Bazhenova O.P., Glushchenko A.M., Igoshkina I.Y., Shkilev T.E., Kulikovskiy M.S. New information about the flora of pennate diatom algae (Fragilariophyceae, Bacillariophyceae) from the plankton of the middle reaches of the Irtysh River. *News on the systematics of lower plants*, 2019, vol. 53(2), pp. 207-240. <https://doi.org/10.31111/nsnr/2019.53.2.207>.
 9. Bazhenova O.P., Gulchenko Ya.I., Vakhrushev A.A. Assessment and forecast of the ecological state of the Irtysh River in connection with the construction of a hydraulic structure near Omsk. *Ecological and economic efficiency of nature management at the present stage of development of the West Siberian region: mat-l. of V Intern. scientific-practical conf. (Omsk, April 24, 2014)*. Part 2. Omsk: Omsk State Pedagogical University, 2014, pp. 7-30.
 10. Bazhenova O.P., Kosterova V.V. Ecosystem services of large Siberian rivers (by the example of the Irtysh River). *Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous District*, 2023, no. 2 (119), pp. 20-28.
 11. Valeeva E.I. *Flora of planktonic algae of the lower reaches of the Irtysh River*. Sverdlovsk, 1975, p. 18 p.
 12. Vinokurov Y.I., Krasnoyarova B.A. Transboundary basin of the Irtysh River in the conditions of modern challenges. *Water and environmental problems of Siberia and Central Asia: Proceedings of the III All-Russian scientific conference with international participation*: in 4 vol. Barnaul, 2017, vol. 4, pp. 3-12.
 13. Water of Russia. Federal information portal. <https://xn--90aafebcae8c0asf9d6d.xn--plai>
 14. Danilov-Danilyan V.I. *Water Resources of the World and Prospects of Water Management Complex of Russia*. M.: OOO "Typography LEVKO", Institute for Sustainable Development/Center for Ecological Policy of Russia, 2009. 88 c.

15. Danilov-Danilyan V.I. Global problem of fresh water deficit. *Century of Globalization*, 2008, no. 1, pp. 45-56.
16. Devyatkov V.I. Macrozoobenthos of the Irtysh River. Irtysh and its floodplain reservoirs in Pavlodar region. *Selevinia*, 2013, vol. 21, pp. 39-42.
17. Report on the environmental situation in the Omsk region in 2022. <https://admomsk.ru/web/guest/city/environment>
18. Report on the environmental situation in the Tyumen Oblast in 2022. https://admtyu-men.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_monitoring/more.htm?id=12027277@cmsArticle
19. Zaitsev V. F., Rostovtsev A. A., Shipovalov L. A., Tsapenkov A. V., Prusevich L. S. Assessment of the current state of aquatic bioresource stocks of the Irtysh River in the Omsk region and prospects for their use. *Vestnik fisheries science*, 2015, vol. 2, no. 4 (8), pp. 22-33.
20. Ivankova G. S. On the relationship of zooplankton of the Irtysh with the plankton of some adventitious reservoirs. Proceedings of the Omsk Medical Institute, 1960, no. 31, pp. 135-141.
21. Convention on Biological Diversity: ABS (Access and Benefit Sharing). Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2011, 7 p.
22. Kosterova V.V., Bazhenova O.P., Adam A.M. Ecosystem services of water bodies of the Omsk region. *Ecology and management of natural resources: a collection of scientific papers of the VI All-Russian scientific-practical conference with international participation, Tomsk, November 25, 2022*; ed. by A.M. Adam. Vol. 6. Tomsk: Literary Bureau, 2023, pp. 60-62.
23. Red Book of the Omsk Region. <https://ecoportal.info/krasnaya-kniga-omskoj-oblasti>
24. *Red Book of the Tyumen region: Animals, plants, fungi* / Ed. by O.A. Petrova. Petrova. 2nd ed. Kemerovo: LLC "TECHNOPRINT", 2020, 460 p.
25. Kuzmin A.I., Rusakov V.N., Tusupbekov J.A. Scientific and economic substantiation of the need to regulate the flow of the Irtysh River. *Modern problems of the Irtysh River and water supply of the Omsk region: ways to solve them: mat-l. of Intern. scientific-practical conf.* Omsk, 2006, pp. 4-6.
26. Mezentseva O.V. Proposal for the construction of low-pressure dams on the Irtysh. *Modern problems of the Irtysh River and water supply of the Omsk region: ways of their solution: proceedings of the Intern. Scientific-practical conf.* Omsk, 2006, pp. 57-60.
27. General description of the Irtysh River. <https://web.archive.org/web/20131101094919/http://www.ic.omskreg.ru/irtysh/rew.htm>.
28. Omsk Refinery "Gazprom Neft" launched the first stage of the water treatment complex "Biosphere". <https://tass.ru/ekonomika/16946067>

29. Omsk river port from the beginning of navigation-2022 transported 13 thousand tons of reinforced concrete structures to Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug. URL: <https://portnews.ru/news/332951>
30. Dangerous and unfavorable phenomena on rivers, lakes and reservoirs of the Russian Federation as of July 29, 2023. <https://www.meteorf.gov.ru/press/polo-vod2023/3409>
31. Official portal of the Tyumen Oblast state authorities. <https://admtymen.ru>
32. Official portal of the Omsk Oblast Government. <https://omskportal.ru>
33. Official website of PJSC “Ob-Irtysh River Shipping Company”. <https://oirp.ru/uslugi/gruzovye-perevozki>.
34. Official site of the tour “Fish Irtysh”. <https://ugratravel.ru/fish-irtysh>
35. Petrova N. A., Uvarova V. I., Butakova T. A. Influence of non-metallic construction materials mining on hydrobionts in the Irtysh River bed. *Study of the Ob River and its tributaries in connection with the economic development of Western Siberia*. L., 1989. Issue 305, pp. 125-135.
36. Order of the Ministry of Sport of Russia from 05.04.2022 № 300 “On state accreditation of the All-Russian public organization and giving it the status of the All-Russian sports federation in the sport of ‘fishing sport’”. <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=797692#Mey-jX2UQsO0fRSar>
37. Promotorova E. Yu. *Ecology of carp fishes of the lower Irtysh basin: Monograph*. Tambov: Yukom, 2019, 80 p.
38. Sustavov A.A. Features of the structure and abundance of zooplankton communities of water bodies of the floodplain-channel complex of the Lower Irtysh. *Collection of abstracts of the VII regional youth conference named after V. I. Shpilman. V. I. Shpilman “Problems of rational nature management and history of geological prospecting in Western Siberia”*. Publisher: LLC “Yugorsky Format”. 2019, pp. 434-438. <https://doi.org/10.24411/9999-010A-2019-10111>
39. Tishkov A.A. *Biosphere functions of natural ecosystems of Russia. Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences*. Moscow: Nauka, 2005, 309 p.
40. *Phytoplankton of the Omsk Priirtyshye: monograph* / O.P. Bazhenova, N.N. Barsukova, I.Y. Igoshkina [et al]; under the editorship of O.P. Bazhenova. Omsk, 2019, 320 p.
41. Chernova O. A. Ecosystem services of water bodies in ensuring sustainable development of the region. *Regionology*, 2022, vol. 30, no. 3, pp. 586–601. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.120.030.202203.586-601>
42. Yukhneva V. S., Zhernovnikova G. A. Formation of zooplankton of the lower reaches of the Irtysh River. *Problems of fishery of water bodies of Siberia*. Tyumen, 1971, pp. 71-81.

43. YNAO and Omsk Region plan to develop river cargo transportation along the Irtysh River. <https://portnews.ru/news/342092>
44. Bazhenova O.P., Igoshkina I.Yu., Barsukova N.N., Korzhova L.V. Features in the Distribution of Rare Algae Species in Plankton of Water Bodies in Omsk Priirtyshiye (Russia). *International Journal on Algae*, 2019, vol. 21, iss. 2, pp. 111–122. <https://doi.org/10.15407/alg29.02.141>
45. Krasnoyarova B., Vinokurov Y., Antyufeeva T. International water development problems in the transboundary Irtysh River basin: “new” solutions to old problems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/381/1/012049>
46. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/879ecosystems.pdf>
47. Radelyuk I., Zhang L., Assanov D., Maratova G., Tussupova K. A state-of-the-art and future perspectives of transboundary rivers in the cold climate – a systematic review of Irtysh River. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 2022, no. 42, 101173.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Баженова Ольга Прокопьевна, д.б.н., профессор кафедры экологии, природопользования и биологии

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»

Институтская площадь, 1, г. Омск, 644008, Российская Федерация
or.bazhenova@omgau.org

Костерова Валентина Васильевна, аспирант кафедры экологии, природопользования и биологии

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»

Институтская площадь, 1, область г. Омск, 644008, Российская Федерация
vv.kosterova@omgau.org

Адам Александр Мартынович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой экологии, природопользования и экологической инженерии

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»
пр. Ленина, 36, г. Томск, 634050, Российская Федерация
adam@green.tsu.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Olga P. Bazhenova, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Ecology, Environmental Management and Biology
*Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin
1, Institutskaya Sq., Omsk, 644008, Russian Federation
op.bazhenova@omgau.org
ResearcherID: ABB-8737-2021
Scopus AuthorID: 6603882158
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2406-4319>
SPIN-code: 6495-5649*

Valentina V. Kosterova, Graduate Student of the Department of Ecology, Environmental Management and Biology
*Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin
1, Institutskaya Sq., Omsk, 644008, Russian Federation
vv.kosterova@omgau.org
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6604-8580>
SPIN-code: 6344-2474*

Alexander M. Adam, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology, Environmental Management and Environmental Engineering
*National Research Tomsk State University
36, Lenin Ave., Tomsk, 634050, Russian Federation
adam@green.tsu.ru
ResearcherID: AAK-8185-2020
Scopus AuthorID: 7202047324
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3017-4322>*

Поступила 29.03.2024

После рецензирования 23.05.2024

Принята 27.05.2024

Received 29.03.2024

Revised 23.05.2024

Accepted 27.05.2024