

# ГЕОИНФОРМАЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ РЕГИОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Курепина Н.Ю., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Магаева Л.А., Губарев М.С.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул

На основе расчета обеспеченности регионов ресурсами поверхностных и подземных вод выполнено геоинформационно-картографическое моделирование территории Западной Сибири в границах ландшафтных провинций, отдельных субъектов и перспективных зон развития. Получены картографические модели современной и перспективной водообеспеченности.

Одной из актуальных проблем большинства регионов Западной Сибири является обеспеченность населения и экономики водными ресурсами гарантированного качества. Использование картографического метода исследования с целью определения водообеспеченности регионов не ново [1-4], однако утвержденной методики ее расчетов, единых принципов и подходов пока не выработано.

Коллективом авторов ИВЭП СО РАН разработан оригинальный методический алгоритм оценки современной и перспективной водообеспеченности регионов Западной Сибири, базирующийся на ландшафтно-бассейновом подходе с применением геоинформационно-картографического моделирования. В качестве операционных единиц картографирования исследуемой территории приняты ландшафтные провинции согласно физико-географическому районированию Сибири [5]. Программной платформой послужил продукт компании ESRI ArcGIS 10.2. В процессе осуществления автоматизированного расчета показателей водообеспеченности использовалась аналитическая база данных, представленная на рис. 1.



Рис. 1. Базы данных и входная информация для оценки водообеспеченности территорий Западной Сибири

Анализ современной и перспективной водообеспеченности населения и экономики осуществлялся двумя этапами (рис. 2). Для этих целей была создана ГИС на картографической основе м-ба 1:1 000 000 («Росреестр»). Оценка обеспеченности водными ресурсами выполнялась в расчёте на одного жителя Западной Сибири. При этом населенные пункты были подразделены на городские и сельские поселения, а атрибутивная таблица содержала данные по численности постоянного населения Всероссийской переписи 2010 г. и экономическому развитию (2012 г.).

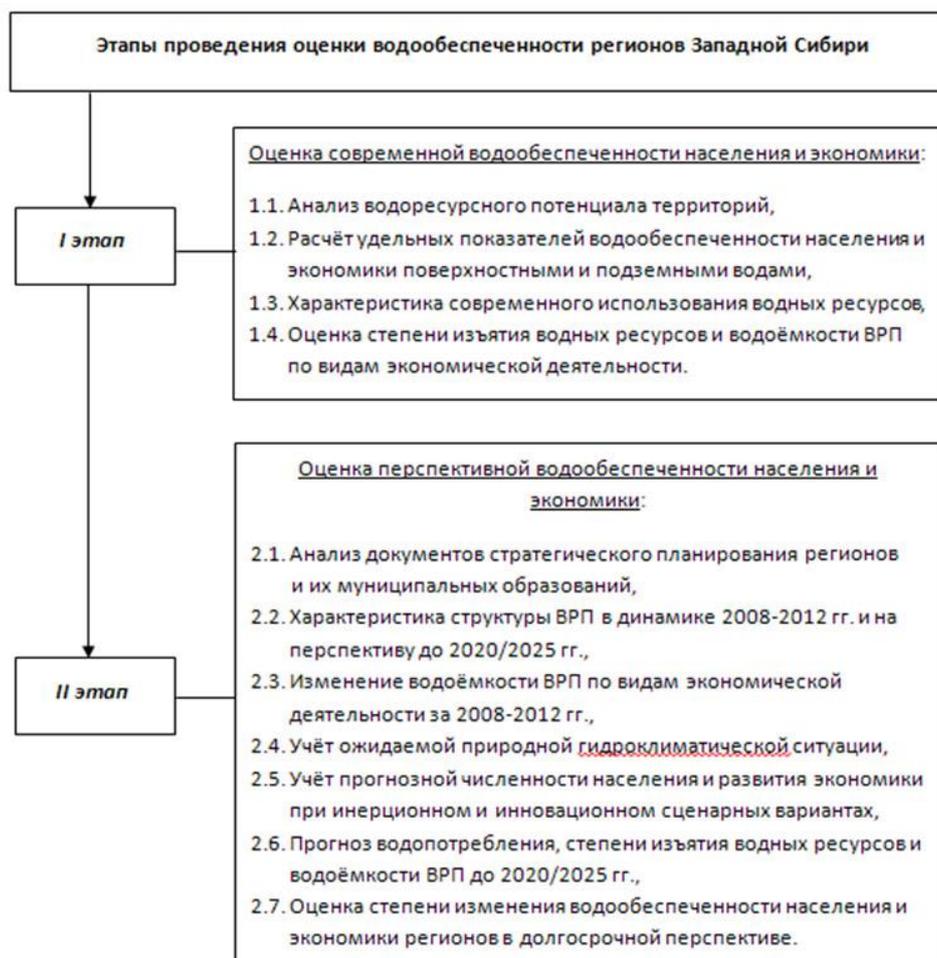


Рис. 2. Этапы проведения оценки водообеспеченности территорий

Для оценивания современной **обеспеченности поверхностными водными ресурсами** был привлечен векторный слой гидрологических постов и проанализированы данные ГГИ за период наблюдений (с 1891 до 2006 гг.). Исследование проводилось в отношении постов, ближайших по расположению к местам пересечения рекой границ ландшафтных провинций. В случае их отсутствия или удаленности от границ провинций использовалась информация по модулю речного стока (л/с \* км<sup>2</sup>) с карты «Средний многолетний сток рек» [6].

Для моделирования **водообеспеченности подземными водами** использовались картографические данные по среднемноголетнему модулю подземного стока (л/с \* км<sup>2</sup>) [7], материалы оценки ресурсов пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна [8], а также результаты геолого-разведочных работ, которые были проведены в регионах за последние годы (при условии их наличия). Водообеспеченность определялась по показателям модуля подземного стока зоны интенсивного водообмена.

С использованием геоинформационно-картографического моделирования для ландшафтных провинций Западной Сибири произведены расчеты: суммарного и транзитного речного стока (млн м<sup>3</sup> в год), подземного стока, а также объемы использования водных ресурсов

и водоёмкости валового регионального продукта (ВРП). В результате получены показатели водообеспеченности поверхностными и подземными ресурсами в расчете на одного жителя (рис. 3).

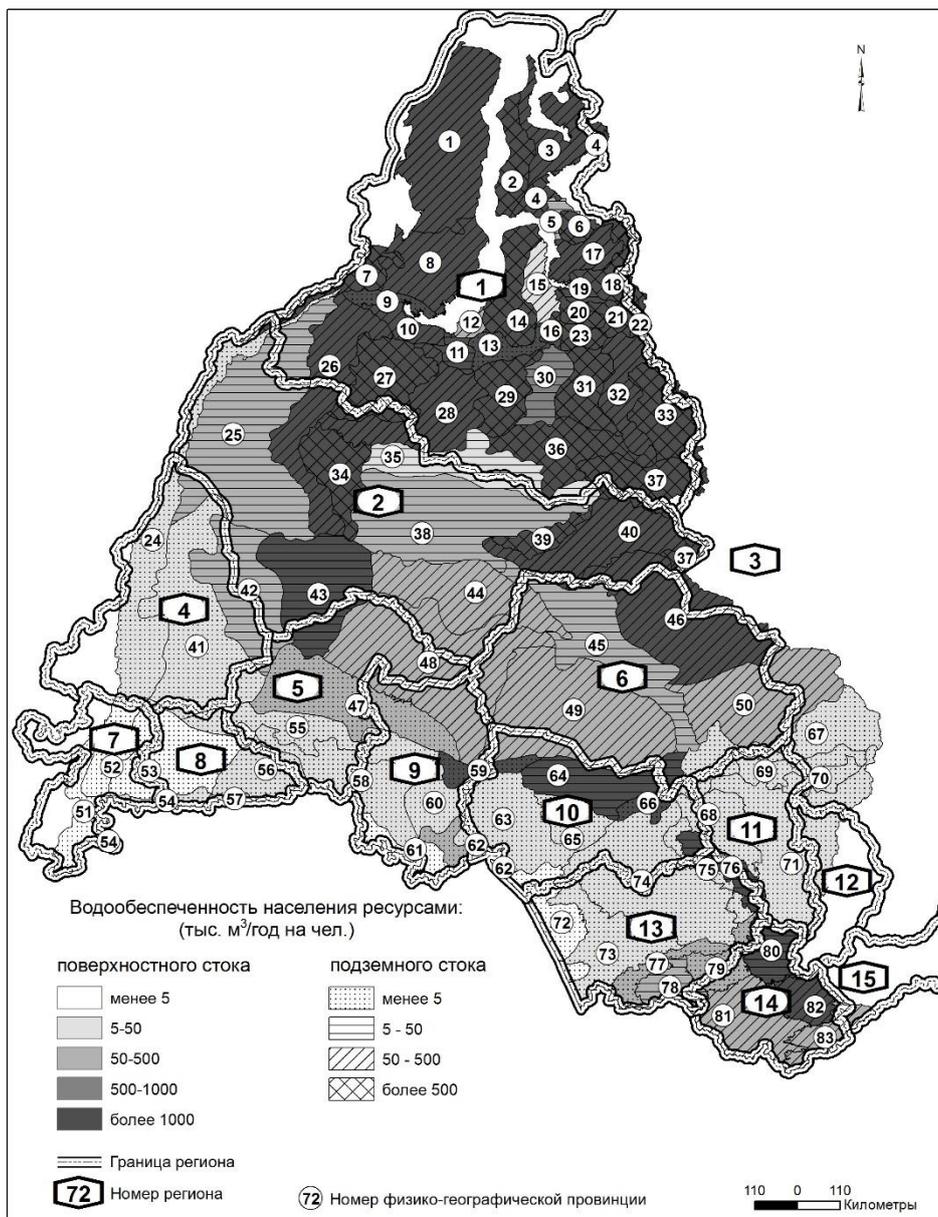


Рис. 3. Современная водообеспеченность регионов Западной Сибири

Регионы: 1 – Ямало-Ненецкий автономный округ, 2 – Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (Тюменская область), 3 – Красноярский край, 4 – Свердловская область, 5 – Тюменская область, 6 – Томская область, 7 – Челябинская область, 8 – Курганская область, 9 – Омская область, 10 – Новосибирская область, 11 – Кемеровская область, 12 – Республика Хакасия, 13 – Алтайский край, 14 – Республика Алтай, 15 – Республика Тыва.

Физико-географические провинции на карте: 1 – Североямальская; 2 – Юрибейская; 3 – Северогыданская; 4 – Гыданская; 5 – Верхтанамская; 6 – Танамская; 7 – Мессояхская; 8 – Горно-тундровая Урала; 9 – Щучинская; 10 – Усть-Обская; 11 – Салехардская; 12 – Усть-Надымская; 13 – Усть-Ныдская; 14 – Североненецкая; 15 – Верхненыдская; 16 – Усть-Пурская; 17 – Усть-Нгарская; 18 – Верхлукьяхская; 19 – Усть-Тазовская; 20 – Северохетская; 21 – Сидоровская; 22 – Южнохетская; 23 – Верхненгарская; 24 – Горно-таежная Урала; 25 – Северососьвинская; 26 – Нижнеобская; 27 – Полуйская; 28 – Надымская; 29 – Южноненецкая; 30 – Тарко-Салесская; 31 – Часельская; 32 – Усть-Худосейская; 33 – Среднетазовская; 34 – Белогорская; 35 – Нулетовская; 36 – Пякупур-Толькинская; 37 – Верхнетазовская; 38 – Сургутская; 39 – Аганская; 40 – Вахская; 41 – Туринская; 42 – Тавдинско-Кондинская; 43 –

Кондинская; 44 – Юганская; 45 – Обь-Тымская; 46 – Кетско-Тымская; 47 – Среднеиртышская; 48 – Тобольская; 49 – Васюганская; 50 – Чулымская; 51 – Горно-степная Урала; 52 – Горно-лесостепная Урала; 53 – Зауральская; 54 – Тобол-Убаганская; 55 – Ашлыкская; 56 – Северопредтургайская; 57 – Южнопредтургайская; 58 – Ишимская; 59 – Северобарабинская; 60 – Западнобарабинская; 61 – Теке-Кызылкакская; 62 – Южнобарабинская; 63 – Барабинская; 64 – Верхнеомская; 65 – Восточнобарабинская; 66 – Вьюновская; 67 – Североприаргинская; 68 – Кузнецкая межгорно-котловинная; 69 – Южноприаргинская; 70 – Назаровская; 71 – Кузнецко-Алатауская; 72 – Кулундинская; 73 – Южноприалейская; 74 – Верхнеобская; 75 – Предсалаирская; 76 – Салаирская; 77 – Предалтайская; 78 – Северо-Западная Алтайская; 79 – Северо-Алтайская; 80 – Северо-Восточная Алтайская; 81 – Центрально-Алтайская; 82 – Восточная Алтайская; 83 – Юго-Восточная Алтайская.

Предложенная карта дает представление о распределении поверхностных и подземных вод, приходящихся на душу населения, в разных регионах Западной Сибири. Кроме того, отмечается закономерное увеличение водообеспеченности с юга на север, по мере нарастания водности рек и увеличения увлажнения территорий. Наиболее всего ресурсами поверхностных вод (свыше 1000 тыс. м<sup>3</sup>/год на 1 чел.) обеспечены малообжитые северные регионы, в том числе население в нижнем течении Иртыша и Оби, а также в бассейнах других рек, непосредственно впадающих в Обскую губу и Карское море. Слабо обеспечены поверхностными водными ресурсами (5-50 тыс. м<sup>3</sup> в год на человека) жители основной полосы расселения, приуроченной к лесостепным и степным ландшафтным провинциям, густо населенных и интенсивно освоенных территорий бассейнов рек Чулыма и Томи, а также горно-таежных провинций Урала. Наименьшую водообеспеченность имеет население области внутреннего стока Оби и Иртыша, южной части Урала.

Обеспеченность подземными водами питьевого качества характеризуется следующими цифрами: южная часть Западной Сибири, расположенная в области недостаточного увлажнения и частичного (лишь верхних горизонтов) дренирования подземных вод, в основном, имеет подземные воды минерализацией более 3 г/дм<sup>3</sup>, водообеспеченность составляет менее 5 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год. В зоне оптимального и избыточного увлажнения территорий Западной Сибири с глубоким (почти полным) дренированием подземных вод зоны свободного водообмена водообеспеченность имеет значения 5-50 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год и более.

Геоинформационно-картографическое моделирование **перспективной водообеспеченности** проводилось с учётом сложившихся особенностей водопользования в регионах Западной Сибири, а также на основе намеченных мероприятий в документах стратегического планирования их муниципальных образований. Прогноз перспективного водопотребления выполнен через расчет водоемкости ВРП при разных сценариях развития экономики (инерционном и инновационном) на период до 2020/2025 гг. Эти данные послужили базой для получения картографических моделей динамики водообеспеченности населения и экономики регионов в долгосрочной перспективе. Так, например, для Омской области, расположенной в пределах 10 ландшафтных провинций, по данным государственной статистической отчетности 2тп-водхоз были рассчитаны показатели забранной и использованной воды на различные хозяйственные нужды, объемы водопотребления из поверхностных и подземных водных источников, водоемкость валового регионального продукта (ВРП), водоемкость промышленной и сельскохозяйственной продукции, объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в ландшафтных провинциях. Моделирование осуществлялось путем оверлейных операций совмещения или «вложения» территорий муниципальных образований в границы ландшафтных провинций в пересчете на количество проживающего населения.

Особенности водопользования Омской области таковы, что наибольший объем воды из поверхностных и подземных водных источников забирается на территории Западнобарабинской ландшафтной провинции, в пределах которой расположены г. Омск и практически полностью Омский район области. Провинция характеризуется общим объемом забранной и использованной воды, соответственно, около 200,0 и 190,0 млн м<sup>3</sup> в год (данные 2012 г.), что составляет порядка 75 % общего водозабора и 90 % используемой воды в области. В структуре

источников водоснабжения преобладают поверхностные водные объекты (99,1 %). На хозяйственно-питьевые нужды расходуется 50,3 % используемых вод в провинции, на производственные – 45,6 %, на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение – 4,1 %.

Специфика неравномерного пространственного заселения и освоения региона определили территориальную организацию водопользования. Наиболее заселенной является Западнобарбинская провинция – 68,5 % населения Омской области. Здесь сконцентрировано промышленное производство региона (в основном обрабатывающие производства) – 96,4 % ВРП. Рассчитанная здесь водоемкость ВРП на 19 % меньше, чем в среднем по области. В сельскохозяйственном производстве наоборот водоемкость больше, чем в среднем по области на 25 % в животноводстве и на 88 % в растениеводстве.

Моделирование перспективной водообеспеченности показало, при инерционном варианте развития водоемкость промышленного производства к 2020 г. будет соответствовать современному уровню, а при инновационном варианте – сократится на 10% по сравнению с 2012 г.). При этом водопотребление на производственные нужды к 2020 г. соответственно увеличится по сравнению с 2012 г. при инерционном варианте – на 33 %, при инновационном – на 24 %. С учетом демографического прогноза Росстата для этой территории перспективная водообеспеченность к 2020 г. составит: для ресурсов местного речного стока – 0,16 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год, транзитного стока – 21,85 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год, подземного стока – 0,13 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Водно-экологическое картографирование Сибири // Экологическое картографирование Сибири / Под ред. В.В. Воробьева, А.Р. Батуева, А.В. Белова и др. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1996. – С. 91-104.
2. Атлас Иркутской области. Карта «Водообеспеченность Иркутской области». – М.-Иркутск, 2004. – С. 36.
3. Прохорова Е.А. Социально-экономические карты. Учебное пособие. – М.: КДУ, 2010. – С. 299-310.
4. Кочуров Б.И., Шишкина Д.Ю., Антипова А.В., Костовска С.К. Геоэкологическое картографирование: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – С. 47-49.
5. Винокуров Ю.И., Цимбалей Ю.М. Региональная ландшафтная структура Сибири: монография / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т вод. и экол. проблем; Мин-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО «Алт. гос. ун-т», Геогр. фак. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2006. – 95 с.
6. Атлас СССР. Карта «Средний многолетний сток рек». – М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1983. – 260 с.
7. Атлас гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР. Карта естественных ресурсов подземных вод СССР (подземного стока зоны интенсивного водообмена). – М., 1983. [Электронный ресурс]: [http://www.hge.pu.ru/mapgis/subekt/obzorniye/ig\\_atlas/est\\_res.pdf](http://www.hge.pu.ru/mapgis/subekt/obzorniye/ig_atlas/est_res.pdf).
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.