

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ

УДК 504.4.062.2

Ю. И. ВИНОКУРОВ, И. Д. РЫБКИНА, Н. В. СТОЯЩЕВА, Н. Ю. КУРЕПИНА

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ АЛЕЙ

Предложен новый подход к проблеме выделения и картографирования региональных систем водопользования в границах речного бассейна с учетом физико-географических условий. Выявлены основные закономерности и характер формирования региональных систем водопользования. Полученные результаты рекомендуется использовать как инструмент оптимизации водохозяйственной отрасли в бассейне р. Алей Алтайского края.

Ключевые слова: речной бассейн, ландшафтный подход, системы водопользования, картографический метод, территориальная организация.

We suggest a new approach to the problem of identifying and mapping regional water management systems within the boundaries of the river basin with consideration for physical-geographical conditions. The study revealed the main regularities and the formation pattern of regional water management systems. It is advisable to use the findings as the optimization tool for the water management sector within the Alei river basin of Altai krai.

Keywords: river basin, landscape approach, water management systems, cartographic method, territorial organization.

Современное состояние проблем управления водными ресурсами и водохозяйственными системами в России находится в определенном застое. Широко используемый на практике проблемный подход признан малоэффективным. Вместе с тем задачи, поставленные перед научным сообществом России в Водной стратегии РФ и ФЦП «Развитие водохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 года», невозможно решить только методами гидрологического прогнозирования.

В качестве нового подхода мировая наука предлагает интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР), которое в свете концепции устойчивого развития территории позволит более эффективно решать проблемы водообеспечения населения и отраслей экономики [1]. Основы концепции ИУВР заложены на конференции в Дублине, где впервые было признано, что пресная вода является исчерпаемым ресурсом, важна для поддержания жизни, развития и окружающей среды, имеет экономическую стоимость. Преимуществом ИУВР является возможность сочетанного решения вопросов охраны водных объектов, с одной стороны, и комплекса водохозяйственных проблем — с другой.

Данный подход предлагается использовать в рамках бассейново-ландшафтной методологии [2, 3], позволяющей выделить региональные системы водопользования (ВП) и провести дифференциацию водохозяйственных проблем и методов их решения в зависимости от природно-экологических и социально-экономических характеристик региона. Подход апробирован на примере бассейна р. Алей с целью оптимизации территориальной структуры водохозяйственной отрасли.

Река Алей — один из крупнейших притоков р. Оби. Длина Алея 858 км, площадь бассейна 21,1 тыс. км², среднегодовой расход в створе г. Алейска 39,7 м³/с, годовой сток около 1,9 км³. Приблизительно 70 % территории бассейна расположено в степной зональной области, что обусловило особенности гидрологического режима. Две трети стока формируется в верхнем течении реки. Удельный вес весеннего стока составляет 80 %, летнего — 10 %. В маловодные годы объем годового стока сокращается до 0,6 км³ [4].

Бассейн Алея относится к наиболее антропогенно преобразованным районам юга Западной Сибири, его освоение началось в XVIII—начале XIX в. в связи с горнорудным производством. В дово-

енные (1930-е) и послевоенные (1940–1950-е) годы в городах Рубцовске, Алейске, Горняке были созданы крупные промышленные предприятия машиностроения, горнодобывающей и пищевой промышленности [5]. Последовательное сельскохозяйственное освоение территории привело к тому, что к 1980 г. 74 % площади водосбора было распахано.

Воды реки издавна используются для водоснабжения городов и поселков, животноводческих ферм и обширных участков орошаемого земледелия. В условиях складывающегося дефицита водных ресурсов радикальным мероприятием, обеспечивающим возможности орошения и водоснабжения территории бассейна, стало регулирование стока реки путем создания водохранилищ — Гилевского (470 млн м³), Склюихинского (37 млн м³) и др.

Хозяйственная деятельность в бассейне Алея, часто нерациональная, не могла не отразиться как на качестве его вод, так и на объемах стока. За период с 1950 по 1985 г. произошло сокращение поверхностного и подземного стоков на 15–20 % [6]. Этот процесс продолжается и в настоящее время, несмотря на существенное снижение прямого воздействия на речную систему в связи с сокращением объемов промышленного производства (рис. 1, 2).

Современный водохозяйственный комплекс бассейна представлен системами городов Рубцовска, Алейска, Горняка, Змеиногорска, Чарышским групповым водопроводом, Алейской оросительной

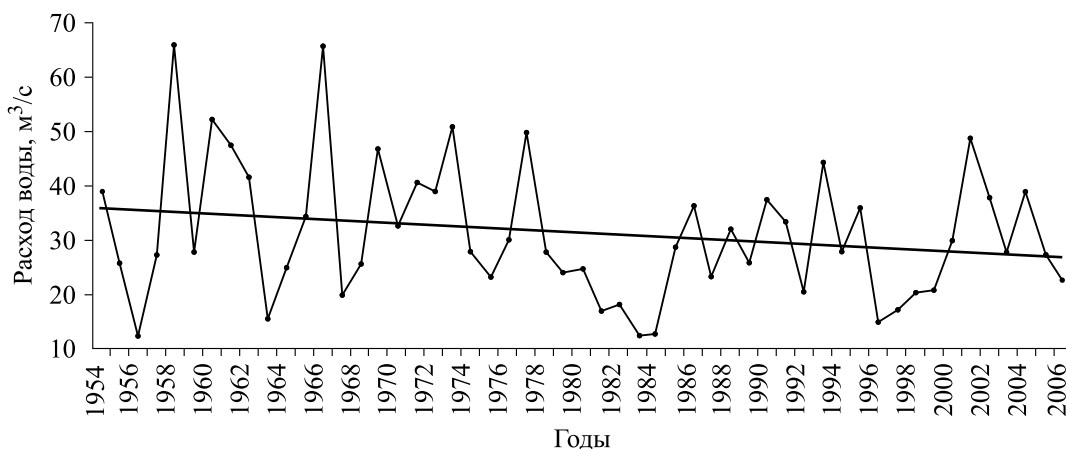


Рис. 1. Динамика расхода воды р. Алей (г. Алейск) (по материалам гидрометеорологических наблюдений).

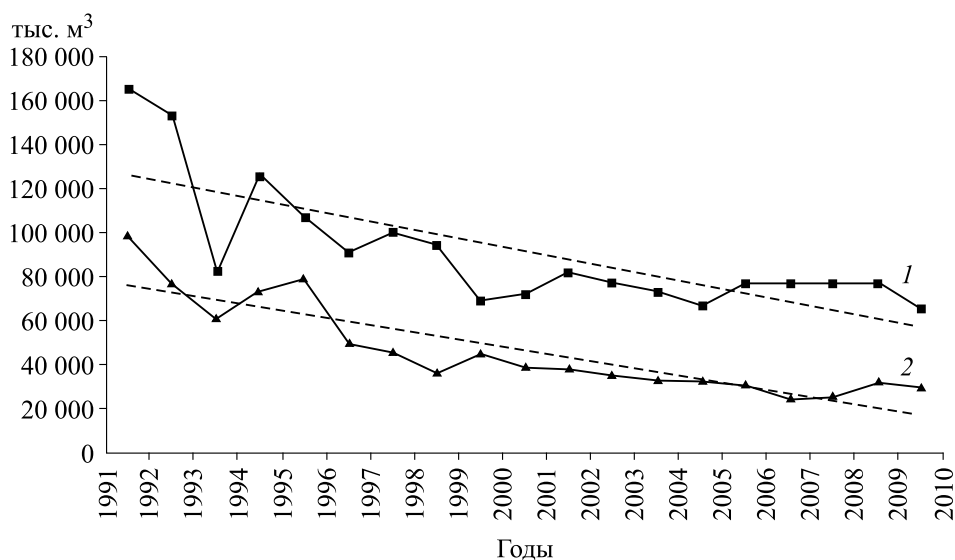


Рис. 2. Динамика забора (1) и сброса (2) воды в поверхностные водные объекты бассейна р. Алей (построено по данным 2-тп водхоз).

системой, гидротехническими сооружениями водохранилищ и прудов, обеспечивающими потребности населения и экономики в воде. Ежегодно на хозяйственно-питьевые нужды расходуется до 25 % используемых водных ресурсов, на производственные — около 20 %, на орошение — 45 % и более, остальная часть приходится на сельскохозяйственное водоснабжение и прочие потребности.

Водохозяйственные системы бассейна не обеспечивают восполнение ресурса и удовлетворительное качество речной воды. Свидетельством этого являются участвовавшие случаи микробного загрязнения реки, нехватка вод питьевого качества, недостаток поверхностных вод для целей орошения и обводнения пастбищ в пойме реки, обмеление и усыхание пойменных озер.

Качество воды в р. Алей остается неудовлетворительным и по гидрохимическим показателям. Так, в городах Алейске и Рубцовске вода ежегодно оценивается классом 3 «Б» (очень загрязненная) — 4 «А» (грязная), при этом наблюдается превышение ПДК по 9–10 из 12 рассматриваемых параметров. Это подтверждает, что применяемые в настоящее время механизмы управления водохозяйственным комплексом (регулирование попусков водохранилищ, очищение сточных вод и др.) не могут решить сложившихся водохозяйственных и водно-экологических проблем в регионе.

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ

В рамках предлагаемого научного подхода основополагающим условием является выделение в бассейне реки региональных систем водопользования. Под системами понимаются исторически сложившиеся формы использования водных ресурсов, отражающие особенности территориальной структуры водопользования, обусловленные природно-зональными чертами, уровнем и характером социально-экономического развития региона, общностью культурных и национально-этнических условий проживания населения.

Формирование систем ВП происходит с учетом ландшафтной дифференциации территорий на основе бассейнового принципа. Основным показателем в этом случае выступает удельная обеспеченность населения поверхностными и подземными водами в речном бассейне в пределах ландшафтных провинций.

Характер формирования систем ВП существенно детерминирован действием антропогенных факторов, которые определяются видом целевого использования водных объектов, уровнем антропогенной нагрузки на водотоки и их водосборные территории, современным состоянием водных экосистем и качеством речной воды.

Управление системами ВП осуществляется как в пределах административно-территориальных образований бассейна, так и в границах водохозяйственных участков (ВХУ) соответственно районированию России. Функционирование рассматриваемых систем зависит от сложившейся структуры хозяйственного использования территорий, расселения населения и особенностей развития водохозяйственной отрасли.

Применив методику Т. Г. Руновой с соавторами [7], адаптированную к особенностям аграрного природопользования [8], в нашем случае — водопользования, в бассейне р. Алей были выделены крупноочаговые, очаговые, линейные, линейно-площадные и дисперсные системы ВП.

Крупноочаговые системы ВП формируются в пределах основных ареалов расселения населения; главным образом они приурочены к узловым элементам демоэкономического каркаса регионов и входят в состав агломерационно-групповых форм размещения населенных пунктов, обеспечивая функционирование важных сфер жизнедеятельности городского пространства. Отвечая за добычу, использование и передачу воды в пределах крупных промышленных узлов и центров расселения населения, а также за сброс и очистку сточных вод на их территории, крупноочаговые системы включают в себя несколько мощных водохозяйственных систем и/или гидротехнических сооружений, отличаются высокой степенью обеспеченности населения питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности. Благоустройство жилого фонда населенных пунктов системами централизованного водоснабжения и водоотведения достигает 80–90 % и более.

Очаговые системы связаны с центрами локальных систем расселения, использующими воду в качестве сырья в производственных процессах, а также в целях потребления с передачей ее на значительно меньшие, чем в крупноочаговых системах, расстояния. Эти системы отличаются наличием одиночных водохозяйственных систем и объектов инженерно-производственной инфраструктуры, приурочены к малым и средним городским поселениям с невысокой степенью обустройства системами централизованного водоснабжения и водоотведения (до 50–70 %).

Линейные системы выполняют функции передачи воды для ее использования в хозяйственно-питьевых и иных целях. Представленные чаще всего линейными водохозяйственными объектами, такими как крупные групповые водозаборы и водопроводы, забирающие и транспортирующие воду на большие расстояния, они охватывают десятки населенных пунктов и имеют протяженность сотни и тысячи километров. Небольшие по протяженности линейные объекты (водопроводные и канализационные сети) могут входить в состав крупноочаговых систем, без выделения их в качестве самостоятельных систем ВП.

Линейно-площадные системы формируются при необходимости строительства водохозяйственных объектов для целей орошения, характеризуются определенной пропускной способностью и площадью орошаемых земель.

Существование *дисперсных* систем обусловлено наличием объектов водохозяйственной инфраструктуры, приуроченных преимущественно к сельским населенным пунктам: водонапорная башня, уличная водопроводная сеть, водоразборные колонки. Использование воды происходит в основном для хозяйственно-питьевых нужд населения без предварительной водоподготовки.

Методически выделение систем ВП в бассейне р. Алей основывалось на учете абсолютных и удельных показателей, отображающих водоресурсный потенциал территорий и степень водохозяйственного обустройства муниципальных образований. Обеспеченность подземными водами (тыс. м³/чел) рассчитана на основании удельных дебитов скважин (л/с) подземных горизонтов в пределах Кулундинско-Барнаульского артезианского бассейна [9]. Обеспеченность поверхностными водами определялась по среднегодовым расходам Алея с привязкой ближайших гидропостов к местам пересечения реки с границами ландшафтных провинций. При этом для каждой провинции на основании данных по слою стока (мм) рассчитывался объем формирующихся в их пределах водных ресурсов, в том числе транзитной составляющей и ресурсов местного стока.

Для выделения крупноочаговых систем использовались статистические данные, предоставленные Верхне-Обским бассейновым водным управлением и водопользователями, по общему водозабору (в том числе из поверхностных и подземных источников), по использованию воды на различные нужды, орошению и сельскохозяйственному водоснабжению, сбросу сточных вод различных категорий.

При выделении очаговых систем применялись статистические данные Федеральной службы статистики и показатели, полученные расчетным путем: протяженность водопроводных и канализационных сетей, водоемкость валового регионального продукта, удельные показатели водопотребления и водоотведения и др.

Наличие линейных систем определялось объемами забранной и транспортируемой воды, общей протяженностью водопроводных и канализационных сетей в границах муниципальных образований бассейна р. Алей. 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 на результатах экспертных оценок состояния объектов водохозяйственной инфраструктуры, полученных авторами в ходе выполнения экспедиционных работ.

Для отображения количественных и качественных характеристик систем ВП использовался картографический метод. С помощью программного продукта ArcGIS 10.0 была создана геоинформационная система (ГИС) «Водопользование в речном бассейне» и составлена карта «Территориальная организация водопользования в бассейне р. Алей». Источниками информации для базы данных ГИС послужили следующие картографические материалы: отвекторизованные топографические карты м-ба 1:200 000 (оригиналы карт ГУГК при СМ СССР, 1981–1985 гг.); векторная карта «Физико-географическое районирование Алтайского края» м-ба 1:200 000 (фонд ИВЭП СО РАН); электронные данные по водохозяйственным участкам (ФГУП «Центр Регистра и Кадастра», www.waterinfo.ru); отвекторизованные данные административно-территориального деления Алтайского края [10].

Геоинформационная система состоит из тематических блоков: «Базовая географическая основа», «Ландшафтно-бассейновая структура» и «Водопользование» (рис. 3).

Карта «Территориальная организация водопользования в бассейне р. Алей» (рис. 4) создавалась в соответствии с основными требованиями, предъявляемыми к картографическим произведениям: информативность, наглядность, простота восприятия, достоверность [11–13]. При этом использовались классические приемы отображения площадных, линейных и точечных объектов посредством условных знаков. С целью отображения крупноочаговых и очаговых систем ВП была разработана нестандартная

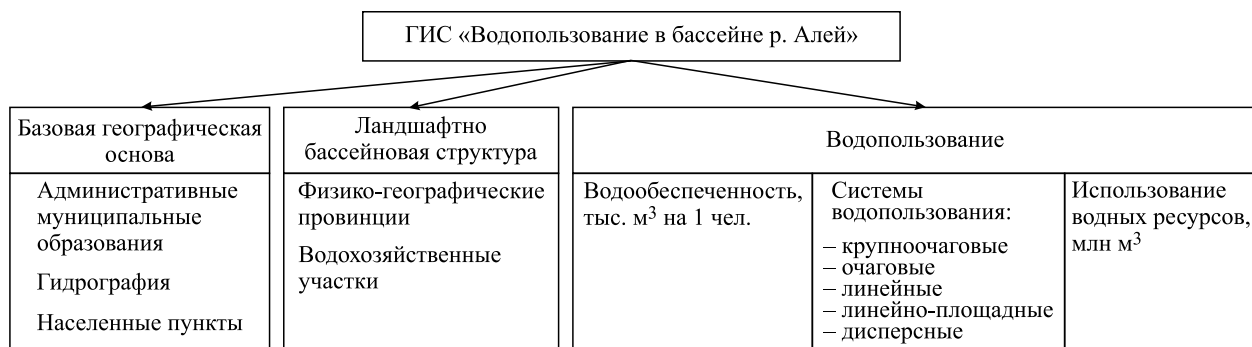


Рис. 3. Структура ГИС «Водопользование в бассейне р. Алей».

картодиаграмма. Линейные и линейно-площадные системы ВП представлены на карте внемасштабными значками. Чарышский групповой водопровод и Алейская оросительная система с Рубцовским магистральным каналом отнесены к структурам регионального уровня и вынесены на врезку к основной карте. Другие линейные системы ВП, обеспечивающие доступность населения к качественной питьевой воде в населенных пунктах (системы централизованного водоснабжения и водоотведения, водоподготовки, очистные сооружения, водопроводные и канализационные сети), как структуры локального уровня вошли составной частью в характеристику крупноочаговых и очаговых систем и отражены в соответствующих картодиаграммах, приуроченных к городским и сельским поселениям.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Бассейн р. Алей как репрезентативный географический объект, имеющий длительную историю хозяйственного освоения, обеспечен достаточным массивом разновременных данных, которые позволяют проводить комплексные научные исследования по проблемам территориальной организации водопользования.

Согласно физико-географическому районированию [2], бассейн реки расположен в четырех ландшафтных провинциях. Западно-Сибирская страна: степная зональная область, Южноприалейская и Предальтайская провинции; лесостепная область, Верхнеобская провинция. Алтае-Саянская горная страна: Алтайская горная область, Северо-Западная Алтайская провинция. По водообеспеченности населения выделяется Верхнеобская провинция — 117,2 тыс. м³/чел, из них 114,0 тыс. м³ — это воды, представленные преимущественно транзитным стоком р. Алей.

Высокой обеспеченностью водными ресурсами характеризуются Предальтайская и Северо-Западная Алтайская провинции — 15,8 и 20,0 тыс. м³/чел; при этом подземная составляющая для Северо-Западной Алтайской провинции отсутствует, поскольку нет данных гидрогеологической разведки. Самая большая по площади и наиболее густонаселенная Южноприалейская провинция отличается низкими значениями водообеспеченности — 4,2 тыс. м³/чел, из них 3,8 тыс. м³ приходится на поверхностные водные ресурсы.

В бассейне Алей определена одна *крупноочаговая система* в г. Рубцовске (промышленный центр Алтайского края с числом жителей 156,2 тыс. чел.) с наибольшими объемами водопотребления, водоотведения и водозабора на орошение. Обеспеченность населения централизованным водоснабжением и водоотведением превышает 80 %.

На основе анализа объемов водопотребления и протяженности водопроводных сетей выделены четыре *очаговые системы* ВП, в том числе Шипуновская и Алейская с наибольшей совокупной протяженностью водопроводных сетей благодаря наличию Чарышского группового водопровода. Благоустройство жилищного фонда г. Алейска и с. Шипуново централизованным водоснабжением превышает 50 %.

К *дисперсным системам* ВП в бассейне р. Алей можно отнести так называемые межхозяйственные центры расселения Алейского, Шипуновского, Поспелихинского, Рубцовского районов, потребляющие свыше 100,0 тыс. м³/год свежей воды в питьевых целях. Охват таких систем централизованным водоснабжением максимален в Алейском районе (95 %) благодаря бесперебойному многолетнему функционированию локальных сооружений Чарышского группового водопровода.

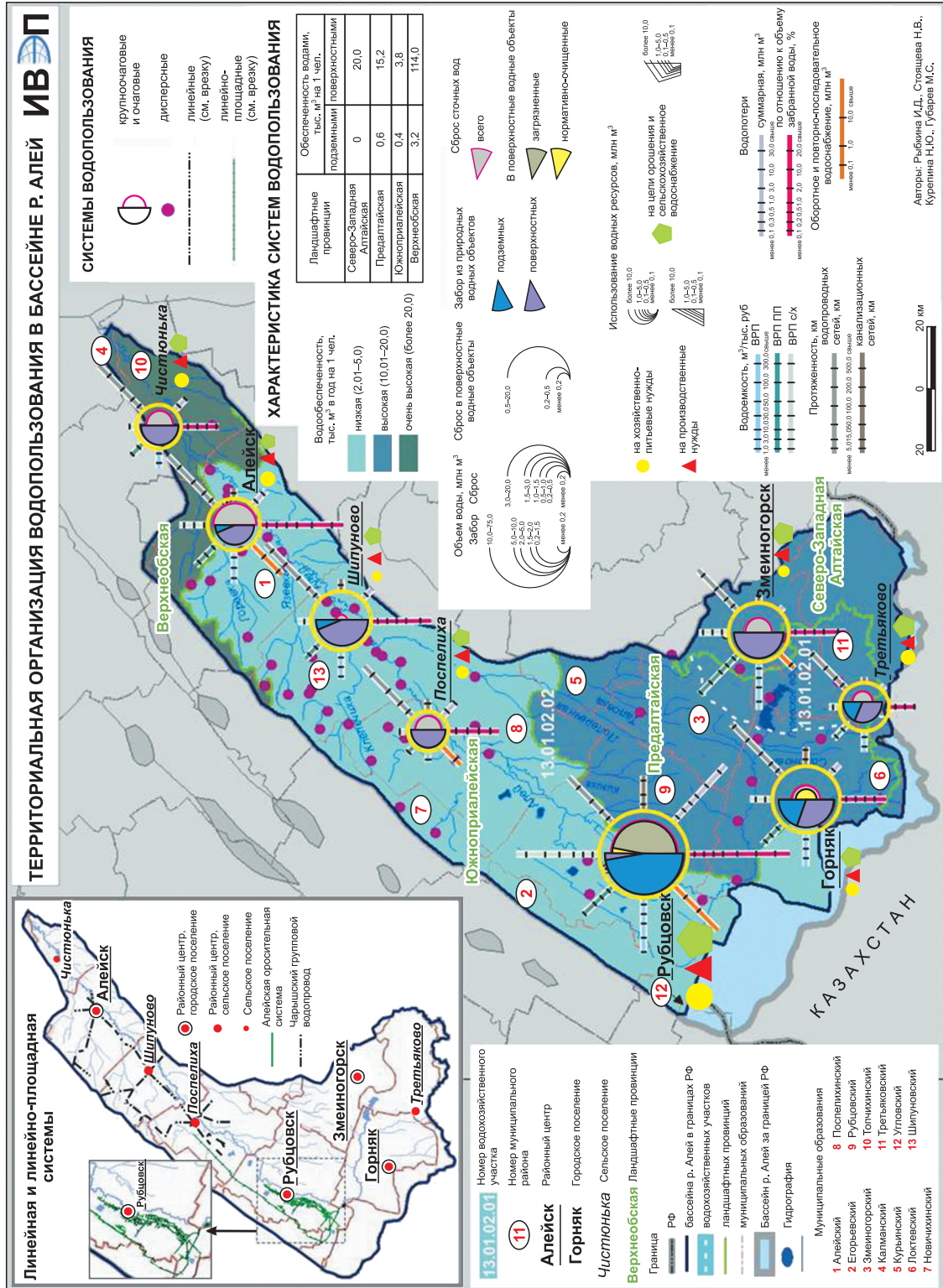


Рис. 4. Карта «Территориальная организация водопользования в бассейне р. Алей».

**Оценка степени изъятия водных ресурсов в бассейне р. Алей
по ландшафтными провинциям**

| Провинция | Забор воды из источников, млн м ³ | | Население, тыс. чел. | Удельное водопотребление, тыс. м ³ /чел | | Доля изъятия водных ресурсов, % | |
|---------------------------|--|-----------|----------------------|--|-----------|---------------------------------|------------|
| | поверхностных | подземных | | поверхностных | подземных | поверхностных | подземных* |
| Северо-Западная Алтайская | 0,0 | 3,7 | 22,4 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 100,0 |
| Предалтайская | 3,6 | 5,5 | 51,1 | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,2 |
| Южноприалейская | 71,2 | 10,4 | 282,0 | 0,3 | 0,1 | 6,6 | 9,3 |
| Верхнеобская | 0,0 | 2,0 | 9,2 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 6,6 |

* В горных условиях разведка месторождений подземных вод осложнена и в последние годы не проводилась, поэтому данные прогнозных запасов отсутствуют.

Наиболее значимой *линейной системой* бассейна является Чарышский групповой водопровод протяженностью свыше 680 км, осуществляющий водоснабжение 67 сельских населенных пунктов и г. Алейска. Здесь также действует Алейская оросительная система, которую можно отнести к *линейно-площадным системам*, с максимальной пропускной способностью 39 м³/с и площадью орошаемых земель 45 тыс. га на территории Рубцовского, Угловского, Егорьевского и Поспелихинского районов.

Представленный в картографическом виде материал исследования позволяет не только наглядно отобразить пространственные взаимосвязи и закономерности размещения комплекса разнородной информации, характеризующей системы ВП (природно-экологическая, бассейново-ландшафтная, социально-экономическая), но также проанализировать и сопоставить картографируемые объекты территориальной организации водопользования; получить новые научно-практические знания для решения вопросов, связанных с нерациональным использованием водных ресурсов. Сравнительный анализ водообеспеченности и потребностей населения в воде (по объемам существующих водозаборов с учетом переброски из бассейна р. Чарыш) в границах ландшафтных провинций позволил выявить участки с напряженной водохозяйственной ситуацией (см. таблицу).

Наиболее сложная обстановка сложилась в пределах Южноприалейской провинции, где изъятие ресурсов поверхностных вод достигает 6,6 % (в расчете учитывались среднегодовые расходы реки), подземных — 9,3 %. В пределах провинции ситуация усугубляется отсутствием крупных месторождений подземных вод питьевого качества на фоне возрастающих потребностей населения и экономики.

Вмешательство в территориальные системы водопользования с целью их оптимизации требуется также в Северо-Западной Алтайской и Верхнеобской провинциях. Если в первой провинции водохозяйственная ситуация осложнена недостатком материалов гидрогеологической разведки и нехваткой существующих артезианских скважин для водоснабжения городских и сельских поселений, то во второй провинции проблемы возникают главным образом из-за значительных объемов изъятия запасов разведанных месторождений подземных вод питьевого качества и отсутствия крупных групповых водозаборов из поверхностных водных объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере бассейна р. Алей получены расчетные и картографические материалы, позволяющие провести ранжирование водохозяйственных проблем муниципальных образований и наметить основные направления их урегулирования. Созданная карта «Территориальная организация водопользования в бассейне р. Алей» представляет собой информационно-аналитический комплекс, являющийся инструментом последующих научно-прикладных исследований и наглядно визуализирующий результаты проделанной работы. Разработанные для ее составления нестандартные картографические приемы и условные обозначения позволяют судить о ней как о новом картографическом произведении, отвечающем критериям научной новизны и большой практической значимости.

Предлагаемые авторами подход и методика выделения региональных систем ВП способствуют научному пониманию территориальной организации водопользования в речном бассейне и выступают инструментом оптимизации функционирования водохозяйственного комплекса в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Solanes V., Gonzales-Villareal F. The Dublin principles for water as reflected in a comparative assessment of institutional and legal arrangements for integrated water resources management // TAC Background Paper. — Stockholm: Global Water Partnership, 1999. — N 3. — 44 p.
2. Корытный Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001. — 163 с.
3. Винокуров Ю. И., Цимбалей Ю. М. Региональная ландшафтная структура Сибири. — Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006. — 95 с.
4. Овчинников В. И., Процюк И. С., Белько Г. П. и др. Основные проблемы рационального использования и охраны природных ресурсов бассейна реки Алей // Проблемы природопользования и охрана окружающей среды в бассейне р. Алей: Тез. докл. конф. — Барнаул, 1984. — С. 3–11.
5. Винокуров Ю. И., Малолетко А. М. Рациональное использование и охрана природных ресурсов в бассейне р. Алей // Природные ресурсы бассейна реки Алей, их охрана и рациональное использование. — Иркутск, 1980. — С. 3–36.
6. Генеральная схема комплексного использования и охраны природных ресурсов бассейна р. Алей. Оптимизация природопользования в бассейне р. Алей: Фондовые материалы ИВЭП СО РАН. — Барнаул, 1986. — 194 с.
7. Рунова Т. Г., Волкова И. Н., Нефедова Т. Г. Территориальная организация природопользования. — М.: Наука, 1993. — 208 с.
8. Красноярова Б. А. Территориальная организация аграрного природопользования Алтайского края. — Новосибирск: Наука, 1999. — 161 с.
9. Гидрогеология СССР. Т. 17: Кемеровская область и Алтайский край. Западно-Сибирское геологическое управление / Под ред. М. А. Кузнецова, О. В. Постникова. — М.: Недра, 1972. — 399 с.
10. Карта «Алтайский край. Административная карта». М-б 1:600 000 / Под ред. А. В. Молоствовой. — Новосибирск: Новосиб. картогр. ф-ка, 2010.
11. ГОСТ 21667–76. Картография. Термины и определения [Электронный ресурс]. — <http://www.gostbaza.ru/?gost=8199>
12. ГОСТ 28441–99. Картография цифровая. Термины и определения [Электронный ресурс]. — <http://www.gostbaza.ru/?gost=18547>
13. ГОСТ Р 50828–95. Геоинформационное картографирование. Пространственные данные, цифровые и электронные карты. Общие требования [Электронный ресурс]. — <http://www.gostbaza.ru/?gost=9539>

Поступила в редакцию 22 октября 2013 г.