

Картографическое сопровождение научно-исследовательских работ в целях обеспечения водной безопасности регионов Западной Сибири

© ¹Курепина Н. Ю., ²Рыбкина И. Д., 2017

Институт водных и экологических проблем СО РАН

656038, Россия. г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1
¹nyukurepina@mail.ru ²irina.rybkina@mail.ru

Предлагается использовать картографический метод для решения научно-исследовательских задач, связанных с водоресурсными и водохозяйственными проблемами регионов Западной Сибири. В рамках выполнения научных проектов применены отдельные методические подходы, позволяющие корректно отобразить водообеспеченность территорий, антропогенную нагрузку на водные объекты и водосборные бассейны, параметры развития региональных систем водопользования. Описание объектов приводится по принципу от более крупного в площадном отношении к меньшему: территория Западной Сибири, Обь-Иртышский бассейн в пределах РФ, бассейн реки в границах одного субъекта федерации. Даются подробная характеристика исходной информации для составления карт водной тематики, алгоритм получения расчётных данных, а также результирующие интегральные показатели, положенные в основу разработки картографических моделей. Представлено описание картографического дизайна.

Антропогенная нагрузка, водообеспеченность, водные ресурсы, картографический метод исследования, карты водного хозяйства, регионы Западной Сибири, системы водопользования, территориальная организация.

Anthropogenic load, water availability, water resources, cartographic method of research, water management maps, regions of Western Siberia, water use system, territorial organization.

Поступила в редакцию 20.07.2016

Принята к публикации 28.11.2016

Картографическое сопровождение – неотъемлемая часть большинства научно-исследовательских работ (НИР), связанных с решением водохозяйственных и водоресурсных проблем развития территорий. Основная специфика карт водного хозяйства – показ потребности в водных ресурсах населения, промышленности и сельского хозяйства, речного судоходства и рыбного хозяйства, представление характеристик водоснабжения и водопотребления для нужд гидроэнергетики и транспорта, а также защиты населённых пунктов и объектов экономики от наводнений и других видов негативного воздействия природных вод [6]. В настоящее время благодаря успешному применению программных средств и технологий картографический метод выполняет роль не только визуализатора потенциальной, современной и прогнозируемой ситуации в сфере водного хозяйства, в ходе картографического моделирования происходит сложная научная обработка данных, связанная с абстрагированием, анализом и синтезом, поэтому конечный картографический

продукт содержит интегральные количественные и качественные характеристики, полученные автоматизированным путём. Проектирование и составление карт данной тематики, как правило, сопряжено с разработкой специальных методов картографирования, напрямую зависящих от постановки научно-исследовательской задачи.

Отметим, что на сегодняшний день водохозяйственные проблемы остаются актуальными для большинства государств мира и регионов России. При этом комплексные картографические произведения водохозяйственной направленности единичны, а решение задач, связанных с картографическим комплексированием разнородных данных, относящихся к иерархическим единицам природного и административно-территориального деления субъектов, осуществляется в индивидуальном порядке.

Водохозяйственные проблемы или проблемы водной безопасности стран и регионов включают в себя три источника угроз: вододефицит и антропогенная нагрузка на водные ресурсы; катастрофические наводнения и паводки; неудовлетворительное обеспечение населения питьевой водой и другими услугами. О разрушительных наводнениях и паводках в Российской Федерации известно всем, они случаются ежегодно и широко освещаются в средствах массовой информации. Россия богата водными ресурсами и нехватка пресных вод грозит лишь небольшой части её территорий. Хотя такая близорукая точка зрения, как считают эксперты [4], может в долгосрочной перспективе привести к чрезвычайно сложным водохозяйственным ситуациям. А вот неудовлетворительное обеспечение гарантированного качества питьевых вод в сочетании с высоким износом сооружений водоподготовки, магистральных и разводящих сетей, по мнению многих, наиболее актуальная проблема функционирования водохозяйственного комплекса регионов.

На протяжении 30 лет сотрудниками Института водных и экологических проблем (ИВЭП) СО РАН (г. Барнаул) выполняются научно-исследовательские работы водохозяйственной и водоресурсной направленности. Накоплен значительный опыт картографического сопровождения проектов водной тематики. В настоящей работе на примере решения конкретных научно-исследовательских задач предложены методические подходы по составлению карт водного хозяйства. Последовательность представления результирующих картографических материалов, полученных в процессе исполнения проектных работ, основана на принципе от более крупного в площадном отношении объекта исследования к меньшему: территория Западной Сибири, Обь-Иртышский бассейн в пределах Российской Федерации, бассейн реки в границах субъекта федерации.

На всех этапах выполнения НИР картографическое моделирование велось в кооперации с географами – специалистами в области водоресурсных и водохозяйственных проблем. Коллегиально определялась методология картографирования. Локализация про-

странственных данных обеспечивалась путём привлечения программного продукта ArcGIS 10.2 (компания ESRI). В качестве географической основы на территорию Западной Сибири использованы отдельные цифровые слои «Общегеографической карты РФ» (масштаба 1 : 1 000 000), генерализованные в соответствии с содержанием и особенностью картографируемой территории, на региональном уровне – цифровые слои топографических карт масштаба 1 : 200 000 (ДСП, ИВЭП СО РАН).

Карта «Современная водоресурсная обеспеченность территорий Западной Сибири»

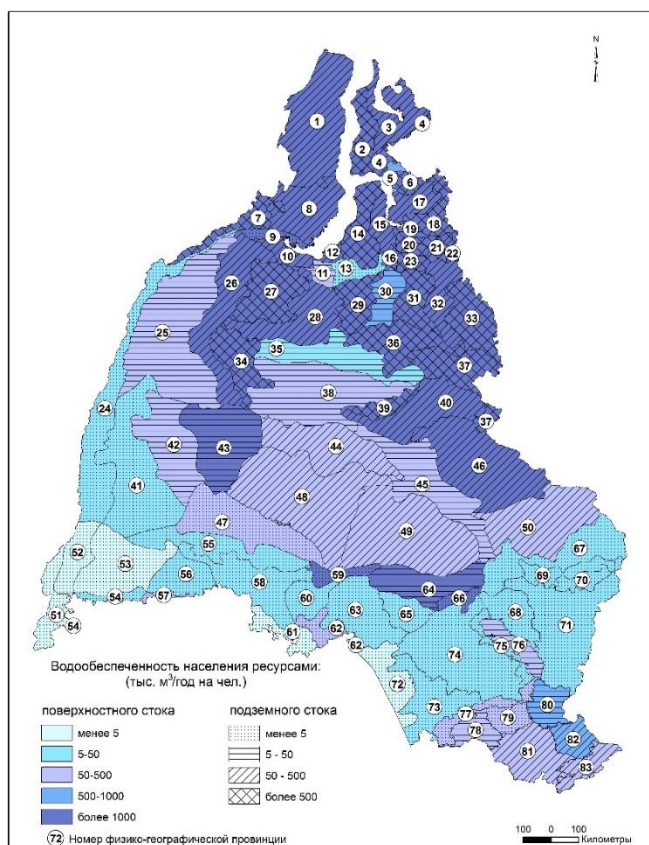
В рамках выполнения бюджетного научного проекта «Пространственно-временная организация природных и природно-хозяйственных систем в водосборных бассейнах: стратегия водопользования и обеспечения гидроэкологической безопасности Сибири» (2013–2016 гг.) была поставлена задача оценить современную и перспективную водообеспеченность региональных природно-хозяйственных систем Западной Сибири. Одним из предполагаемых результатов работ должна была стать картографическая модель современной водоресурсной обеспеченности исследуемой территории.

Западная Сибирь имеет значительную протяжённость с севера на юг и с востока на запад. В физико-географическом понимании она практически полностью соответствует Западно-Сибирской низменности. С учётом расположения в её границах Обь-Иртышского речного бассейна, который занимает в пределах Российской Федерации площадь 2194,4 тыс. км² (включая бессточные области), эта территория представляет собой крупнейший в стране водосборный регион. Бассейн Оби и Иртыша богат поверхностными водными ресурсами, среднемноголетний сток которых, по данным Государственного гидрологического института (ГГИ), оценивается в 405 км³. Подземные воды представлены водоносными комплексами Западно-Сибирского артезианского бассейна, и в пределах речного бассейна их прогнозные ресурсы составляют 104 км³/год [7].

Широкий спектр природно-климатических условий Западной Сибири находит проявление в разнообразии хозяйственной освоенности и степени заселённости её территорий. Так, в границах Обь-Иртышского бассейна выделяют индустриальные Челябинскую, Свердловскую, Кемеровскую и Тюменскую области (угле-, нефте- и газодобыча, чёрная металлургия, машиностроение и химическая промышленность), а также аграрно-развитые Алтайский край, Омскую, Курганскую и Новосибирскую области. При всём богатстве природно-ресурсного потенциала распределены они неравномерно, поэтому здесь выделяются водообильные и вододефицитные территории. К последним следует отнести регионы, тяготеющие к бессточной области Обь-Иртышского междуречья. Из-за несоответ-

ствия распределения водных ресурсов, населения и объектов экономики по территории проблемы вододефицита только усиливаются, что акцентирует внимание исследователей на оценках водообеспеченности регионов в современных и перспективных условиях.

Для создания картографической модели современной водоресурсной обеспеченности территорий Западной Сибири (рис. 1) был найден оригинальный методологический подход картографирования, который заключался в использовании в качестве оценочных операционных единиц – ландшафтных провинций, согласно физико-географическому



районированию Сибири Ю. И. Винокурова, Ю. М. Цимбалея [3]. По мнению авторов, на региональном уровне исследований ландшафтные провинции выступают тем природным комплексом, к которому тяготеет формирование водных ресурсов с учётом зональных и азональных факторов дифференциации территорий, что и позволяет получить более достоверную информацию о естественных ресурсах поверхностных и подземных вод.

Рис. 1. Картографическая модель современной водообеспеченности региональных природно-хозяйственных систем Западной Сибири

Источниками для составления тематического содержания карты современной водообеспеченности региональных природно-хозяйственных систем Западной Сибири служили:

цифровые данные – карта физико-географического районирования Сибири (83 провинции, составитель цифрового варианта Ю. М. Цимбалея, ИВЭП СО РАН); сведения Росгидромета с привязкой к гидрологическим постам, расположенным на территории Западной Сибири;

для поверхностных вод – данные ГГИ о среднемноголетних речных расходах и карта «Средний многолетний сток рек» масштаба 1 : 24 000 000 [2];

для подземных вод – карта «Естественные ресурсы подземных вод СССР» [1], оценки ресурсов пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна [8] и результаты геологоразведочных работ, проведённых в регионах за последние годы (при условии их наличия).

Созданный на территорию Западной Сибири ГИС-проект включал в себя массив растровых, цифровых и статистических данных, комплексная обработка и интеграция которых позволили определить количественные показатели водообеспеченности населения ресурсами (тыс. м³/год на чел.) поверхностного и подземного стока в природных границах и визуализировать полученную информацию с помощью картографической модели. Современная обеспеченность населения поверхностными водными ресурсами оценивалась по данным ближайших гидрологических постов за весь период наблюдений с привязкой к местам пересечения рекой границ ландшафтных провинций. При отсутствии постов или их удалённости от границ провинций использовались данные по модулю речного стока. Обеспеченность подземными водами рассчитывалась по показателям модуля подземного стока зоны интенсивного водообмена [10]. В границах ландшафтных провинций водные ресурсы рассчитывались с использованием имеющегося стандартного инструмента для измерения площади территорий, имеющих равные значения модуля поверхностного и подземного стока.

На оценочной картографической модели водные ресурсы отображены способом количественного фона: шкала значений представлена пятью градациями (менее 5, 5–50, 50–500, 500–1000, более 1000 тыс. м³/год) с цветовым решением разной интенсивности; для подземного стока определены четыре градации (менее 5, 5–50, 50–500, более 500 тыс. м³/год), различающиеся по силе штриховки. Созданная водоресурсная карта визуализировала распределение поверхностных и подземных вод, приходящихся на душу населения, в границах ландшафтных провинций Западной Сибири. Отмечается закономерное увеличение водообеспеченности с юга на север, по мере нарастания водности рек и увеличения увлажнённости территорий.

Наиболее всего ресурсами *поверхностных вод* обеспечены малообжитые северные регионы. Слабо обеспечены поверхностными водными ресурсами жители основной полосы расселения, приуроченной к лесостепным и степным ландшафтным провинциям. Наименьшую водообеспеченность имеет население субъектов в бессточной области Оби и Иртыша, южной части Урала. Анализ ресурсов *подземных вод* питьевого качества показал, что наименее ими обеспечена южная часть Западной Сибири, расположенная в усло-

виях недостаточного увлажнения и частичного дренирования водоносных горизонтов. В зоне оптимального и избыточного увлажнения территорий Западной Сибири с глубоким дренированием подземных горизонтов водообеспеченность имеет наивысшие значения.

Таким образом, благодаря созданной карте был выполнен пространственный анализ современного состояния водных ресурсов как основы водохозяйственной деятельности в регионах Западной Сибири. Кроме того, сформирована информационная база для дальнейших научных исследований с целью обеспечения водной безопасности территорий и оптимизации использования данного вида ресурса.

Карта «Зонирование (ранжирование) водосборной территории по степени антропогенной нагрузки на водные объекты»

При выполнении работ по государственному контракту «Исследование современного состояния и научное обоснование методов и средств обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса в бассейнах рек Оби и Иртыша» (2008–2010 гг.) в среде ГИС была создана серия водоресурсных и водно-экологических карт в форме атласа. Один из разделов атласа составили карты зонирования водосборной территории Обь-Иртышского бассейна по степени антропогенной нагрузки на водные объекты, в основу методологии картографирования которых положен бассейновый принцип управления водными ресурсами. В роли оценочных операционных единиц выступили водохозяйственные участки (ВХУ), законодательно утверждённые и являющиеся частью водохозяйственного районирования Российской Федерации.

Согласно водохозяйственному районированию Обь-Иртышского бассейна, в его пределах выделяется три бассейновых округа – Верхне- и Нижне-Обской, Иртышский. Для оценки антропогенной нагрузки на водные объекты и водосборные территории изучено 72 водохозяйственных участка. В каждом из них оценка проводилась по двум группам показателей – прямым и косвенным видам воздействия. Под прямыми воздействиями понимаются заборы свежей воды из водных объектов и сбросы сточных вод. Косвенными, или площадными, воздействиями признаны такие виды нагрузок, которые непосредственно связаны с водосборной территорией речных бассейнов.

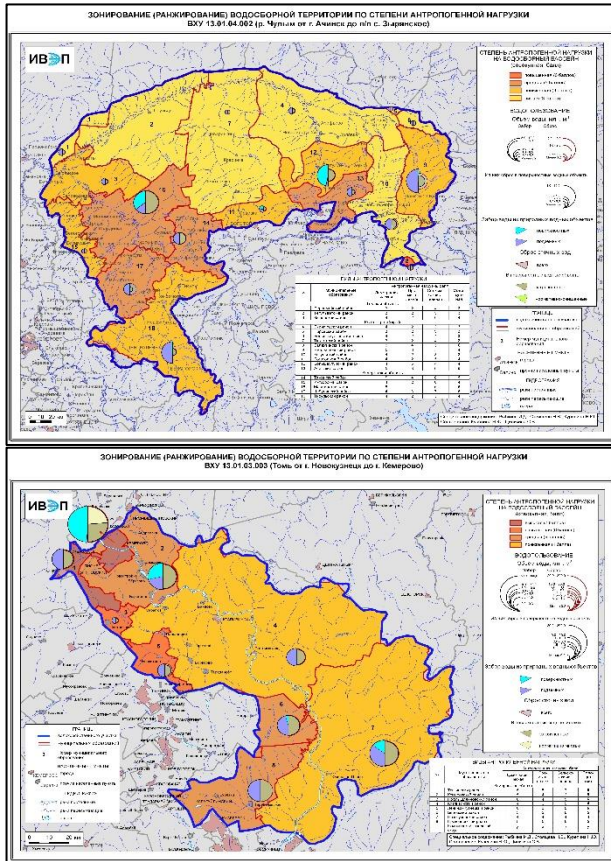
Зонирование (ранжирование) антропогенной нагрузки выполнено на основе анализа следующих тематических показателей: плотность населения на водосборной территории (чел./км²); плотность промышленного производства (объём производимой в регионе промышленной продукции в тыс. руб., приходящейся на 1 км²) и сельскохозяйственная освоенность, включая распаханность (%) и животноводческую нагрузку (количество условных голов скота на 1 км²). Расчёт величин проводился с использованием статистиче-

ской информации по муниципальным образованиям (административным районам и городским округам) субъектов Российской Федерации по данным Федеральной службы государственной статистики. Эти показатели затем группировались по видам антропогенных воздействий: демографическому, промышленному и сельскохозяйственному. Среднее значение каждого из приведённых показателей оценивалось как средний уровень соответствующей антропогенной нагрузки в пределах Обь-Иртышского бассейна; сельскохозяйственная нагрузка рассчитывалась как среднеарифметическое значение балльных оценок интенсивности земледельческой (распаханность) и животноводческой нагрузок; совокупная антропогенная нагрузка определялась как среднеарифметическое значение баллов демографической, промышленной и сельскохозяйственной нагрузок.

На первом этапе научно-исследовательских работ была выполнена оценка модельных ВХУ (рис. 2, *а*), а затем всего водосборного бассейна (см. рис. 2, *б*). На уровне водохозяйственного участка для каждого из показателей была принята восьмибалльная условная шкала интенсивности антропогенной нагрузки (таблица), в основу которой положена методика А. Г. Исаченко [5]. Для карты зонирования (ранжирования) территории Обь-Иртышского бассейна по степени антропогенной нагрузки на водные объекты шкала интенсивности была упрощена до трёх градаций: 1 – низкая степень (1–3 балла по восьмибалльной шкале); 2 – средняя (4–6 баллов по восьмибалльной шкале); 3 – высокая (7–8 баллов по восьмибалльной шкале).

Для отображения зонирования использовался способ количественного фона. В модельных ВХУ отображались показатели водопользования (ВП) по объёмам забора воды с указанием источника (поверхностного или подземного), а также по объёмам сброса сточных вод (всего, из них в поверхностные водные объекты, загрязнённые, нормативно-очищенные, нормативно-чистые сточные воды). При этом применялся способ круговой картодиаграммы с делением по вертикали для отражения значений забора и сброса воды. Объёмы забора и сброса даны величиной диаметра круга в соответствии с непрерывной шкалой и секторным делением круга в сочетании со способом количественного фона для отражения характеристик забранной и сброшенной воды.

a



б

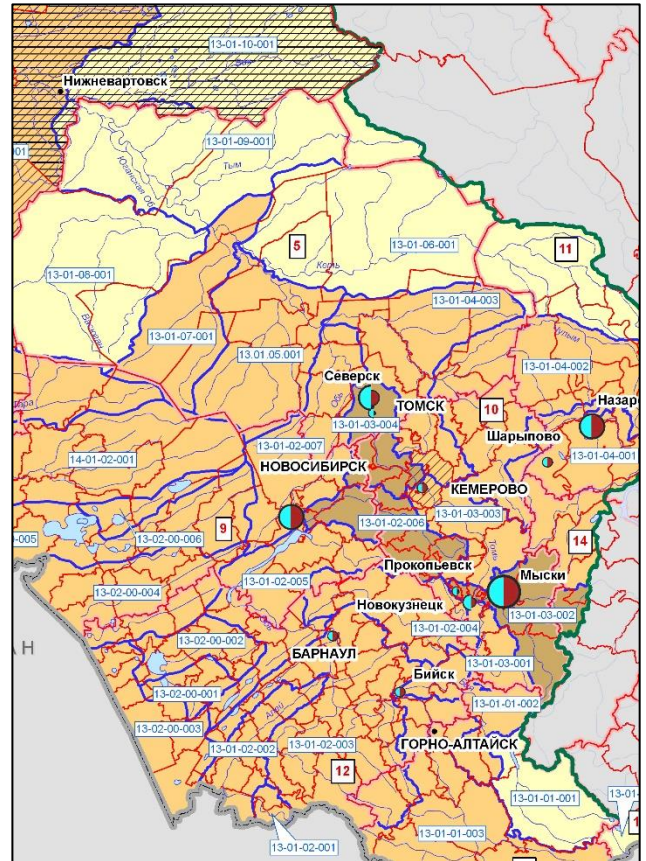


Рис. 2. Карты зонирования (ранжирования) водосборной территории по степени антропогенной нагрузки на водные объекты:

a – модельные водохозяйственные участки; *б* – водосборная территория

Обь-Иртышского бассейна (фрагмент)

**Шкала основных показателей для зонирования водосбора
водохозяйственных участков по степени антропогенной нагрузки**

Показатели	Интенсивность нагрузки, баллы							
	1 незначительная или отсутствует	2 очень низкая	3 низкая	4 пониженная	5 средняя	6 повышенная	7 высокая	8 очень высокая
Плотность населения, чел./км ²	0,0	≤ 0,1	0,2–1,0	1,1–5,0	5,1–10,0	10,1–25,0	25,1–50,0	> 50,0
Плотность промышленного производства, тыс. руб./ км ²	0,0	≤ 10,0	10,1–100,0	100,1–1000,0	1000,1–3000,0	3000,1–4000,0	4000,1–5000,0	> 5000
Распаханность, %	0,0	≤ 0,1	0,2–1,0	1,1–5,0	5,1–15,0	15,1–40,0	40,1–60,0	> 60,0
Животноводческая нагрузка, усл. гол./км ²	0,0	≤ 0,1	0,2–1,0	1,1–2,0	2,1–3,0	3,1–6,0	6,1–10,0	> 10,0

На карте водосборной территории Обь-Иртышского бассейна оценочные показатели водопользования отображались для двух категорий муниципальных образований: административных районов и городских округов. В соответствии с техническим заданием определён масштаб карты 1 : 6 000 000; при таком масштабе забор воды и сброс сточных вод нашли отражение только при превышении ими объёма 100 млн м³. Данная информация по административным районам была представлена способом качественного фона, по населённым пунктам – круговыми картодиаграммами, разделёнными по вертикали на две части с различной цветовой гаммой, одна из которых соответствовала объёму забора воды, другая – сбросу сточных вод. Выбранный интервал шкал диаграмм (100–300, 300–500, 500–700 и 700–1010 млн м³) позволил наглядно отобразить города с высоким водопотреблением и водоотведением, подтвердив сложившуюся напряжённую ситуацию на отдельных водных объектах ВХУ. На карте населённые пункты с высоким забором воды и сбросом сточных вод имеют собственные подписи. В результате картографической оценки установлено, что на большей территории Обь-Иртышского бассейна наблюдается средняя и низкая интенсивность антропогенной нагрузки и лишь 11 из 72 водохозяйственных участков характеризуются высокой степенью нагрузки.

Разработанная методика картографирования в среде ГИС позволила выполнить комплексную водоресурсную и водно-экологическую оценку территорий Обь-Иртышского бассейна в условиях недостаточного обеспечения данными стационарных наблюдений, а также визуализировать количественные аналитические показатели по антропогенной нагрузке на водные объекты и водосборный бассейн в целом, что способ-

ствовало разработке обоснованной системы поддержки принятия решений для обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса в бассейне рек Оби и Иртыша.

Карта «Территориальная организация водопользования в бассейне р. Алей»

В рамках выполнения научно-исследовательских работ по проекту «Формирование, трансформация и использование водных ресурсов, разработка научных основ их охраны и управления на базе бассейнового подхода (с учетом природных, антропогенных факторов и особенностей природопользования)» (2010–2012 гг.) была создана карта «Территориальная организация водопользования в бассейне (на примере р. Алей)» (рис. 3). Территориальная организация предполагает выделение региональных систем водопользования – дисперсных, линейных, линейно-площадных, очаговых и крупноочаговых. Под системами ВП понимаются исторически сложившиеся формы использования водных ресурсов, отражающие особенности территориальной структуры водопользования, которые обусловлены природно-зональными чертами, уровнем и характером социально-экономического развития региона, общностью культурных и национально-этнических условий проживания населения.

Выбор бассейна р. Алей был не случаен, это – репрезентативный географический объект, имеющий длительную историю хозяйственного освоения, обеспеченный достаточным массивом разновременных данных, которые позволяют проводить комплексные научные исследования, в том числе по проблемам территориальной организации водопользования. В настоящее время муниципальные образования и водопользователи бассейна сталкиваются с такими водохозяйственными проблемами, как недостаток водных ресурсов, высокий уровень загрязнения вод основной реки и её притоков, обмеление и заиливание водотоков, подтопление территорий муниципальных образований. Отмечаются также общая деградация экосистем бассейна, опустынивание и аридизация климата, что негативно сказывается на состоянии и функционировании систем ВП.

В основу картографического моделирования территориальной организации ВП в речном бассейне положен общепризнанный подход интегрированного управления водными ресурсами, в рамках которого, согласно методике Т. Г. Руновой с соавторами [9], выделены региональные системы ВП. Основными картографическими источниками информации для базы данных ГИС послужили цифровые слои топографических карт (масштаб 1 : 200 000), «Физико-географическое районирование Алтайского края» (масштаб 1 : 200 000, ДСП, фонд ИВЭП СО РАН); административно-территориальное деление Алтай-

ского края (карта «Алтайский край. Административная карта», масштаб 1 : 600 000. – Новосибирск, ФГУП «Новосибирская картографическая фабрика», 2010 г.), электронные ресурсы по водохозяйственным участкам (ФГУП «Центр Регистра и Кадастра»).

Сюжет комплексной карты «Территориальная организация водопользования в бассейне р. Алей» сложный, так как он отображает совместно природные и социально-экономические объекты и явления в соответствующих показателях. Основное содержание карты составляют характеристики систем ВП. Для их картографического представления использовались классические приёмы отображения площадных, линейных и точечных объектов с помощью условных знаков.

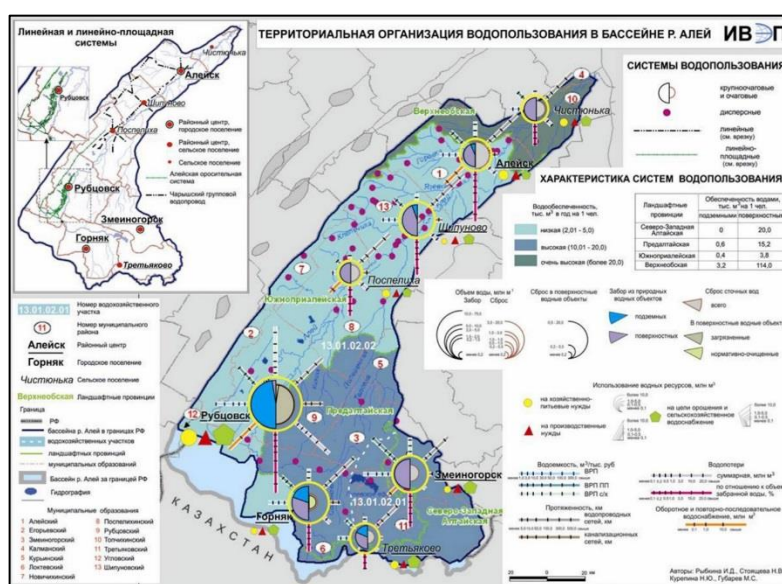


Рис. 3. Карта «Территориальная организация водопользования в бассейне р. Алей»

Природообусловленный характер формирования систем ВП способствовал использованию в качестве оценочной картографической основы иерархических единиц (провинции) ландшафтной дифференциации территории бассейна. Главным показателем оценки выступала удельная обеспеченность населения поверхностными и подземными водами. Водообеспеченность на карте отображена способом количественного фона разной интенсивности в соответствии со следующей градацией: низкая (2,01–5,0 тыс. м³); высокая (10,01–20,0); очень высокая (более 20,0 тыс. м³). Дополнительно приведена таблица с абсолютными значениями ресурсов поверхностных/подземных вод в ландшафтных провинциях. Характер формирования систем ВП существенно детерминирован действием антропогенных факторов, которые определяются видом целевого использования водных объектов, уровнем антропогенной нагрузки на водотоки и их водосборные бассейны, современным

состоянием водных экосистем и качеством речной воды. Управление системами ВП осуществляется, прежде всего, в границах административно-территориальных образований бассейна и ВХУ, поэтому на карте они имеют обязательное представление.

При показе на карте *крупноочаговых и очаговых систем ВП* 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 уровню загрязнения. Данные показатели были предоставлены Верхне-Обским БВУ и предприятиями-водопользователями, расположенными в речном бассейне. Кроме того, на карте приведены величины удельных показателей, полученные расчётным путём, – водоёмкость валового регионального продукта, удельные показатели водопотребления и водоотведения и др. Для отображения данного комплекса водохозяйственных характеристик разработана нестандартная картодиаграмма, представленная на рис. 4.

Информация по назначению использования водных ресурсов в крупноочаговых и очаговых системах ВП на хозяйственно-питьевые и производственные цели, для нужд орошения и сельскохозяйственного водоснабжения представлена на карте значковым способом.

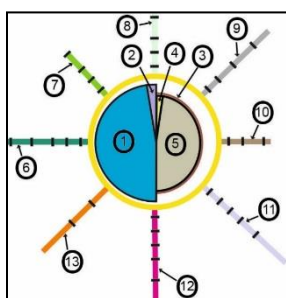


Рис. 4. Картодиаграмма показателей крупноочаговых и очаговых систем ВП:

1 – объём забора поверхностных вод, млн м³; 2 – объём забора подземных вод, млн м³; 3 – суммарный объём сброса сточных вод, млн м³; 4 – объём сброса нормативно-очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты, млн м³; 5 – объём сброса загрязнённых сточных вод в поверхностные водные объекты, млн м³; 6 – водоёмкость валового регионального продукта (ВРП), м³/тыс. руб.; 7 – водоёмкость ВРП промышленного производства, м³/тыс. руб.; 8 – водоёмкость ВРП сельскохозяйственного производства, м³/тыс. руб.; 9 – протяжённость водопроводных сетей, км; 10 – протяжённость канализационных сетей, км; 11 – суммарные водопотери, млн м³; 12 – водопотери по отношению к общему объёму забранной воды, %; 13 – оборотное и повторно-последовательное водоснабжение, млн м³

Значками также изображены *дисперсные системы*, выделение которых основывалось на учёте общих объёмов водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды в сельских населённых пунктах бассейна, а также результатах экспертных оценок состояния объектов водохозяйственной инфраструктуры, полученных авторами при выполнении экспедиционных работ.

Для характеристики *линейных и линейно-площадных* систем ВП на карте помещена информация по протяжённости водопроводных и канализационных сетей муниципальных образований бассейна, пропускной способности оросительных систем, площади орошаемых земель. Небольшие по протяжённости линейные объекты (водопроводные и канализационные сети) вошли в состав крупноочаговых систем, без выделения их в качестве самостоятельных систем ВП. А такие крупные линейные сооружения, как Чарышский групповой водопровод и Алейская оросительная система с Рубцовским магистральным каналом представлены на карте внемасштабно на врезке, поскольку отнесены к структурам регионального уровня. Полученные расчётные и картографические материалы, интерпретированные в среде ГИС, позволили выполнить комплексную оценку территориальной организации ВП в бассейне и провести ранжирование муниципальных образований по остроте проявления водохозяйственных проблем.

Рассмотренные здесь примеры использования картографического метода в решении научно-исследовательских задач, связанных с водным хозяйством, доказывают целесообразность его применения. Данный метод способствует целостному представлению о проблемных водохозяйственных ситуациях, выполнению системного анализа территориальной дифференциации систем водопользования, выявлению неравномерностей их развития и диспропорций формирования. При этом основная роль карт водохозяйственной направленности – получение максимально подробной и достоверной информации в целях обеспечения водной безопасности исследуемых регионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Атлас* гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР. Карта естественных ресурсов подземных вод СССР (подземного стока зоны интенсивного водообмена). – М.: изд. ГУГК, 1983. – 26 с.
2. *Атлас СССР*. – М.: изд. ГУГК, 1983. – 260 с.
3. *Винокуров Ю. И., Цимбалей Ю. М.* Региональная ландшафтная структура Сибири: монография. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2006. – 95 с.
4. *Данилов-Данильян В. И., Гельфан А. Н.* Водная безопасность // Национальная безопасность России. – Вып. 2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iwr.ru/upload/iblock/e25/e25ad4b0f2b86fe36a129df9bcad5a48.pdf>.
5. *Исаченко А. Г.* Экологическая география России. – СПб.: изд. Санкт-Петербургского ун-та, 2001. – 328 с.
6. *Прохорова Е. А.* Социально-экономические карты: учебное пособие. – М.: КДУ, 2010. – С. 299–310.

7. *Ресурсы* поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Водный кадастр Российской Федерации: Справочное издание. 2013 год. – СПб.: ООО «Эс Пэ Ха», 2014. – 166 с.
8. *Ресурсы* пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна / Сост.: И. М. Земскова, Ю. К. Смоленцев, М. П. Полканов и др. – М.: Недра, 1991. – 262 с.
9. *Рунова Т. Г., Волкова И. Н., Нефедова Т. Г.* Территориальная организация природопользования. – М.: Наука, 1993. – 208 с.
10. *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: Тр. Четвертой Всерос. науч. конф. с межд. участием (г. Москва, 15–18 сентября, 2015 г.) / Отв. ред. М. В. Болгов.* – М.: изд. ИВП РАН, 2015. – С. 512–514.

Summary

It is proposed to use the cartographic method for solving the research tasks related to water and water management problems in the regions of Western Siberia. Some methodological approaches to proper display of water availability of territories, anthropogenic load on water objects and catchment basins as well as the parameters of the development of regional water management systems were used in the framework of the implemented research projects. The object description was executed in order of decreasing the area of objects, i.e. the territory of Western Siberia, the Ob-Irtysh basin within the Russian Federation, the river basin within the boundaries of one RF subject. The detailed description of the source information for water management maps, the algorithm for obtaining the estimated data and the resulting integral indicators, which serve as a basis for the development of cartographic models are presented. The description of cartographic design is given.