

Раздел 2  
Section 2

КАРТОГРАФИЯ. ГИС-ТЕХНОЛОГИИ  
CARTOGRAPHY. GIS

УДК: 528.94:556.18(571.1)

**ГИС-ПОДДЕРЖКА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ  
РЕГИОНОВ ВЕРХНЕЙ ОБИ В ЦЕЛЯХ ОЦЕНКИ  
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИТУАЦИИ**

Н.Ю. Курепина, И.Д. Рыбкина

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул,*

*E-mail: nyukurepina@mail.ru; irina.rybkina@mail.ru*

*ГИС-поддержка является неотъемлемой частью устойчивого развития регионов. В бассейне Верхней Оби устойчивое развитие территорий во многом определяется рациональным использованием водных ресурсов и современным состоянием водохозяйственной отрасли. Геоинформационно-картографическое моделирование – один из эффективных методов изучения и оценки водохозяйственной обстановки, позволяет наглядно отобразить: пространственно-временную динамику происходящих событий, количественные и качественные характеристики наблюдаемых гидрологических явлений, прогнозные показатели региональных систем водопользования и практические рекомендации по управлению водными ресурсами. В Институте водных и экологических проблем СО РАН выполняется широкий спектр научно-исследовательских работ водохозяйственной направленности, в большинстве своем имеющих картографическое сопровождение. В лаборатории водных ресурсов и водопользования накоплен значительный опыт по созданию карт водного хозяйства: водно-ресурсных, водопользовательских, гидроэкологических и карт оценки влияния негативного воздействия природных вод. В работе рассмотрены некоторые методические подходы по созданию картографических баз данных (БД) и геоинформационно-картографических моделей, позволяющих наглядно отразить результаты региональной оценки водохозяйственной ситуации в бассейне Верхней Оби в целом и на отдельных ключевых участках в частности. Отсутствие единых требований и методик создания моделей потребовало разработки самостоятельных ГИС-проектов, основанных на оригинальных тематических БД, созданных индивидуально под каждую отдельную научно-исследовательскую задачу. В целях реализации комплексного подхода в решении этих задач и картографической интерпретации водохозяйственных показателей нередко приходилось использовать нестандартные авторские условные обозначения. Благодаря этому, итоговые картографические модели позволили наиболее полно и в наглядной форме отобразить пространственно-временные особенности оценочных показателей водохозяйственной ситуации в регионах Верхней Оби.*

*Ключевые слова:* водохозяйственное картографирование; картографические базы данных; бассейн Верхней Оби; геоинформационно-картографические модели; устойчивое развитие.

*DOI: 10.24412/2410-1192-2023-16902*

*Дата поступления: 26.02.2023. Принята к печати: 23.03.2023*

ГИС-поддержка является неотъемлемой частью устойчивого развития регионов, в том числе при рассмотрении вопросов, связанных с водохозяйственной обстановкой. Своевременное предоставление актуальной и полной геопространственной информации, ее оперативная обработка и анализ способствуют успешному и планомерному решению возникающих задач и ситуаций, связанных, прежде всего, с обеспеченностью водными ресурсами, их использованием, охраной водных объектов, предотвращением негативных воздействий вод и ликвидацией их последствий.

В границах Верхнеобского бассейнового округа расположено пять субъектов Сибирского ФО: Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская и Томская области. Водоресурсный потенциал регионов распределен неравномерно, поэтому здесь выделяются водообильные и вододефицитные территории. К последним относятся участки бассейна, расположенные в бессточной области Обь-Иртышского междуречья. Из-за территориального несоответствия водных ресурсов и социально-экономических потребностей в воде населения водохозяйственные проблемы только усиливаются и проявляются локальным вододефицитом, повышенной антропогенной нагрузкой на водные объекты, катастрофическими половодьями и паводками, неудовлетворительным состоянием систем водоснабжения и т.д.

В лаборатории водных ресурсов и водопользования ИВЭП СО РАН более 15 лет ведутся научные исследования водноресурсной направленности в целях оценки потенциальной, реальной, перспективной водообеспеченности регионов Верхней Оби, анализа и оценки антропогенной нагрузки на водные объекты; изучаются сложившиеся системы водопользования; оценивается и прогнозируется вероятностный ущерб населению и экономике от негативного воздействия природных вод. Все эти работы выполняются коллективом специалистов, осуществляющих комплексный подход к решению поставленных задач.

#### *Материалы и методы*

Геоинформационная поддержка оценки и картографической визуализации водохозяйственной ситуации регионов Верхней Оби реализуется посредством программного продукта компании ESRI ArcGIS 10.2.

1) Для геоинформационно-картографического моделирования *водоресурсной обеспеченности* территорий используются различные методические подходы. Приоритетным нами выбран ландшафтно-бассейновый. Алгоритм и процессы получения расчетных показателей, картосоставления современной и перспективной водообеспеченности с применением ландшафтной основы, в качестве базовой, представлены в ряде работ [Рыбкина и др., 2016; Курепина,

2017; Винокуров и др., 2018]. Оценка реальных водных ресурсов и реальной водообеспеченности потребовала учета не только природных особенностей формирования стока, но и антропогенной составляющей. Для этих целей в качестве оценочных операционных единиц картографирования рассматривались речные бассейны и отдельные водохозяйственные участки (ВХУ). Сопоставление границ ВХУ и бассейнов на территории пяти субъектов СФО (Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская и Томская область) в границах Верхнеобского бассейнового округа показало необходимость детализации таких оценок, поэтому были определены 45 модельных бассейнов и участков (из 30 ВХУ), для которых рассчитывались показатели потенциальной и реальной водообеспеченности.

Поскольку при детализации оценок водообеспеченности анализируется многолетний ряд гидрологической информации, в этой связи рассматривались бассейны, обеспеченные многолетними наблюденными данными. Использование длинновременной информации позволило исследовать изменение водности речных бассейнов и рассчитать водообеспеченности в разные по водности периоды. Для этого по методике ГГИ на основе данных гидрологических постов выделялись трехлетние маловодные периоды, периоды минимальной (95%) и максимальной (1%) водности, а также внутригодовые минимальные периоды водности – летне-осенняя и зимняя межени. Критерии оценки водообеспеченности

заимствовались из работ [Shiklomanov, 2000; Данилов-Данильян, Лосев, 2006]: катастрофически низкая –  $< 1$  тыс.  $\text{м}^3/\text{чел.}$  в год, очень низкая – 1.01–2, низкая – 2.01–5, средняя – 5.01–10, высокая – 10.01–20, очень высокая –  $> 20$  тыс.  $\text{м}^3/\text{чел.}$  в год.

Расчетные показатели для картографического моделирования антропогенной нагрузки на водные объекты складывались из прямого воздействия на водный объект и косвенного – на его водосборную территорию. Прямое воздействие рассматривалось как сокращение количества воды водного объекта в результате водозабора, включая безвозвратное водопотребление, а также ухудшение ее качества по причине сброса в поверхностные водные объекты загрязненных сточных вод. Для оценки антропогенной нагрузки непосредственно на водные объекты использовались показатели: кратность разбавления сточных вод и нагрузка загрязняющими веществами с учетом их условной массы [Ладога, 2013]. Первый показатель определялся путем соотношения объема сточных вод, в т.ч. загрязненных, к среднемноголетнему, минимальному и максимальному речному стоку (число раз). При оценке нагрузки загрязняющими веществами с учетом их опасности в расчетах использовалась условная, приведенная к предельно-допустимой концентрации (ПДК), величина сбрасываемых веществ. Нагрузка рассчитывалась как отношение условной массы всех загрязняющих веществ в составе сточных вод к водному стоку реки [Стойцева, 2015]. Косвенное воздействие на водные объекты как следствие заселе-

ния и хозяйственного освоения, особенностей специализации экономики регионов определялось по авторской методике, представленной в работе [Рыбкина и др., 2011].

2) Картографическое моделирование *территориальной организации водопользования* в регионах Верхней Оби осуществлялось с учетом ландшафтной дифференциации на основе бассейнового принципа, где основным показателем выступила удельная обеспеченность населения поверхностными и подземными водами в речных бассейнах в пределах ландшафтных провинций. Согласно методике Т.Г. Руновой с соавторами [1993], выделены региональные системы водопользования: крупноочаговые, очаговые, дисперсные. Для крупноочаговых и очаговых систем водопользования использовались такие традиционные характеристики, как общий водозабор, забор воды из поверхностных водных объектов, забор воды из подземных источников, общий сброс сточных вод, общий сброс в поверхностные водные объекты и по категориям очистки. Водохозяйственная информация была предоставлена Верхне-Обским БВУ и предприятиями-водопользователями, расположенными в речном бассейне. Расчет данных выполнялся по усредненным показателям за 2009–2017 гг.

Картографическая интерпретация характеристик региональных систем водопользования дополнена информацией по линейным и линейно-площадным объектам на примере бассейна р. Алей [Винокуров и др., 2014]. Параметрами линейных систем стали объемы забранной и транспортируемой воды, общая протя-

женность водопроводных и канализационных сетей в границах муниципальных образований. Линейно-площадные системы характеризовались пропускной способностью гидротехнических сооружений и площадью орошаемых земель исследуемой территории.

Выделение дисперсных систем основывалось на учете объемов водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды в сельских населенных пунктах, а также результатов экспертных оценок состояния объектов водохозяйственной инфраструктуры, полученных авторами в ходе выполнения экспедиционных работ.

3) Геоинформационно-картографическое моделирование *гидрологических ЧС*, связанных с затоплением и подтоплением Верхнеобских территорий, представляло оценку фактического материала (данные региональных МЧС, 2004–2018 гг.) по масштабам проявления наблюдаемых явлений (населенные пункты, площади затопления/подтопления, материальный ущерб) и прогнозного – вероятностного ущерба населению и экономике от негативного воздействия природных вод. Детализация оценок вероятностных ущербов была выполнена для населенных пунктов бассейна р. Чарыш. Для расчета стоимостных значений на основе данных Публичной кадастровой карты оценивались площади затопливаемых объектов; нормативные значения величин ущербов заимствовались из Методики ФГУП «ВИЭМС» [Методика..., 2005]. Для перевода стоимости ущербов в текущие цены использовались индексы-дефляторы

Минэкономразвития России для строительной отрасли.

### *Результаты и обсуждение*

В геоинформационной среде для решения конкретной водохозяйственной задачи разрабатывались картографические БД, содержащие топографические (гидрография, населенные пункты, границы регионов) и тематические (гидрографические посты, ВХУ, модельные бассейны и участки, ландшафты) данные с набором требуемых характеристик.

1) Для оценки *реальной водообеспеченности* на основе БД были созданы картографические модели: водообеспеченность среднесуточная модельных бассейнов/участков Верхней Оби и в периоды разной водности на примере бассейнов рр. Алей и Томь; антропогенная нагрузка сточными водами на модельные бассейны/участки Верхней Оби и загрязняющими веществами на примере бассейнов рр. Алей и Томь.

Следует отметить, что бассейн Верхней Оби имеет очень высокую среднесуточную (потенциальную) водообеспеченность, однако расчеты показали значительное варьирование показателя удельной водообеспеченности – от средних и высоких значений в годы 50% обеспеченности до низких и катастрофически низких в периоды минимальной водности. Антропогенная нагрузка на водные объекты бассейна Верхней Оби характеризовалась низкими значениями в годы как средней, так и минимальной водности, но увеличивалась

в несколько раз в периоды межени.

2) Картографическая модель территориальной организации водопользования в бассейне Верхней Оби отображает потенциальную водообеспеченность поверхностного и подземного стоков, а также системы водопользования: крупноочаговые, очаговые и дисперсные. Основной территориальной формой являются очаговые системы, расположенные в средних и малых городах со значительными объемами забранных ( $\geq 0.5$  млн м<sup>3</sup>/год) и отведенных вод, охватом услугами централизованного водоснабжения не менее 50–70% жилищного фонда. Крупноочаговые системы водопользования соответствуют городским системам расселения агломерационного типа. Отмечены отдельные небольшие по протяженности линейно-площадные системы, которые используются в целях сельскохозяйственного водоснабжения и орошения. В сельской местности к групповым формам расселения тяготеют дисперсные системы водопользования, которые отличаются небольшими объемами забранных и использованных свежих вод, а также образующихся стоков. Существование этих систем обусловлено наличием таких объектов водохозяйственной инфраструктуры, как водонапорная башня, уличная водопроводная сеть, водоразборные колонки. Использование воды происходит преимущественно для хозяйственно-питьевых нужд населения и без предварительной водоподготовки [Рыбкина, 2020].

Тематическая БД территориальной организации водопользования в бассейне р. Алей включает комплекс информационных данных по водообеспеченности



(поверхностными, подземными, тыс. м<sup>3</sup> в год на 1 чел.), системам водопользования (крупноочаговые, очаговые, дисперсные, линейные и линейно-площадные); объемы забора (общий, из природных источников, млн м<sup>3</sup>) и сброса вод (общий, в поверхностные водные объекты, сточных, млн м<sup>3</sup>); характеристики целевого использования водных ресурсов (на хозяйственно-питьевые, производственные нужды, на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение); водоемкость валового регионального продукта (промышленной и сельскохозяйственной продукции отдельно, м<sup>3</sup>/тыс. руб.), протяженность (водопроводимых, канализационных сетей, км), водопотери (суммарная, млн м<sup>3</sup>; по отношению к объему забранной воды, %), объемы оборотного и повторно-последовательного водоснабжения (млн м<sup>3</sup>). Для совокупного картографического отображения водохозяйственных данных и характеристик систем дополнительно потребовалась разработка специальных условных знаков [Курепина, Рыбкина, 2017].

3) В результате картографического анализа пространственной-временной динамики гидрологических ЧС построены мелкомасштабные модели (карты-схемы) затопления/подтопления населенных пунктов в бассейне Верхней Оби в административных и водохозяйственных границах, демонстрирующие факт того, что во всех регионах бассейна за период с 2004 по 2018 гг. регистрировались ЧС. Наибольшее количество населенных пунктов, подверженных затоплению и подтоплению, отмечалось в Алтайском крае (323). Определены стоимостные величины фактического ущерба, наибольшие

их значения соответствуют бассейнам рек Бия, Катунь, Ануй и Чарыш, что связано со сложной паводковой ситуацией в Республике Алтай и Алтайском крае, прежде всего, в 2014 г. [Курепина, Рыбкина, 2021].

Картографические модели бассейна р. Чарыш содержат результаты математического моделирования на отдельных участках реки, обеспеченных гидрологической информацией; отображают площади затопливаемых территорий в границах населенных пунктов и наглядно представляют величины прогнозируемых вероятностных ущербов по категориям объектов (жилые дома и объекты инфраструктуры; промышленные предприятия, производственные объекты и сооружения; коммуникации, инженерные и другие сооружения; склады, фермы, хранилища, предприятия (цеха) и другие производственные здания и сооружения; пашня, сады; прочие сельскохозяйственные угодья) [Рыбкина и др., 2021].

### *Заключение*

В большинстве своем решение водохозяйственных задач потребовало разработки собственных методических приемов и алгоритмов реализации ГИС-проектов, основанных на оригинальных тематических БД, созданных индивидуально под каждую отдельную научно-исследовательскую задачу.

Для картографической интерпретации водохозяйственных показателей и характеристик нередко приходилось использовать нестандартные авторские условные обозначения. Благодаря этому, картографические модели позволяют наиболее полно и

в наглядной форме отобразить пространственных показателей водохозяйственной ситуационно-временные особенности оценки в регионах Верхней Оби.

*Конфликт интересов:* Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

*Conflict of interest:* The authors declare that there is no conflict of interest.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (проект «Изучение механизмов природных и антропогенных изменений количества и качества водных ресурсов Сибири с использованием гидрологических моделей и информационных технологий») и Гранта РФФИ № 21-55-75002 «Разработка рекомендаций в целях устойчивого совместного использования почв и грунтовых (подземных) вод: принятие решений при поддержке и участии заинтересованных сторон».*

#### Список литературы

Винокуров Ю.И., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Курепина Н.Ю. Территориальная организация водопользования в бассейне реки Алей // География и природные ресурсы. 2014. № 3. С. 133–140.

Винокуров Ю.И., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Губарев М.С., Курепина Н.Ю., Резников В.Ф., Магаева Л.А. Ландшафтно-бассейновый подход в оценках водообеспеченности населения и экономики регионов Западной Сибири // География и природные ресурсы. 2018. № 1. С. 31–41. doi: 10.21782/GiPR0206-1619-2018-1(31-41)

Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты. М.: Наука, 2006. 221 с.

Курепина Н.Ю. Карты водообеспеченности и проблемы при их составлении // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. 2017. Т. 1, № 2. С. 58–64.

Курепина Н.Ю., Рыбкина И.Д. Картографическое сопровождение научно-исследовательских работ в целях обеспечения водной безопасности регионов Западной Сибири // Геодезия и картография. 2017. № 2. С. 33–41. doi: 10.22389/0016-7126-2017-920-2-33-41

Курепина Н.Ю., Рыбкина И.Д. Картографический метод исследования при разработке рекомендаций по предотвращению чрезвычайных ситуаций от негативного воздействия вод // Геодезия и картография. 2021. № 5. С. 23–38. doi: 10.22389/0016-7126-2021-971-5-23-38

Ладога / Ред. В.А. Румянцева, С.А. Кондратьева. СПб: Нестор-История, 2013. 468 с.

Методика оценки вероятностного ущерба от вредного воздействия вод и оценки эффективности осуществления превентивных водохозяйственных мероприятий. М.: ФГУП «ВИЭМС», 2005. 154 с.

Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефедова Т.Г. Территориальная организация природопользования. М.: Наука, 1993. 208 с.

Рыбкина И.Д. Территориальная организация водопользования в регионах Верхней Оби: оценка и прогноз состояния, проблемы и перспективы развития // Известия Алтайского краевого отделения РГО. 2020. № 2 (57). С. 5–20. doi: 10.24411/2410-1192-2020-15701

Рыбкина И.Д., Курепина Н.Ю., Стоящева Н.В., Губарев М.С. Геоинформационно-картографическое моделирование водообеспеченности в целях водохозяйственной безопасности и устойчивого развития территорий. ИнтерКарто/ИнтерГИС, 2016. С. 127–134. doi: 10.24057/2414-9179-2016-1-22

Рыбкина И.Д., Ловцкая О.В., Курепина Н.Ю., Губарев М.С. Оценка и прогноз вероятностного ущерба населению и экономике от негативного воздействия природных вод в регионах Верхней Оби (на примере бассейна реки Чарыш) // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2021. № 4. С. 57–67.

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Магаева Л.А., Губарев М.С., Резников В.Ф., Курепина Н.Ю. Оценка водообеспеченности регионов Западной Сибири // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Матер. Междунар. конф. (23–25 сентября 2015 г., Россия). М.: ИВП РАН, 2015. С. 512–514.

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Курепина Н.Ю. Опыт оценки антропогенной нагрузки в схемах комплексного использования и охраны водных объектов (на примере Обь-Иртышского бассейна) // Водное хозяйство России. 2011. №4. С. 42–52.

Стоящева Н.В. Оценка антропогенной нагрузки на водные объекты Западной Сибири // Региональная экономика: технологии, экономика, экология и инфраструктура: Матер. Междунар. конф. (14–15 октября 2015 г., Россия). Кызыл: ТуВИКОПР СО РАН, 2015. С. 295–297.

Shiklomanov I.A. The dynamics of river water inflow to the Arctic Ocean. The Freshwater Budget of the Arctic Ocean. Dordrecht. The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 2000. P. 281–297.

### *References*

Vinokurov Yu.I., Rybkina I.D., Stoyashcheva N.V., Kurepina N.Yu. Territorial'naya organizatsiya vodopol'zovaniya v bassejne reki Alej [Territorial organization of water use in the Aley river basin] // Geografiya i prirodnye resursy [Geography and natural resources]. 2014. № 3. P. 133–140. (in Russian).

Vinokurov Yu.I., Rybkina I.D., Stoyashcheva N.V., Gubarev M.S., Kurepina N.Yu., Reznikov V.F., Magaeva L.A. Landshaftno-bassejnovyj podhod v ocenках vodoobespechennosti naseleniya i ekonomiki regionov Zapadnoj Sibiri [Landscape-basin approach in assessing the water supply of the population and the economy of the regions of Western Siberia] // Geografiya i prirodnye resursy [Geography and Natural Resources]. 2018. № 1. P. 31–41. doi: 10.21782/GiPR0206-1619-2018-1(31-41)

Danilov-Danil'yan V.I., Losev K.S. Potreblenie vody: ekologicheskie, ekonomicheskie, social'nye i politicheskie aspekty [Water consumption: environmental, economic, social and political aspects]. М.: Nauka, 2006. 221 p. (in Russian).

Kurepina N.Yu. Karty vodoobespechennosti i problemy pri ih sostavlenii [Water availability maps and problems in their compilation] // Interekspo GEO-Si-



bir'-2017 [Interekspos GEO-Sibir'-2017]. Novosibirsk, 2017. P. 58–64. (in Russian).

Kurepina N.Yu., Rybkina I.D. Kartograficheskoe soprovozhdenie nauchno-issledovatel'skih rabot v celyah obespecheniya vodnoj bezopasnosti regionov Zapadnoj Sibiri [Cartographic support of scientific research work in order to ensure water security of the regions of Western Siberia] // *Geodeziya i kartografiya* [Geodesy and cartography]. 2017. № 2. P. 33–41. doi: 10.22389/0016-7126-2017-920-2-33-41

Kurepina N.Yu., Rybkina I.D. Kartograficheskij metod issledovaniya pri razrabotke rekomendacij po predotvrashcheniyu chrezvychajnyh situacij ot negativnogo vozdejstviya vod [Cartographic method of research in the development of recommendations for the prevention of emergency situations from the negative impact of water] // *Geodeziya i kartografiya* [Geodesy and cartography]. 2021. № 5. P. 23–38. doi: 10.22389/0016-7126-2021-971-5-23-38

Ladoga [Ladoga] / Ed. V.A. Rumyantseva, S.A. Kondrat'eva. SPb: Nestor-Istoriya, 2013. 468 p. (in Russian).

Metodika ocenki veroyatnostnogo ushcherba ot vrednogo vozdejstviya vod i ocenki effektivnosti osushchestvleniya preventivnyh vodohozyajstvennyh meropriyatij [Methodology for assessing the probable damage from the harmful effects of water and assessing the effectiveness of the implementation of preventive water management measures]. M.: FGUP «VIEMS», 2005. 154 p. (in Russian).

Runova T.G., Volkova I.N., Nefedova T.G. Territorial'naya organizaciya prirodopol'zovaniya [Territorial organization of nature management]. M.: Nauka, 1993. 208 p. (in Russian).

Rybkina I.D. Territorial'naya organizaciya vodopol'zovaniya v regionah Verhnej Obi: ocenka i prognoz sostoyaniya, problemy i perspektivy razvitiya [Territorial organization of water use in the regions of the Upper Ob: assessment and forecast of the state, problems and development prospects] // *Izvestiya Altajskogo kraevogo otdeleniya RGO* [Bulletin of the Altay Branch of the Russian Geographical Society]. 2020. № 2 (57). P. 5–20. doi: 10.24411/2410-1192-2020-15701

Rybkina I.D., Kurepina N.Yu., Stoyashcheva N.V., Gubarev M.S. Geoinformacionno-kartograficheskoe modelirovanie vodoobespechennosti v celyah vodohozyajstvennoj bezopasnosti i ustojchivogo razvitiya territorij [Geoinformation and Cartographic Modeling of Water Supply for the Purposes of Water Security and Sustainable Development of Territories] // *InterKarto/InterGIS* [InterKarto/InterGIS], 2016. P. 127–134. doi: 10.24057/2414-9179-2016-1-22

Rybkina I.D., Lovckaya O.V., Kurepina N.Yu., Gubarev M.S. Ocenka i prognoz veroyatnostnogo ushcherba naseleniyu i ekonomike ot negativnogo vozdejstviya prirodnyh vod v regionah Verhnej Obi (na primere bassejna reki Charysh) [Assessment and forecast of probable damage to the population and economy from the negative impact of natural waters in the regions of the Upper Ob (on the example of the Charysh river basin)] // *Ispol'zovanie i ohrana prirodnyh resursov v Rossii* [Use and protection of natural resources in Russia]. 2021. № 4. P. 57–67. (in Russian).

Rybkina I.D., Stoyashcheva N.V., Magaeva L.A., Gubarev M.S.,

Reznikov V.F., Kurepina N.Yu. Ocenka vodoobespechennosti regionov Zapadnoj Sibiri [Estimation of water availability of the regions of Western Siberia] // Fundamental'nye problemy vody i vodnyh resursov: Mater. Mezhdunar. konf. (23–25 sentyabrya 2015 g., Rossiya) [Fundamental problems of water and water resources: Proceed. int. conf. (Sept. 23–25, 2015)]. M., 2015. P. 512–514. (in Russian).

Rybkina I.D., Stoyashcheva N.V., Kurepina N.Yu. Opyt ocenki antropogennoj nagruzki v skhemah kompleksnogo ispol'zovaniya i ohrany vodnyh ob'ektov (na primere Ob'-Irtyskogo bassejna) [Experience in assessing the anthropogenic load in schemes for the integrated use and protection of water bodies (on the example of the Ob-Irtys basin)] // Vodnoe hozyajstvo Rossii [Water sector of Russia], 2011. №4. P. 42–52. (in Russian).

Stoyashcheva N.V. Ocenka antropogennoj nagruzki na vodnye ob'ekty Zapadnoj Sibiri [Assessment of anthropogenic load on water bodies in Western Siberia]. Regional'naya ekonomika: tekhnologii, ekonomika, ekologiya i infrastruktura: Mater. Mezhdunar. konf. (14–15 oktyabrya 2015 g., Rossiya) [Regional economy: technologies, economics, ecology and infrastructure: Proceed. int. conf. (Oct. 14–15, 2015)]. Kyzyl, 2015. P. 295–297. (in Russian).

Shiklomanov I.A. The dynamics of river water inflow to the Arctic Ocean. The Freshwater Budget of the Arctic Ocean. Dordrecht. The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 2000. P. 281–297.

## GIS-SUPPORT FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE UPPER OB REGIONS FOR THE PURPOSE OF ASSESSING THE WATER SUPPLY SITUATION

N.Yu. Kurepina, I.D. Rybkina

*Institute of Water and Environmental Problems, SB RAS, Barnaul,*

*E-mail: nyukurepina@mail.ru; irina.rybkina@mail.ru*

*GIS support is an integral part of the sustainable development of regions. In the Upper Ob basin, the sustainable development of territories is largely determined by the rational use of water resources and the current state of the water management. Geoinformation-cartographic modeling is one of the effective methods for studying and assessing the water management situation, which makes it possible to visually display: the spatial and temporal dynamics of ongoing events, quantitative and qualitative characteristics of observed hydrological phenomena, predictive indicators of regional water use systems and practical recommendations for water use management. The Institute for Water and Environmental Problems of the SB RAS performs a wide range of research works in the field of water management, most of which have cartographic support. The Laboratory of Water Resources Management has accumulated significant experience in creating water management maps: water resources, water supply, hydroecological maps and flood situation maps. The paper considers some methodological approaches to the creation of cartographic databases (DB) and geoinformation-cartographic models that*

*make it possible to visually reflect the results of a regional assessment of the water management situation in the Upper Ob basin in general and in certain key areas in particular. The lack of uniform requirements and methods for creating models required the development of independent GIS projects based on original thematic DB created individually for each research task. In order to implement an integrated approach in solving these problems and cartographic interpretation of water management indicators, it was often necessary to use non-standard author's symbols. Due to this, the final cartographic models made it possible to most fully and visually display the spatial and temporal features of the estimated indicators of the water management situation in the regions of the Upper Ob.*

**Keywords:** water management mapping; cartographic databases; Upper Ob basin; geoinformation and cartographic models; sustainable development.

*Received February 26, 2023. Accepted: March 23, 2023*

#### *Сведения об авторах*

*Курепина Надежда Юрьевна* – кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории водных ресурсов и водопользования Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0001-9871-5976. E-mail: nyukurepina@mail.ru.

*Рыбкина Ирина Дмитриевна* – доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией водных ресурсов и водопользования Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0002-0081-9652. E-mail: irina.rybkina@mail.ru.

#### *Information about the authors*

*Kurepina Nadezhda Yurievna* – PhD in Geography, Senior Researcher of the Laboratory of Water Resources Management of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS. 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0001-9871-5976. E-mail: nyukurepina@mail.ru.

*Rybkina Irina Dmitrievna* – Dr. Sc. in Geography, Leading Researcher and Head of the Laboratory of Water Resources Management of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS. 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0002-0081-9652. E-mail: irina.rybkina@mail.ru.