

## REFERENCES

1. Kachestvo morskikh vod po gidrohimicheskim pokazatelyam. [The quality of sea water by hydrochemical indicators.] Ezhegodnik 2014. – Pod red. Korshenko A.N. Moskva: «Nauka», 2014. 200 p.
2. Markov A.V., Grigor'eva O.V., Saidov A.G., Zhukov D.V., Mochalov V.F. Ocenka ekologicheskogo sostoyaniya akvatorii morskogo porta Sankt-Peterburga s pomoshch'yu programmnoy kompleksa tematicheskoy obrabotki materialov aehrokosmicheskoy s»emki. [Assessment of the ecological state of the waters of the sea port of St. Petersburg with the help of software complex thematic processing of materials for Aerospace Survey.] // Geomatika. 2013. № 3. Pp. 17–21.
3. Suetova I.A., Ushakova L.A. EHkologo-geograficheskoe kartografirovaniye Finskogo zaliva [Ecological and geographical mapping of the Gulf of Finland] Sb. Materialy Mezhdunarodnoy konferencii GIS dlya ustojchivogo razvitiya territorij. Interkarto 8. Hel'sinki-Sankt-Peterburg, 2002. Pp. 322–326.
4. <http://www.oceanography.ru/> – Gosudarstvennyj okeanograficheskij institut [State Oceanographic Institute] (data obrashcheniya 25.02.16 g.).

---

УДК 556.18:528.94

И.Д. Рыбкина<sup>1</sup>, Н.Ю. Курепина<sup>2</sup>, Н.В. Стоящева<sup>3</sup>, М.С. Губарев<sup>4</sup>

### ГЕОИНФОРМАЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ В ЦЕЛЯХ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

**Резюме.** Предложена методика геоинформационно-картографического моделирования потенциальной водобеспеченности регионов Западной Сибири в целях водохозяйственной безопасности и устойчивого развития территорий. Осуществлено формирование базы пространственно-распределенных данных, их аналитическая обработка и картографическая интерпретация. С помощью наложения тематических слоев гидрологической, социально-экономической и водохозяйственной информации выполнены расчеты удельной водобеспеченности и определены территории с разным уровнем потенциальной обеспеченности водными ресурсами. В указанных территориях рассчитана численность проживающего населения. Сделан вывод о возможности применения данной методики для оценки степени опасности водохозяйственной ситуации в муниципальных образованиях регионов Западной Сибири.

**Ключевые слова:** водоресурный потенциал, водобеспеченность, водопользование, геоинформационно-картографическое моделирование, безопасность.

**Введение.** Изучение вопроса, связанного с водобеспеченностью и ее картографированием, обусловлено необходимостью решения актуальных водохозяйственных проблем регионов России в целях их устойчивого развития. При этом устойчивость понимается нами как рациональное использование водных ресурсов и их сохранение для поддержания экологического равновесия территорий, а водохозяйственная безопасность регионов оценивается с позиций водоресурсной обеспеченности муниципальных образований.

Дефицит водных ресурсов в России воспринимается весьма скептически, наша страна богата водными ресурсами и нехватка пресных вод грозит лишь небольшой части ее территорий. Однако такая близорукая точка зрения, как считают эксперты [Данилов-Данильян,

---

<sup>1</sup> ИВЭП СО РАН, г. Барнаул; e-mail: irina.rybkina@mail.ru.

<sup>2</sup> ИВЭП СО РАН, г. Барнаул; e-mail: nyukurepina@mail.ru.

<sup>3</sup> ИВЭП СО РАН, г. Барнаул; e-mail: stoyash@mail.ru.

<sup>4</sup> ИВЭП СО РАН, г. Барнаул; e-mail: mailkal@iwep.ru.

Гельфан, 2015], может в долгосрочной перспективе привести к чрезвычайным ситуациям. Потенциальную опасность и риск водопользования уже сегодня испытывают, в первую очередь, те территории, для которых характерна ситуация водного стресса. Это относится, прежде всего, к территориям с катастрофически низкой и очень низкой водообеспеченностью в расчёте на одного жителя – менее 1,0–2,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год [Shiklomanov, 2000; Данилов-Данильян, Лосев, 2006].

Геоинформационно-картографическое моделирование позволяет дифференцировать исследуемую территорию по уровню водоресурсного потенциала, выделить муниципальные образования с низкими показателями водообеспеченности и рассчитать численность населения, проживающего в зоне потенциальной опасности и риска водопользования.

**Материалы и методы исследований.** В методическом отношении оценка и прогноз водообеспеченности, водохозяйственной безопасности регионов всегда связаны с такими проблемами, как недостаток гидрологической информации, различия условий формирования и использования водных ресурсов, трудности совмещения физико-географических, административно-территориальных и водохозяйственных границ, разнородность анализируемой информации. Эти и другие сложности выполнения расчетов снижают качество проводимых оценок в регионах.

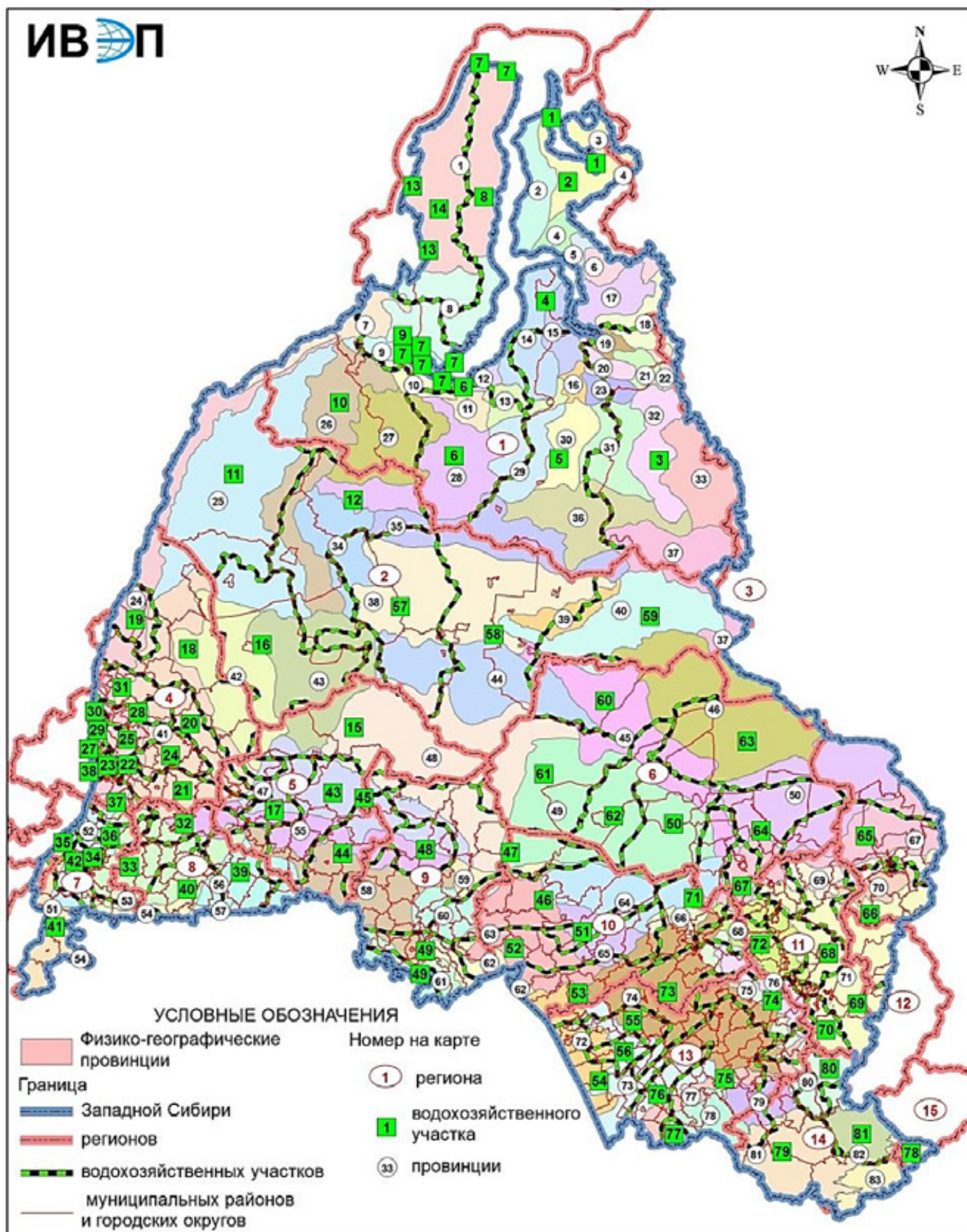
Геоинформационные технологии позволяют решать проблемы, связанные с обработкой геоданных, предоставляя широкий спектр возможностей их использования, например, при различных вариантах обработки векторных и растровых данных, автоматизированном расчете количественных характеристик объектов, сравнительном анализе географических объектов путем наложения (оверлей) различных тематических слоев и т.д. Для формирования тематической базы пространственно-распределенных данных, создания ГИС-проекта, выполнения комплекса аналитических операций с разнородными данными и картографического моделирования предлагается использовать программный продукт компании ESRI ArcGIS\*.

В целях оценки водообеспеченности и водохозяйственной безопасности регионов геоинформационно-картографическое моделирование выполнялось в границах физико-географических провинций Западной Сибири [Винокуров, Цимбaley, 2006] с учетом существующего административно-территориального деления субъектов и современного водохозяйственного районирования. В рамках ландшафтно-бассейнового подхода на территории Западной Сибири выделены 83 провинции, 81 водохозяйственный участок в бассейнах рек и озер в границах 15 субъектов РФ (включая ХМАО и ЯНАО) (рис. 1).

Важным этапом геоинформационно-картографического моделирования является создание и наполнение, а затем и аналитическая обработка комплекса тематических показателей базы пространственно-распределенных данных, концептуальная схема которой представлена на рисунке 2. Так, для оценивания потенциальной обеспеченности поверхностными водными ресурсами были проанализированы данные ГГИ векторного слоя гидрологических постов за период наблюдений (с 1891 до 2006 гг.). Оценка проводилась по данным 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» [Атлас СССР..., 1983], которая предварительно была оцифрована и привязана к исследуемым географическим объектам.

Для моделирования водообеспеченности подземными водами использовались картографические данные по среднемуголетнему модулю подземного стока (л/с \* км<sup>2</sup>) зоны интенсивного водообмена [Атлас гидрогеологических..., 1983], материалы оценки ресурсов пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна [Ресурсы..., 1991], а также имеющиеся результаты геолого-разведочных работ, которые были проведены в регионах за последние годы.

С использованием геоинформационно-картографического моделирования для каждой физико-географической провинции Западной Сибири произведены расчеты: объемов суммарного и транзитного речного стока (млн м<sup>3</sup> в год), подземного стока (млн м<sup>3</sup> в год), а также удельные показатели водообеспеченности на жителя (тыс. м<sup>3</sup> / чел. в год).



**Рис. 1.** Физико-географические провинции, водохозяйственные участки и муниципальные образования 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.

**Водохозяйственные участки:** 1 – острова Карского моря (15-05-00-100), 2 – реки бассейна Карского моря, 3 – р. Таз (15-05-00-001), 4 – бассейн Карского моря (15-04-00-002), 5 – р. Пур (15-04-00-001), 6 – р. Надым (15-03-00-001), 7 – острова Карского моря в пределах внутренних морских вод и территориального моря РФ, прилегающего к береговой линии гидрографической единицы 15.02.03 (вкл. о-в Белый, (15-02-03-100), 8 – реки западного участка (15-02-03-003), 9 – р. Обь от г. Салехард до устья (15-02-03-002), 10 – р. Обь без р. Сев. Сосьва (15-02-03-001), 11 – Сев. Сосьва (15-02-02-001), 12 – р. Мал. Обь и р. Обь без р. Иртыш (15-02-01-001), 13 – острова Карского моря (15-01-00-100), 14 – реки бассейна Карского моря (15-01-00-001), 15 – р. Иртыш без рек Тобол и Конда (14.01.07.001), 16 – р. Конда (исток, устье, 14-01-06-001), 17 – р. Тобол от впадения р. Исеть (14-01-05-026), 18 – р. Тавда от истока до устья (14-01-05-025), 19 – р. Сосьва от истока до в/п д. Морозково (14-01-05-024), 20 – р. Тура от впадения р. Тагил (14-01-05-023), 21 – р. Пышма от Белоярского г/у до устья без р. Рефт от истока до Рефтинского г/у (14-01-05-022), 22 – р. Рефт от истока до Рефтинского г/у (14-01-05-021), 23 – р. Пышма от истока до Белоярского г/у (14-01-05-020), 24 – р. Ница от слияния рек Реж и Нейва до устья (14-01-05-019), 25 – р. Реж (без р. Аять от истока до Аятского г/у) и Нейва (от Невьянского г/у) до их слияния (14-01-05-018), 26 – р. Аять от истока до Аятского г/у (14-01-05-017), 27 – р. Нейва от истока до Невьянского г/у (14-01-05-016), 28 – р. Тагил от г. Нижний Тагил до устья (14-01-05-015), 29 – р. Тагил от истока до г. Нижний Тагил без р. Черная (14-01-05-014), 30 – р. Черная от истока до Черноисточинского г/у (14-01-05-013), 31 – р. Тура от истока до впадения р. Тагил (14-01-05-012), 32 – р. Исеть от впадения р. Теча до устья без р. Миасс (14-01-05-011), 33 – р. Миасс от г. Челябинск до устья (14-01-05-010), 34 – р. Миасс от Аргазинского г/у до г. Челябинск (14-01-05-009), 35 – р. Миасс от истока до Аргазинского г/у (14-01-05-008), 36 – р. Теча (исток, устье, 14-01-05-007), 37 – р. Исеть от г. Екатеринбург до впадения р. Теча (14-01-05-006), 38 – р. Исеть от истока до г. Екатеринбург (14-01-05-005), 39 – р. Тобол от г. Курган до впадения р. Исеть (14-01-05-004), 40 – р. Тобол от впадения р. Уй до г. Курган (14-01-05-003), 41 – р. Тобол от границы РФ до впадения р. Увелька (14-01-05-002), 42 – р. Увелька (исток-устье, 14-01-05-001), 43 – р. Иртыш без р. Ишим (14-01-04-001), 44 – р. Ишим (от границы с Респ. Казахстан до устья) (14-01-03-002), 45 – бассейн оз. Б. Уват до г/у Б.Уват в истоке р. Вертенис (14-01-03-001), 46 – р. Омь (исток, устье, 14-01-02-001), 47 – р. Иртыш без рек Омь и Оша (14-01-01-003), 48 – р. Оша (исток, устье) (14-01-01-002), 49 – р. Иртыш (граница с Казахстаном, 14-01-01-001), 50 – р. Обь от впадения р. Чулым до впадения р. Кеть (13.01.05.001), 51 – водные объекты между бассейнами оз. Чаны и р. Омь (13-02-00-006), 52 – оз. Чаны и впадающие в него реки и др. водные объекты (13-02-00-005), 53 – бассейн оз. Тополиное и р. Бурла (13-02-00-004), 54 – южнее бассейна р. Бурла без бассейнов озер Кучукского и Кулундинского (13-02-00-003), 55 – оз. Кулундинское и впадающие в него реки (13-02-00-002), 56 – оз. Кучукское и впадающие в него реки (13-02-00-001), 57 – р. Обь (13-01-11-002), 58 – р. Обь без р. Вах (13-01-11-001), 59 – р. Вах (13-01-10-001), 60 – Обь на участке от Васюган (13-01-09-001), 61 – р. Васюган (от истока до устья, 13-01-08-001), 62 – р. Обь без р. Кеть (13-01-07-001), 63 – р. Кеть (13-01-06-001), 64 – р. Чулым (устье, 13-01-04-003), 65 – р. Чулым (исток и среднее течение, 13-01-04-002), 66 – р. Чулым (13-01-04-001), 67 – р. Томь (13-01-03-004), 68 – р. Томь (13-01-03-003), 69 – р. Томь без р. Кондома (13-01-03-002), 70 – р. Кондома (13-01-03-001), 71 – р. Обь без рек Иня и Томь (13-01-02-007), 72 – р. Иня (13-01-02-006), 73 – р. Обь без р. Чумыш (13-01-02-005), 74 – р. Чумыш (13-01-02-004), 75 – р. Обь без р. Алей (13-01-02-003), 76 – р. Алей (среднее течение и устье, 13-01-02-002), 77 – р. Алей (приграничная часть бассейна, 13-01-02-001), 78 – бессточная территории между бассейнами рек Обь, Енисей и границей РФ с Монголией (13-01-01-200), 79 – р. Катунь (от истока до устья, 13-01-01-003), 80 – р. Бия (от истока до устья, 13-01-01-002), 81 – бассейн оз. Телецкое (13-01-01-001).

**Физико-географические провинции:** 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-Газовская; 20 Северохетская; 21 Сидоровская; 22 Южнохетская; 23 Верхненгарская; 24 Горно-гаежная Урала; 25 Северососьвинская; 26 Нижнеобская; 27 Полуийская; 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 Во-

сточнобарабинская; 66 Вьюновская; 67 Североприаргинская; 68 Кузнецкая межгорно-котловинная; 69 Южноприаргинская; 70 Назаровская; 71 Кузнецко-Алатауская; 72 Кулундинская; 73 Южноприа-лейская; 74 Верхнеобская; 75 Предсалаирская; 76 Салаирская; 77 Предалтайская; 78 Северо-Западная Алтайская; 79 Северо-Алтайская; 80 Северо-Восточная Алтайская; 81 Центрально-Алтайская; 82 Во-сточная Алтайская; 83 Юго-Восточная Алтайская.



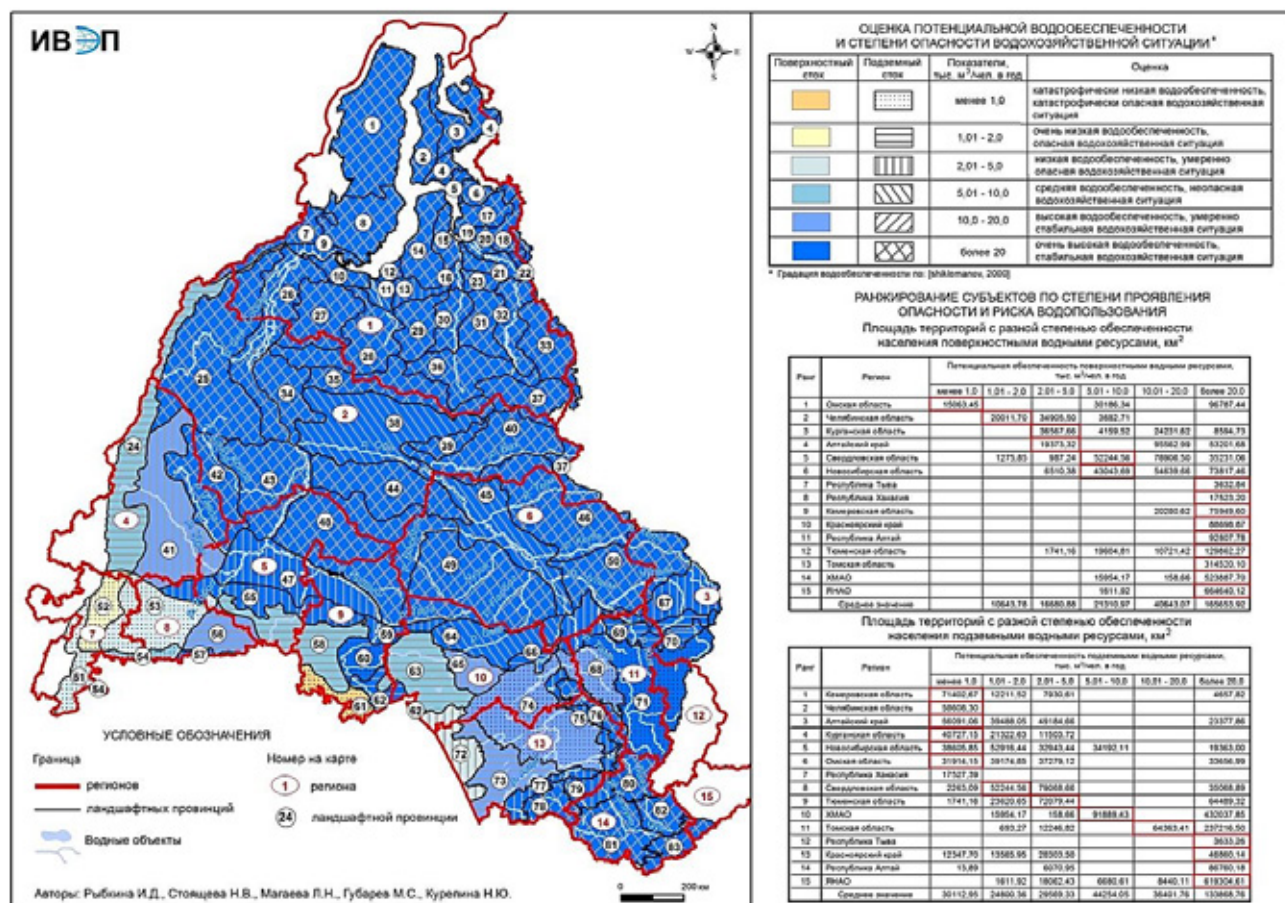
**Рис. 2.** Концептуальная схема базы данных на территорию Западной Сибири

Удельная потенциальная водообеспеченность рассчитывалась как отношение среднемноголетних возобновляемых водных ресурсов к численности проживающего в пределах провинции населения [Водные ресурсы..., 2008]. По величине потенциальной водообеспеченности можно судить в целом о состоянии водных ресурсов в естественных условиях их формирования (например, в границах природных зон и ландшафтных провинций), давать сравнительную характеристику отдельных субъектов и регионов, анализировать динамику водообеспеченности за определенный период времени.

В целом оценить водохозяйственную безопасность регионов представляется возможным через ранжирование субъектов по степени потенциальной опасности и риска водопользования. Под ранжированием понимается определение численности и площади субъекта, попадающей в разные категории удельной водообеспеченности с учетом убывания значений среднемноголетних показателей поверхностного и подземного стока. Наивысшую степень водохозяйственного неблагополучия имеют категории «катастрофически низкая» и «очень низкая». Категории водообеспеченности заимствованы в работе [Shiklomanov, 2000]: катастрофически низкая (менее 1,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год), очень низкая (1,01–2,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год), низкая (2,01–5,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год), средняя (5,01–10,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год), высокая (10,01–20,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год) и очень высокая (более 20,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год).



**Результаты исследований и их обсуждение.** В среде ГИС с использованием географической основы масштаба 1:1 000 000 (фонд ИВЭП СО РАН) была сформирована тематическая база пространственно-распределенных данных, создан проект, разработана серия оригинальных геоинформационно-картографических водоресурсных и водохозяйственных моделей на территорию Западной Сибири, проведен комплексный анализ водообеспеченности природных ландшафтов и выполнена оценка субъектов РФ по степени проявления опасности и риска водопользования. Одним из результатов научно-исследовательской работы стала карта водохозяйственной безопасности административно-территориальных образований (субъектов) Западной Сибири (рис. 3) с аналитическим сопровождением к ней и рекомендациями.



**Рис. 3.** Оценка административно-территориальных образований (субъектов РФ) Западной Сибири по степени проявления опасности и риска водопользования

Основу карты составляют показатели ранжирования субъектов РФ по потенциальной водообеспеченности и степени опасности водохозяйственной ситуации: фоновую – поверхностного стока, штриховую – подземного стока. Отображаемые водные объекты генерализованы в соответствии с содержанием и назначением карты. Информативность модели увеличивается за счет таблиц, дополняющих картографическое изображение:

- оценки потенциальной водообеспеченности и степени опасности водохозяйственной ситуации с показом условного обозначения оценочных рангов и их количественных и качественных характеристик;
- ранжирования субъектов по степени проявления опасности и риска водопользования: площади территорий с разной степенью обеспеченности населения поверхностными водными ресурсами;
- площади территорий с разной степенью обеспеченности населения подземными водными ресурсами.

По результатам расчетов потенциальной обеспеченности поверхностными водными ресурсами (объемов среднесуточного стока в расчете на одного жителя) выделились ландшафтные провинции, для которых общий речной сток имеет катастрофически низкие и очень низкие уровни и составляет менее 1,0–2,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год. Это Теке-Кызылкакская провинция (0,73 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год) и горно-лесостепная провинция Урала (1,08 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год).

Низкой обеспеченностью (2,01–5,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год) поверхностными водами характеризуются Зауральская, Уральская горно-степная и Кулундинская провинции. Средней водообеспеченностью (5,01–10,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год) отличаются Ишимская, Тобол-Убаганская, горно-таежная Урала и Барабинская провинции. Высокую и очень высокую водообеспеченность имеют все остальные провинции Западной Сибири. При этом на территории 13 провинций отсутствует постоянное население, в связи с чем, значение водообеспеченности для них отсутствует.

Обеспеченность подземными водными ресурсами характеризуют следующие цифры. Катастрофически низкая – для жителей девяти ландшафтных провинций: Западнобарабинская, горно-лесостепная Урала, Кузнецко-Алатауская, Тобол-Убаганская, Зауральская, Кузнецкая межгорно-котловинная, Верхнеобская, горно-степная Урала, Теке-Кызылкакская (до 1 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год). Очень низкую обеспеченность (1,0–2,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год) имеют жители еще девяти провинций (Южнобарабинская, Ишимская, горно-таежная Урала, Барабинская, Северопредтургайская, Назаровская, Южноприаргинская, Вьюновская, Южноприалейская).

Низкая водообеспеченность (2,01–5,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год) отмечается в Североприаргинской, Кулундинской, Усть-Обской, Восточнобарабинской, Ашлыкской, Туринской, Южнопредтургайской, Предсалаирской, Предалтайской, Верхненыдской, Северо-Алтайской, Северобарабинской, Среднеиртышской провинциях. Средняя водообеспеченность – в Обь-Тымской, Усть-Надымской, Верхнеомской и Сургутской провинциях. В остальных провинциях регистрируется высокая и очень высокая обеспеченность ресурсами подземных вод, за исключением тех провинций, в которых постоянное население отсутствует.

По нашим расчетам, в условиях катастрофически низкой и очень низкой обеспеченности поверхностными водными ресурсами проживает 1678,22 тыс. чел. в Челябинской области, 130,51 тыс. чел. на территории Омской области и 0,76 тыс. чел. в Новосибирской области. Порядка 1058,32 тыс. жителей Курганской и Свердловской области, Алтайского края имеют низкую обеспеченность ресурсами речного стока.

По обеспеченности подземными водными ресурсами ситуация еще более напряженная. Катастрофически низкую и очень низкую обеспеченность ресурсами подземных вод имеют 3022,37 тыс. жителей Свердловской области, 2451,61 тыс. – Кемеровской области, 2340,93 тыс. чел. – в Челябинской, 2041,76 тыс. – Новосибирской, 1481,59 тыс. – Омской области, 1438,13 тыс. – Алтайского края, 741,34 тыс. – Курганской области. Умеренно опасной водохозяйственной обстановкой характеризуются части территорий Тюменской и Томской областей, в которых проживает 1669,84 тыс. чел. – население регионов, по условиям обеспеченности относящееся к категории с низкой степенью обеспеченности подземными водами.

Однако при расчетах удельных показателей с учетом и поверхностных, и подземных вод только 130,5 тыс. жителей Западной Сибири катастрофически низко обеспечены суммарными водными ресурсами. Очень низкой суммарной водообеспеченностью характеризуются 1678,2 тыс. чел., низкой – 1477,2 тыс. жителей.

**Выводы.** Предложенная методика геоинформационно-картографического моделирования позволяет выполнить оценку потенциальной водообеспеченности и степени опасности водохозяйственной ситуации в муниципальных образованиях Западной Сибири.

В целом результаты оценки показали, что в условиях катастрофически низкой потенциальной обеспеченности водными ресурсами (менее 1,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год) в Западной Сибири проживает около 130,5 тыс. человек, очень низкой потенциальной водообеспеченности (1,0–2,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год) – 1678,2 тыс. чел., низкой (2,0–5,0 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год) – 1477,2 тыс. жителей Обь-Иртышского бассейна, что суммарно составляет около 15% общей численности населения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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).
2. Атлас СССР. Карта «Средний многолетний сток рек». М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1983. 260 с.
3. *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.
4. Водные ресурсы России и их использование / под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: Государственный гидрологический институт, 2008. 600 с.
5. *Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С.* Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты. М.: Наука, 2006. 221 с.
6. *Данилов-Данильян В.И., Гельфан А.Н.* Водная безопасность // Федеральный справочник № 29. Национальная безопасность России. Вып. 2. Реализация стратегических национальных приоритетов, региональное и международное сотрудничество. М., 2015. С. 269–276. [Электронный ресурс]: <http://federalbook.ru/projects/bezopasnost/2.html>.
7. 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.
8. *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. Pp. 281–297.

---

I.D. Rybkina<sup>1</sup>, N.Yu. Kurepina<sup>2</sup>, N.V. Stoyashcheva<sup>3</sup>, M.S. Gubarev<sup>4</sup>

### GEOINFORMATION-CARTOGRAPHIC MODELING OF WATER AVAILABILITY FOR WATER SECURITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORIES

**Abstract.** *The study of problem associated with water availability and its mapping is due to the need to solve urgent water problems of the Russian regions for their sustainable development. At the same time, sustainability is understood as rational use of water resources and their conservation to maintain the ecological balance of territories, and water security of regions is evaluated from the standpoint of water supply to municipalities.*

*The shortage of water resources in Russia is perceived skeptically since our country is rich in water resources and the scarcity of fresh water threatens only a small part of its territory. However, the experts consider [Danilov-Danilyan, Galfan, 2015] that such a myopic point of view can lead in the long term to emergencies. The potential danger and risk of water use are already typical for the areas, which experience water stress. These are the territories with extremely low water availability per capita, less than 1.0-2.0 thousand m<sup>3</sup>/person/year [Shiklomanov, 2000; Danilov-Danilyan, Losev, 2006].*

*Geoinformation-cartographic modeling allows to differentiate the area under study according to water resource potential, to identify municipalities with low water availability and to estimate the population living in the area of potential danger and risk of water use.*

**Key words:** *water potential, water availability, water use, geoinformation-cartographic modeling, security.*

---

<sup>1</sup> IWEP SB RAS, Barnaul; e-mail: [irina.rybkina@mail.ru](mailto:irina.rybkina@mail.ru).

<sup>2</sup> IWEP SB RAS, Barnaul; e-mail: [nyukurepina@mail.ru](mailto:nyukurepina@mail.ru).

<sup>3</sup> IWEP SB RAS, Barnaul; e-mail: [stoyash@mail.ru](mailto:stoyash@mail.ru).

<sup>4</sup> IWEP SB RAS, Barnaul; e-mail: [mailkal@iwep.ru](mailto:mailkal@iwep.ru).



## REFERENCES

1. Atlas gidrogeologicheskikh i inzhenerno-geologicheskikh kart SSSR. Karta estestvennykh resursov podzemnykh vod SSSR (podzemnogo stoka zony intensivnogo vodoobmena) [Atlas of hydrogeological and engineering-geological maps of the USSR. Map of natural resources of underground waters of the USSR (underground runoff of the zone of intensive water exchange)]. M., 1983. [Elektronnyj resurs]: [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).
2. Atlas SSSR. Karta «Srednij mnogoletnij stok rek» [Atlas of the USSR. Map «Average long-term runoff of the rivers»]. M.: Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii pri Sovete Ministrov SSSR, 1983. 260 p.
3. Vinokurov Yu.I., Cimbalej Yu.M. Regional'naya landshaftnaya struktura Sibiri [Regional landscape structure of Siberia]: monografiya / Ros. akad. nauk, Sib. otd-nie, In-t vod. i ehkol. problem; Min-vo obrazovaniya i nauki RF, GOU VPO «Alt. gos. un-t», Geogr. fak. Barnaul: Izd-vo AGU, 2006. 95 p.
4. Vodnye resursy Rossii i ih ispol'zovanie [Water resources of Russia and their use] / pod red. I.A. Shiklomanova. SPb.: Gosudarstvennyj gidrologicheskij institut, 2008. 600 p.
5. Danilov-Danil'yan V.I., Losev K.S. Potreblenie vody: ehkologicheskie, ehkonomicheskie, social'nye i politicheskie aspekty [Water consumption: ecological, economic, social and political aspects]. M.: Nauka, 2006. 221 p.
6. Danilov-Danil'yan V.I., Gel'fan A.N. Vodnaya bezopasnost' // Federal'nyj spravochnik № 29. Nacional'naya bezopasnost' Rossii. Vyp. 2. Realizaciya strategicheskikh nacional'nykh prioritetov, regional'noe i mezhdunarodnoe sotrudnichestvo [Water security // Federal reference No. 29. National security of Russia. Iss. 2. Implementation of strategic national priorities, regional and international cooperation]. M., 2015. S. 269–276. [Elektronnyj resurs]: <http://federalbook.ru/projects/bezopasnost/2.html>.
7. Resursy presnykh i malomineralizovannykh podzemnykh vod yuzhnoj chasti Zapadno-Sibirskogo artezianskogo bassejna [Resources of fresh and low-mineralized groundwater in the south of West Siberian artesian basin] / sost.: I.M. Zemskova, YU.K. Smolencev, M.P. Polkanov i dr. M.: Nedra, 1991. 262 p.
8. 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. Pp. 281–297.

---

УДК 581.5+004.9

А.П. Михайлович<sup>1</sup>, В.В. Фомин<sup>2</sup>, С.Г. Шиятов<sup>3</sup>

### АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВЫСОКОГОРНОЙ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПО ДАННЫМ ФОТОМОНИТОРИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС

**Резюме.** Разработана методика обработки повторных ландшафтных фотографий и представления ее результатов для дальнейшего анализа пространственно-временной динамики древостоев в верхнем пределе произрастания древесной растительности на Полярном Урале

---

<sup>1</sup> Уральский государственный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Физико-технологический институт, кафедра физических методов и приборов контроля качества, Екатеринбург, 620002, Россия, ст. преподаватель; e-mail: [anna.mikhailovich@gmail.com](mailto:anna.mikhailovich@gmail.com).

<sup>2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Институт леса и природопользования, лаборатория ГИС-технологий в области наук о лесе и экологии, Екатеринбург, 620100, Россия, профессор; e-mail: [fomval@gmail.com](mailto:fomval@gmail.com).

<sup>3</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН, лаборатория дендрохронологии, Екатеринбург, 620144, Россия, профессор; e-mail: [stepan@ipae.uran.ru](mailto:stepan@ipae.uran.ru).