

**Ю. И. ВИНОКУРОВ, И. Д. РЫБКИНА, Н. В. СТОЯЩЕВА, М. С. ГУБАРЕВ,
Н. Ю. КУРЕПИНА, В. Ф. РЕЗНИКОВ, Л. А. МАГАЕВА**

Институт водных и экологических проблем СО РАН,
656038, Барнаул, ул. Молодежная, Россия, vinokurov@iwep.ru, irina.rybkina@mail.ru,
stoyash@mail.ru, maikal@bk.ru, nyukurepina@mail.ru, rvf@iwep.ru, juliao01@mail.ru

ЛАНДШАФТНО-БАСЕЙНОВЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКАХ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ РЕГИОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Для корректировки существующих оценок водообеспеченности предлагается использовать ландшафтно-бассейновый подход, с целью реализации которого разработан алгоритм последовательных действий в определении потенциальной и реальной водообеспеченности территорий Западной Сибири. Раскрыты методические приемы оценок водообеспеченности на региональном и субрегиональном уровнях исследований. Оценка потенциальной водообеспеченности проводится в границах ландшафтных провинций, реальной водообеспеченности — в границах отдельных речных бассейнов и водохозяйственных участков. Перспективное водопотребление оценено с учетом современных особенностей водопользования в регионах Западной Сибири и сложившихся тенденций изменения эффективности использования водных ресурсов, в том числе водоемкости промышленного и сельскохозяйственного производства, а также стратегических планов развития территорий. Совмещение природных и административно-территориальных границ достигнуто с применением ГИС-технологий. Представлены результаты оценки потенциальной водообеспеченности в 83 ландшафтных провинциях Западной Сибири на территории 12 субъектов Российской Федерации. Перспективное водопотребление выполнено для Западно-Барабинской ландшафтной провинции Омской области, в пределах которой расположены г. Омск и Омский муниципальный район. На примере отдельного водохозяйственного участка бассейна р. Томи Кемеровской области приведены результаты оценки реальной водообеспеченности. Рассчитана численность населения регионов Западной Сибири, проживающего в условиях катастрофически низкой, очень низкой и низкой потенциальной водообеспеченности. Результаты оценки представлены в табличном виде и в форме геоинформационно-картографических моделей.

Ключевые слова: ландшафтные провинции, речные бассейны, водохозяйственные участки, потенциальная и реальная водообеспеченность, перспективное водопотребление, геоинформационные технологии.

**Yu. I. VINOKUROV, I. D. RYBKINA, N. V. STOYASHCHEVA, M. S. GUBAREV,
N. Yu. KUREPINA, V. F. REZNIKOV, L. A. MAGAeva**

Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
ul. Molodezhnaya, 1, Barnaul, 656038, Russia, vinokurov@iwep.ru, Irina.rybkina@mail.ru,
stoyash@mail.ru, maikal@bk.ru, myukurepkina@mail.ru, rvf@iwep.ru, julia01@mail.ru

LANDSCAPE-BASIN APPROACH IN WATER SUPPLY ASSESSMENTS OF THE POPULATION AND ECONOMY OF THE REGIONS OF WESTERN SIBERIA

The landscape-basin approach based on the sequential operation algorithm developed for determining potential and actual water supply of Western Siberia territories is proposed to adjust the existing assessments of water availability. The technique for estimating the water availability at the regional and sub-regional level is presented. The assessment of potential water availability is carried out within the boundaries of landscape provinces, whereas actual water availability is assessed for separate river basins and water management sites. Future water consumption is estimated with due regard for the current peculiarities of water use in Western Siberia regions and trends in water use efficiency, including water capacity of industrial and agricultural production as well as strategic plans for territorial development. Superposition of natural and administrative-territorial boundaries has been achieved through the use of GIS technologies. Assessment results on the potential water availability in 83 landscape provinces of Western Siberia from 12 federal subjects of Russia are presented. Future water consumption has been assessed for the Western Barabinsk landscape province of Omsk oblast where the city of Omsk and the Omskii municipal district are located. The actual water availability has been estimated for a water management site in the Tom river basin, Kemerovo oblast. The size of the Western Siberia population living in conditions of extremely low, very low and low potential water availability has been calculated. The assessment results are given in tabular form and as geoinformation-cartographic models.

© 2018 Винокуров Ю. И., Рыбкина И. Д., Стоящева Н. В., Губарев М. С., Курепина Н. Ю.,
Резников В. Ф., Магаева Л. А.

Keywords: *landscape provinces, river basins, water management sites, potential and actual water availability, future water consumption, geoinformation technologies.*

ВВЕДЕНИЕ

В целях долгосрочного планирования социально-экономического развития территорий требуются достоверный анализ и оценка обеспечения населения и экономики регионов природными ресурсами, в том числе водными. Существующие оценки водообеспеченности базируются на многолетних наблюдениях системы Росгидромета с привязкой к гидрологическим постам, отдельным речным бассейнам и водохозяйственным участкам (ВХУ).

Природообусловленность играет важную роль в развитии регионов и проявляется в ландшафтной структуре речных бассейнов. Формирование водных ресурсов прежде всего связано с гидрологическими и климатическими особенностями территорий. Однако в целях управления водными ресурсами необходимо также учитывать особенности водопользования в пределах муниципальных образований. В сочетании ландшафтного, бассейнового и административно-территориального подходов состоит триедино сложная задача планирования водохозяйственной деятельности. При этом для повышения достоверности оценок водообеспеченности предлагается привлекать ГИС-технологии, позволяющие нивелировать погрешности расчетов путем учета природных и административных границ.

ЛАНДШАФТНЫЙ И БАСЕЙНОВЫЙ ПОДХОДЫ

Ландшафтный подход реализуется путем выделения физико-географических единиц разного иерархического уровня — от стран и зональных областей Западной Сибири до провинциальной и топологической структуры бассейнов основных рек и их притоков. Бассейновый подход учитывает специфику образования водотоков, особенности использования и управления водными ресурсами.

Еще в 1970–1980-х гг. сформировалось представление о речном бассейне как о природно-хозяйственной системе [1–4], в пределах которой однонаправленный поток вещества, энергии и информации способствует структуризации природных и экономических составляющих, установлению прочных связей и взаимодействию между ними. Становление понятия бассейна как системы, в которой наблюдается взаимодействие природы и общества, позволило применять бассейновый подход для природно-хозяйственного районирования территории, в том числе в целях административно-территориального деления страны [5].

Сотрудниками Института водных и экологических проблем СО РАН в целях рационализации регионального природопользования выполнен углубленный анализ зональных и азональных факторов ландшафтной дифференциации и разработана обобщенная схема физико-географического районирования Сибири [6, 7]. Отмечается, что природообусловленные системы, к которым, по нашему мнению, следует отнести и системы водопользования регионов, формируются на основе зонально-провинциальных особенностей территории, занимают важное место в экономике субъектов РФ и имеют более устойчивый характер по сравнению с объектно- и программно-целевыми системами. При этом управление водными ресурсами и региональными системами природо(водо)пользования предлагается осуществлять с использованием ландшафтно-бассейнового подхода [8, 9]. Подобная идеология прошла апробацию в исследованиях по научному обоснованию комплексного использования и охраны водных объектов Обь-Иртышского бассейна, которые были выполнены в 2008–2010 гг. под руководством Ю. И. Винокурова [10].

В статье данный подход адаптирован для целей оценки водообеспеченности населения и экономики регионов Западной Сибири в виде алгоритма последовательных действий, направленных на выполнение поставленной задачи (рис. 1). Процедуры осуществления алгоритма сгруппированы в четыре блока работ: 1) сбор, обобщение и анализ входной (исходной) информации; 2) выполнение расчетов оценки современной и перспективной водообеспеченности регионов Западной Сибири; 3) разработка методических приемов оценки водообеспеченности на разных иерархических уровнях обобщения гидрологической, социально-экономической и водохозяйственной информации; 4) представление полученных результатов оценки по ландшафтным провинциям, отдельным регионам и перспективным зонам экономического развития (например, промышленным кластерам или территориям опережающего развития).

На основе ландшафтно-бассейнового подхода в Западной Сибири выделены речные бассейны Оби и Иртыша, а также их основных притоков — Тобола, Томи, Чулыма и других рек. Ландшафтная

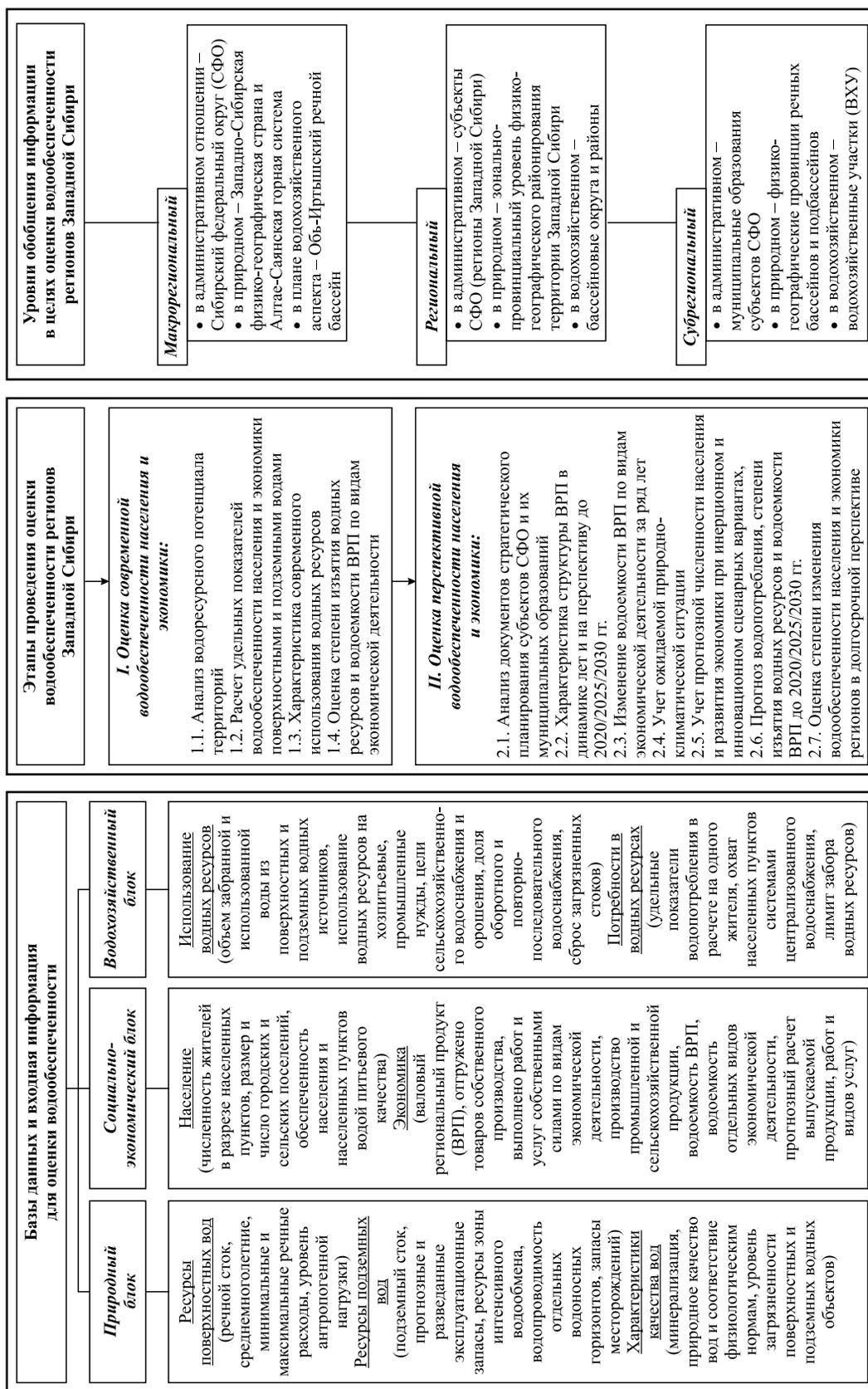


Рис. 1. Алгоритм реализации методического подхода к оценке водообеспеченности регионов Западной Сибири [11].

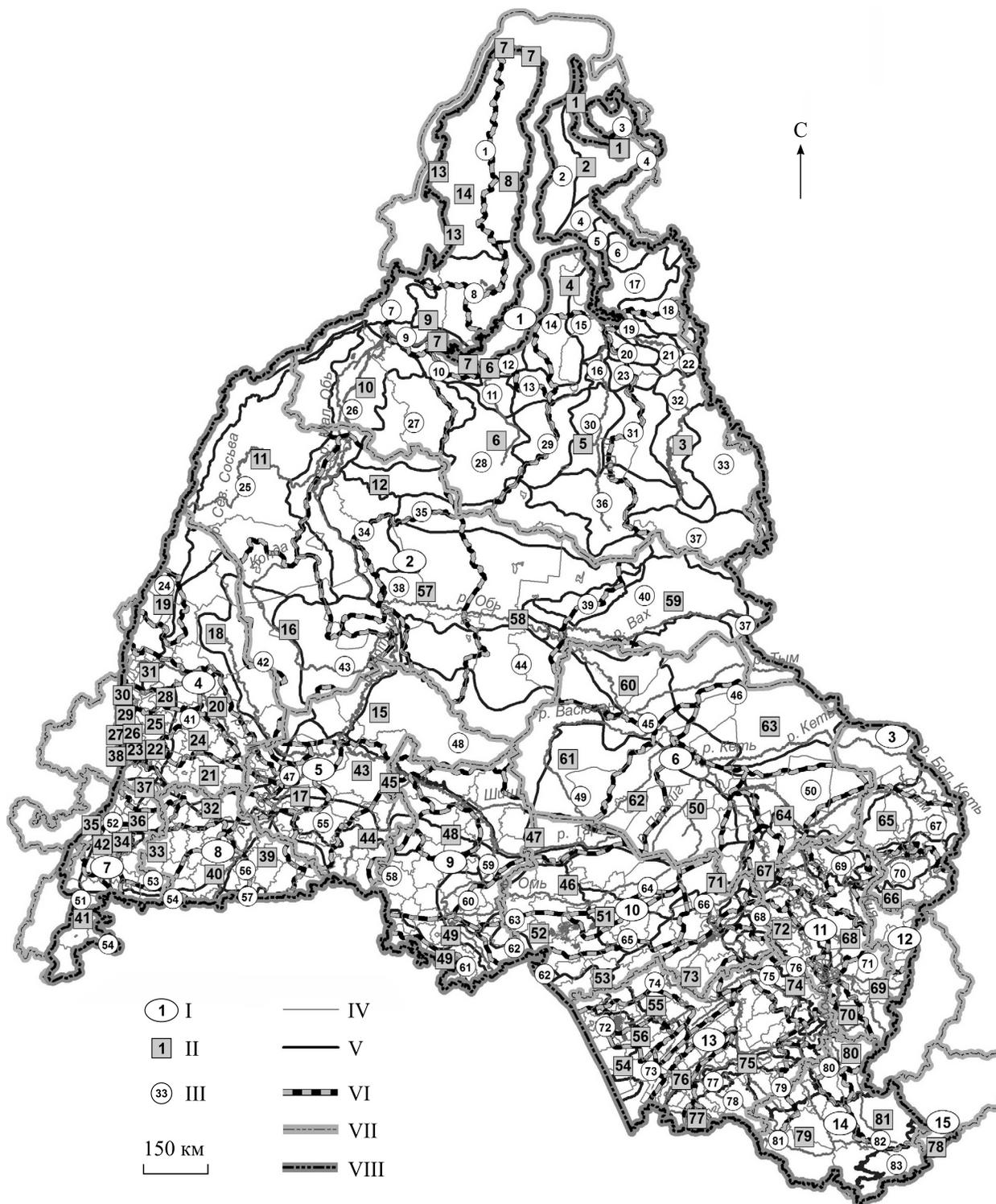


Рис. 2. Ландшафтные провинции, водохозяйственные участки и муниципальные образования Западной Сибири.

I — регионы (цифры в овале): 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.

II — водохозяйственные участки (цифры в квадрате): 1 — острова Карского моря в районе Гыданской губы, 2 — реки, впадающие в Гыданскую и Тазовскую губы, 3 — р. Таз, 4 — бассейн Карского моря, 5 — р. Пур, 6 — р. Надым, 7 — острова Карского моря в пределах внутренних морских вод и территориального моря РФ (включая о. Белый), 8 — реки западного участка бассейна Обской губы, 9 — р. Обь от г. Салехарда до устья, 10 — р. Обь без р. Северной Сосьвы, 11 — р. Северная Сосьва, 12 — р. Малая Обь и р. Обь без р. Иртыш, 13 — острова Карского моря у западного побережья Ямала, 14 — реки бассейна Карского моря, стекающие с западного склона Ямала, 15 — р. Иртыш без рек Тобол и Конда, 16 — р. Конда (от истока до устья), 17 — р. Тобол от впадения р. Исети, 18 — р. Тавда от истока до устья, 19 — р. Сосьва от истока до водпоста в дер. Морозово, 20 — р. Тура от впадения р. Тагил, 21 — р. Пышма от Белоярского гидроузла до устья без р. Рефт от истока до Рефтинского гидроузла, 22 — р. Рефт от истока до Рефтинского гидроузла, 23 — р. Пышма от истока до Белоярского гидроузла, 24 — р. Ница от слияния рек Реж и Нейва до устья, 25 — р. Реж (без р. Аяти от истока до Аятского гидроузла) и р. Нейва (от Невьянского гидроузла) до их слияния, 26 — р. Аять от истока до Аятского гидроузла, 27 — р. Нейва от истока до Невьянского гидроузла, 28 — р. Тагил от г. Нижнего Тагила до устья, 29 — р. Тагил от истока до г. Нижнего Тагила без р. Черной, 30 — р. Черная от истока до Черноисточинского гидроузла, 31 — р. Тура от истока до впадения р. Тагил, 32 — р. Исеть от впадения р. Течи до устья без р. Миасс, 33 — р. Миасс от г. Челябинска до устья, 34 — р. Миасс от Аргазинского гидроузла до г. Челябинска, 35 — р. Миасс от истока до Аргазинского гидроузла, 36 — р. Теча от истока до устья, 37 — р. Исеть от г. Екатеринбурга до впадения р. Течи, 38 — р. Исеть от истока до г. Екатеринбурга, 39 — р. Тобол от г. Кургана до впадения р. Исети, 40 — р. Тобол от впадения р. Уй до г. Кургана, 41 — р. Тобол от границы РФ до впадения р. Увельки, 42 — р. Увелька от истока до устья, 43 — р. Иртыш без р. Ишим, 44 — р. Ишим (от границы с Республикой Казахстан до устья), 45 — бассейн оз. Большой Уват до гидроузла Большой Уват в истоке р. Вертенис, 46 — р. Омь от истока до устья, 47 — р. Иртыш без рек Омь и Оша, 48 — р. Оша от истока до устья, 49 — р. Иртыш (от границы с Казахстаном до впадения р. Оми), 50 — р. Обь от впадения р. Чулым до впадения р. Кети, 51 — водные объекты между бассейнами оз. Чаны и р. Оми, 52 — оз. Чаны и другие водные объекты до границы с бассейном р. Иртыш, 53 — бассейн оз. Большого Топольного и р. Бурлы, 54 — водные объекты южнее бассейна р. Бурлы без бассейнов озер Кучукское и Кулундинское, 55 — оз. Кулундинское и впадающие в него реки, 56 — оз. Кучукское и впадающие в него реки, 57 — р. Обь от г. Нефтеюганска до впадения р. Иртыш, 58 — р. Обь без р. Вах, 59 — р. Вах, 60 — р. Обь на участке от р. Васюган, 61 — р. Васюган от истока до устья, 62 — р. Обь от впадения р. Кети до впадения р. Васюгана, 63 — р. Кеть, 64 — р. Чулым от водпоста с. Зырянское до устья, 65 — р. Чулым от г. Ачинска до водпоста с. Зырянское, 66 — р. Чулым от истока до г. Ачинска, 67 — р. Томь от г. Кемерово до устья, 68 — р. Томь от г. Новокузнецка до г. Кемерово, 69 — р. Томь от истока до г. Новокузнецка без р. Кондомы, 70 — р. Кондома, 71 — р. Обь без рек Ини и Томи, 72 — р. Иня, 73 — р. Обь без р. Чумыш, 74 — р. Чумыш, 75 — р. Обь без р. Алеи, 76 — р. Алеи от Гилевского гидроузла до устья, 77 — Верховья р. Алеи до Гилевского гидроузла, 78 — бессточная территория между бассейнами рек Обь и Енисей и границей РФ с Монголией, 79 — р. Катунь от истока до устья, 80 — р. Бия от истока до устья, 81 — бассейн оз. Телецкое.

III — физико-географические провинции (цифры в круге): 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 — Верхлукьянская, 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. Границы: IV — муниципальных районов и городских округов, V — физико-географических провинций, VI — водохозяйственных участков, VII — регионов, VIII — исследуемой территории.

структура Обь-Иртышского бассейна представлена степными, лесостепными, таежными, лесотундровыми и тундровыми зональными областями Западно-Сибирской равнинной страны, Алтае-Саянской и Уральско-Новоземельской горных стран, в пределах которых определены 83 ландшафтные провинции. Согласно административно-территориальному делению, рассмотрены регионы, которые частично или полностью расположены в пределах Обь-Иртышского речного бассейна (15 субъектов федерации). По водохозяйственному районированию учтен 81 ВХУ (рис. 2).

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ

Оценка современной обеспеченности поверхностными водными ресурсами выполнена в расчете на одного жителя на основе данных Росгидромета и Государственного гидрологического института (ГГИ) о среднемноголетних речных расходах за весь период наблюдений (по 2016 г. включительно, по отдельным речным бассейнам период наблюдений превышает 100 лет).

Оценка осуществлялась по данным ближайших гидропостов с привязкой к местам пересечения рекой границ ландшафтных провинций. В случае отсутствия гидропостов или их удаленности от границ провинций использовались данные по модулю речного стока с карты «Средний многолетний сток рек» [12].

Оценка водообеспеченности подземными водами выполнена на основании данных о ресурсах пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна [13] и результатов геолого-разведочных работ (при условии их наличия), проведенных в регионах за последние годы, а также картографических материалов Атласа гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР [14]. Водообеспеченность рассчитывалась по показателям модуля подземного стока зоны интенсивного водообмена.

Данные методические приемы позволяют оценить потенциальную природную водообеспеченность регионов Западной Сибири, которая представляет собой отношение среднемноголетних возобновляемых водных ресурсов к численности населения, проживающего на этой территории. По ее величине можно судить в целом о состоянии водных ресурсов макрорегионов (физико-географических стран, зональных областей и ландшафтных провинций) в естественных условиях их формирования, давать сравнительную характеристику отдельных субъектов федерации, анализировать динамику водообеспеченности за определенный период времени. Для территорий, имеющих ограниченные водные ресурсы, рекомендуется рассчитывать реальную водообеспеченность с учетом маловодных периодов и объемов безвозвратного водопотребления [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных результатов показал закономерное увеличение потенциальной водообеспеченности населения и экономики Западной Сибири с юга на север, по мере увеличения увлажнения территорий и нарастания водности рек (рис. 3). Ресурсами поверхностных вод наиболее всего (свыше 1000 тыс. м³/чел. в год) обеспечены малообжитые северные районы, в том числе территории в нижнем течении Иртыша и Оби, а также в бассейнах малых и средних рек, впадающих в Обскую губу и Карское море. Менее обеспечены поверхностными водными ресурсами (5–50 тыс. м³/чел. в год) территории основной полосы расселения, приуроченные к лесостепной и степной зонам, густо заселенные и интенсивно освоенные бассейны рек Чулыма и Томи, а также горно-таежный пояс восточного макросклона Урала, реки которого являются притоками Тобола. Минимальной водообеспеченностью отличаются территории бессточной области Обь-Иртышского междуречья и южная часть Уральского региона, имеющая речной сток в бассейн Оби.

Потенциальная обеспеченность подземными водами характеризуется следующими цифрами: южная часть Западной Сибири, расположенная в области недостаточного увлажнения и частичного (лишь верхних горизонтов) дренирования подземных вод, в основном имеет воды с минерализацией более 3 г/дм³, обеспеченность питьевыми водами здесь составляет менее 5 тыс. м³/чел. в год. В зоне оптимального и избыточного увлажнения территорий Западной Сибири (с глубоким дренированием подземных вод зоны свободного водообмена) водообеспеченность достигает 5–50 тыс. м³/чел. в год и более (см. рис. 3).

Для оценки критических значений водообеспеченности, которые предложены в работах И. А. Шикломанова [16], В. И. Данилова-Данильяна и К. С. Лосева [17], нами использованы следующие градации: катастрофически низкая — менее 1 тыс. м³/чел. в год, очень низкая — 1,01–2, низкая — 2,01–5, средняя — 5,01–10, высокая — 10,01–20, очень высокая — >20 тыс. м³/чел. в год.

В условиях катастрофически низкой потенциальной обеспеченности водными ресурсами проживает около 130 тыс. чел. в пределах Теке-Кызылкакской ландшафтной провинции: это жители Омской области, которая граничит с Республикой Казахстан (табл. 1). Очень низкая потенциальная водообеспеченность отмечается для населения Челябинской области (1678,2 тыс. чел.), проживающего в горно-лесостепной провинции Урала. Категория низкой потенциальной водообеспеченности приурочена к Зауральской ландшафтной провинции и горно-степному поясу Урала на территории

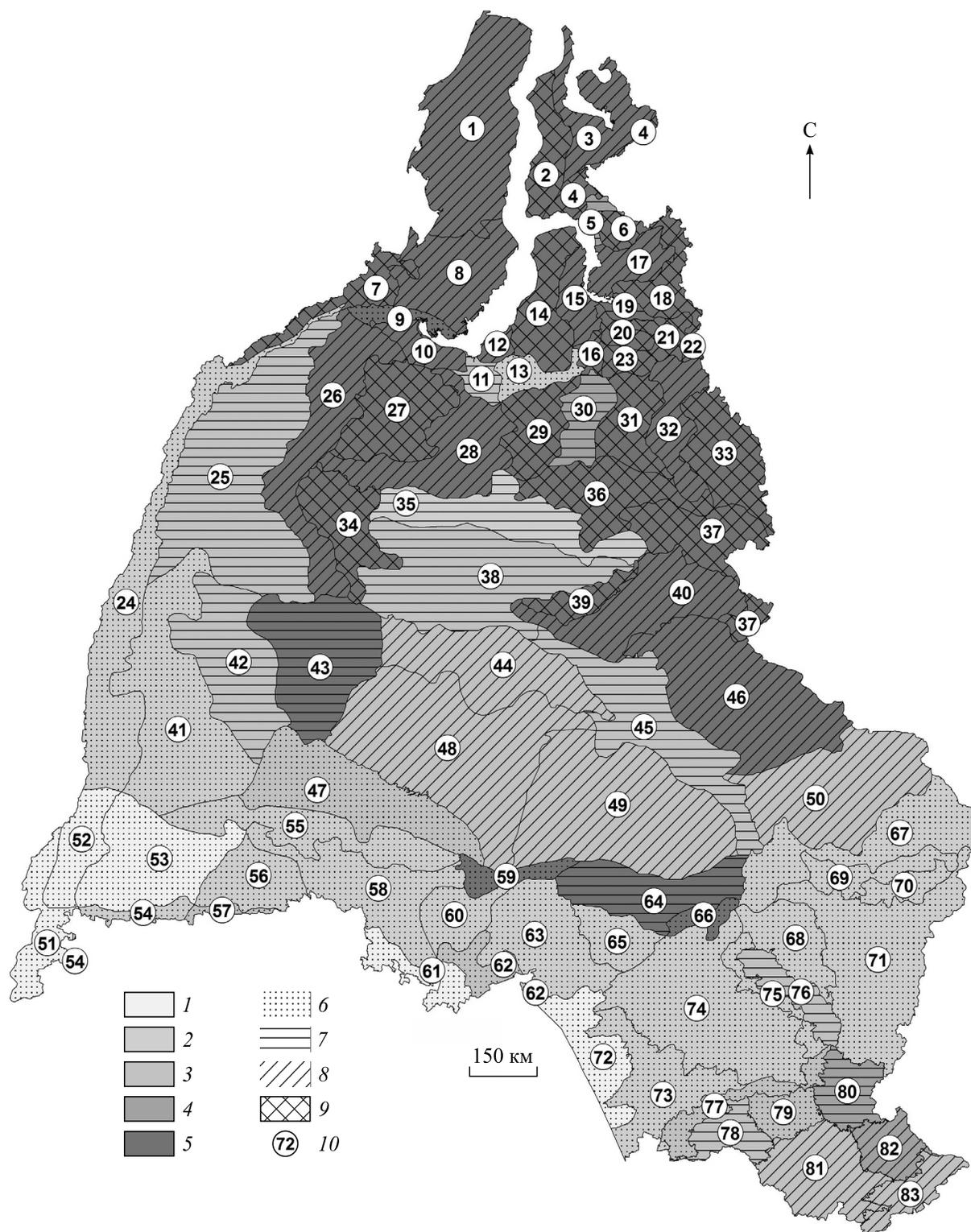


Рис. 3. Потенциальная природная водообеспеченность населения и экономики Западной Сибири в разрезе провинций (номера ландшафтных провинций см. рис. 2).

Водообеспеченность населения ресурсами (тыс. м³/чел. в год.) поверхностного стока: <5 (1), 5–50 (2), 50–500 (3), 500–1000 (4), >1000 (5); подземного стока: <5 (6), 5–50 (7), 50–500 (8), >500 (9). 10 — номер физико-географической провинции.

**Потенциальная водообеспеченность населения и экономики регионов Западной Сибири
в разрезе ландшафтных провинций (фрагмент таблицы)**

Номер на рис. 2	Ландшафтная провинция	Потенциальная водообеспеченность, тыс. м ³ /чел. в год	
		общим речным стоком	подземным стоком
61	Теке-Кызылкакская	0,73	0,91
52	Горно-лесостепная Урала	1,08	0,26
53	Зауральская	3,03	0,57
51	Горно-степная Урала	3,15	0,85
72	Кулундинская	3,17	2,22
58	Ишимская	5,82	1,23
54	Тобол-Убаганская	7,20	0,52
24	Горно-таежная Урала	7,55	1,28
63	Барабинская	9,25	1,63
65	Восточнобарабинская	12,19	2,54
73	Южноприалейская	16,29	1,99
41	Туринская	16,65	3,05
56	Северопредтургайская	17,12	1,81
74	Верхнеобская	17,81	0,74
68	Кузнецкая межгорно-котловинная	19,03	0,62
60	Западнобарабинская	20,52	0,12
71	Кузнецко-Алатауская	27,86	0,31
013	Усть-Ныдская	31,57	4,20
55	Ашлыкская (Ялуторовская)	33,93	2,84
70	Назаровская	39,15	1,86

Курганской, Свердловской и частично Челябинской областей с общей численностью населения 1477,3 тыс. чел. Данные провинции заслуживают особо пристального внимания при оценке и управлении водными ресурсами.

Наиболее напряженная ситуация по обеспечению водными ресурсами сложилась на территории Омской области и ее ландшафтных провинций, что обусловлено неблагоприятным сочетанием природных и антропогенных факторов. Оценка современной водообеспеченности представлена в табл. 2, перспективное водопотребление нами оценивается следующим образом.

Согласно Стратегии развития региона [18], объемы промышленного производства области к 2020 г. возрастут в 2,7 раза по сравнению с 2005 г. В основном это произойдет в 2015–2020 гг., в ходе второго этапа реализации Стратегии 2025 [19], который получил название «Омская область — промышленный центр юга Западной Сибири».

Наиболее заметное изменение водопотребления будет характерно для Западно-Барабинской ландшафтной провинции, к которой приурочен Центральный экономический район Омской области с максимальным уровнем развития промышленного производства в пределах субъекта (свыше 90 % объемов промышленного производства региона). Здесь планируется создание особой экономической зоны промышленно-производственного типа, которое будет сопровождаться организацией новых высокотехнологичных производств, развитием нефтехимического, машиностроительного, биотехнологического и других производственных комплексов.

Однако при современном уровне развития промышленного производства нагрузка на водные ресурсы Западно-Барабинской провинции уже превышает допустимые пределы их изъятия. Так, уровень изъятия ресурсов местного речного стока провинции практически достигает 100 %, в то время как в целом по области местный речной сток используется только на 5 %. Следует пояснить, что величина показателя более 40 % означает высокий уровень нехватки водных ресурсов, или состояние водного кризиса [17], а нагрузка на водные ресурсы свыше 60 % классифицируется как «критически высокая» [15].

С учетом существующей водоемкости промышленного производства, которая к 2020 г. при инерционном варианте развития составит 0,15 м³/тыс. руб. (т. е. останется на современном уровне), а при инновационном сократится до 0,14 м³/тыс. руб. (приблизительно на 10 % от современного уровня), водопотребление в Западно-Барабинской провинции на производственные нужды в первом случае увеличится на 28,43 млн м³/год, во втором — на 20,73 млн м³/год (за 2012 г. составляет 86,95 млн м³/год).

Таблица 2

Результаты оценки водообеспеченности Омской области в границах ландшафтных провинций

Ландшафтная провинция	Удельная обеспеченность поверхностными водами, тыс. м ³ /чел. в год		Удельная обеспеченность подземными водами, тыс. м ³ /чел. в год	Удельное водопотребление по данным за 2012 г., тыс. м ³ /чел. в год		Нагрузка на водные ресурсы*, %		
	Местный сток	Общий сток		Всего	Из поверхностных вод	Местный сток	Общий сток	Подземный сток
Теке-Кызылкакская	0,73	0,73	0,91	0,03	0,01	1,16	1,16	1,87
Южно-Барабинская	1,40	261,01	1,21	0,30	0,29	20,37	0,11	1,05
Ишимская	2,11	5,82	1,23	0,14	0,13	6,25	2,26	0,52
Западно-Барабинская	0,15	20,52	0,12	0,15	0,146	97,37	0,71	1,16
Барабинская	2,18	9,25	1,63	0,02	0,00	0,06	0,01	1,14
Ашлыкская (Ялуторовская)	7,53	36,13	2,84	0,01	0,00	0,00	0,00	0,38
Северо-Барабинская	15,65	1018,52	4,78	0,03	0,02	0,14	0,00	0,22
Среднеиртышская	15,09	236,01	4,81	0,03	0,02	0,16	0,01	0,18
Тобольская	354,19	648,89	97,43	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
Васюганская	267,31	611,24	71,94	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
Омская область**	2,87	16,74	0,59	0,14	0,13	4,54	0,78	0,86

* Рассчитано как отношение водозабора из водных источников к доступным возобновляемым водным ресурсам [17], в нашем случае — для местного и общего речного стока, а также для подземного стока зоны интенсивного водообмена соответственно.

** Рассчитано по среднесезонным данным ГГИ [15, 20].

Таблица 3

Оценка степени использования водных ресурсов наиболее проблемных ландшафтных провинций Западной Сибири (фрагмент таблицы)

Номер на рис. 2	Ландшафтная провинция	Использование водных ресурсов, млн м ³		Общий речной сток, млн м ³ /год	Подземный сток, млн м ³ /год	Коэффициент использования ресурса, %	
		Из поверхностных вод	Из подземных вод			поверхностного	подземного
52	Горно-лесостепная Урала	292,984	16,037	1805,599	431,034	16,23	3,72
70	Назаровская	527,479	6,791	5555,469	263,561	9,49	2,58
71	Кузнецко-Алатауская	1427,878	76,993	35012,546	390,15	4,08	19,73
53	Зауральская	109,101	28,04	3516,223	666,583	3,1	4,21
24	Горно-таежная Урала	684,300	109,488	22 750,987	3871,795	3,01	2,83
41	Туринская	317,555	49,207	18 202,544	3338,345	1,74	1,47
51	Горно-степная Урала	16,473	14,466	992,677	268,475	1,66	5,39
61	Теке-Кызылкакская	1,546	2,098	95,008	118,76	1,63	1,77
54	Тобол-Убаганская	11,401	2,041	852,181	61,828	1,34	3,3
74	Верхнеобская	794,052	73,813	61 037,809	2535,95	1,3	2,91
72	Кулундинская	9,242	27,607	722,152	506,294	1,28	5,45
40	Вахская	295,243	29,944	23 308,309	4857,442	1,27	0,62
68	Кузнецкая межгорно-котловинная	351,769	76,828	28 489,176	923,976	1,23	8,31
63	Барабинская	20,996	12,958	2497,464	440,164	0,84	2,94
67	Североприаргинская	436,98	59,89	55 155,761	1637,617	0,79	3,66
60	Западнобарабинская	206,083	1,872	27 737,179	160,787	0,74	1,16
69	Южноприаргинская	81,145	7,472	12 556,597	582,528	0,65	1,28
58	Ишимская	11,478	5,399	2486,927	526,446	0,46	1,03
73	Южноприалейская	35,192	18,429	7643,933	933,351	0,46	1,97
38	Сургутская	544,363	316,6	233 252,088	7759,55	0,23	4,08

Если, согласно экспертным оценкам [15, 21], предположить, что речной сток Западной Сибири в ближайшее десятилетие будет иметь тенденцию к небольшому росту, то ресурсы местного и общего стока, по крайней мере, не уменьшатся. Тогда на основе демографического прогноза Росстата, который свидетельствует о сокращении численности населения, для этой территории перспективная водообеспеченность к 2020 г. составит: с учетом ресурсов местного стока — 0,16 тыс. м³/чел. в год (катастрофически низкий уровень водообеспеченности), транзитного стока — 21,85 (очень высокая водообеспеченность), подземного стока — 0,13 тыс. м³/чел. в год (катастрофически низкая).

Другим примером проблемной в отношении водообеспеченности ландшафтной провинции (табл. 3) может служить Кузнецко-Алатауская, в которой доля используемых водных ресурсов достигает 5–10 %. Для оценки реальной водообеспеченности этой провинции ресурсами речного стока нами использованы данные наблюдений по гидропосту р. Томь–г. Новокузнецк. За период наблюдений 1894–2016 гг. выбраны два трехлетних временных отрезка с минимальными объемами речных расходов: 1899–1901 гг. — 366–581 м³/с (среднее значение 472,3), 1980–1982 гг. — 487–590 м³/с (среднее значение 541,3).

Уровень водохозяйственного участка в данном случае позволяет сочетать бассейновый и территориальный принципы управления водными ресурсами. В пределах водохозяйственного участка р. Томи от истока г. Новокузнецка расположены города Новокузнецк, Междуреченск, Мыски, Калтан, Осинники и другие с общей численностью проживающего населения свыше 1 млн чел.

Гидропост в г. Новокузнецке является замыкающим для ВХУ, имеет расстояние до устья реки 580 км и площадь водосбора 29,8 тыс. км². Для маловодных периодов коэффициент изъятия здесь может превышать 10 % при обеспеченности реальными водными ресурсами (с учетом безвозвратного водопотребления) 13,7–15,8 тыс. м³/чел. в год, что в 1,8–2 раза меньше, чем при среднемноголетних значениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ландшафтно-бассейновый подход позволяет корректировать сложившиеся оценки водообеспеченности регионов Западной Сибири. При этом на региональном уровне исследования определение формирования водных ресурсов проводится в границах ландшафтных провинций. Речной бассейн выступает как природно-хозяйственная система, в пределах которой осуществляется использование и управление водными ресурсами. Совмещение природных и административных границ достигается с применением ГИС-технологий.

Суммарно в условиях катастрофически низкой, очень низкой и низкой потенциальной водообеспеченности в пределах Западной Сибири проживает около 15 % общей численности населения Обь-Иртышского бассейна, учитывая жителей уральских регионов, территория которых имеет сток в речную систему Оби.

Детализировать оценки потенциальной природной обеспеченности водными ресурсами представляется возможным через расчет реальной водообеспеченности, который учитывает условия трехлетних маловодных периодов и объемы безвозвратного водопотребления.

Перспективная водообеспеченность населения и экономики регионов Западной Сибири основана на определении современных особенностей водопользования и эффективности использования водных ресурсов (водоемкости), а также стратегических планов социально-экономического развития и результатов демографического прогноза в субъектах.

По результатам оценок водообеспеченности возможна корректировка планов социально-экономического развития отдельных муниципальных образований регионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ретеюм А. Ю. Деятельность человека в организованной системе // Природные ресурсы и окружающая среда. Достижения и перспективы. — 1978. — Вып. 2. — С. 33–43.
2. Кoryтный Л. М. Бассейновый подход в географии // География и природ. ресурсы. — 1991. — № 1. — С. 161–166.
3. Кoryтный Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001. — 163 с.
4. Жерелина И. В. Бассейн реки как природно-хозяйственная система // География и природопользование Сибири. — Барнаул: Аккем, 1997. — Вып. 2. — С. 80–89.

5. **Корытный Л. М.** Административно-территориальное деление России: бассейновый вариант // География и природ. ресурсы. — 2006. — № 4. — С. 27–29.
6. **Винокуров Ю. И., Цимбалей Ю. М.** Региональная ландшафтная структура Сибири. — Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006. — 95 с.
7. **Винокуров Ю. И., Цимбалей Ю. М., Красноярова Б. А.** Физико-географическое районирование Сибири как основа разработки региональных систем природопользования // Ползуновский вестн. — 2005. — № 4. — С. 3–13.
8. **Винокуров Ю. И., Жерелина И. В., Красноярова Б. А.** Принципы управления устойчивым водопользованием в бассейне реки Обь // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: Материалы междунар. науч. конф. — Томск: Изд-во НТЛ, 2000. — С. 608–614.
9. **Цимбалей Ю. М.** Ландшафтно-бассейновый подход при оценке водных ресурсов // Мир науки, культуры, образования. — 2008. — № 4 (11). — С. 13–15.
10. **Современное состояние водных ресурсов и функционирование водохозяйственного комплекса бассейна Оби и Иртыша** / Отв. ред. Ю. И. Винокуров, А. В. Пузанов, Д. М. Безматерных. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. — 236 с.
11. **Рыбкина И. Д.** Оценка и прогноз водообеспеченности Омской области // Изв. РАН. Сер. геогр. — 2016. — № 1. — С. 115–122.
12. **Географический атлас** / Отв. ред Л. Н. Колосова. — М.: ГУГК при Совете Министров СССР, 1980. — 238 с.
13. **Ресурсы пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна** / Сост. И. М. Земскова, Ю. К. Смоленцев, М. П. Полканов, А. А. Свищев, В. С. Плотников, В. Г. Бородавко, В. В. Артамохина, Н. А. Карлсон, Г. Л. Плевако, Н. Р. Шаймерденов. — М.: Недра, 1991. — 262 с.
14. **Атлас гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР. Карта естественных ресурсов подземных вод СССР (подземного стока зоны интенсивного водообмена).** — М., 1983 [Электронный ресурс]. — <http://hge.spbu.ru/mapgis/subekt/obzorniye/obzorniye.html> (дата обращения 23.12.2016).
15. **Водные ресурсы России и их использование** / Под ред. И. А. Шикломанова. — СПб.: Изд-во Гос. гидрол. ин-та, 2008. — 600 с.
16. **Shiklomanov I. A.** The dynamics of river water inflow to the Arctic Ocean // The freshwater budget of the Arctic Ocean. — Dordrecht, Netherlands: Kluwer Acad. Publi., 2000. — P. 281–297.
17. **Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С.** Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты. — М.: Наука, 2006. — 221 с.
18. **Стратегия социально-экономического развития Омской области до 2020 года** [Электронный ресурс]. — <http://www.omskportal.ru/government/branches/Economy/DevelopmentStrategy.html> (дата обращения 24.10.2016).
19. **Стратегия социально-экономического развития Омской области до 2025 года** [Электронный ресурс]. — http://www.omskportal.ru/government/branches/Economy/PageContent/0/body_files/file0/Strategiya_2025.pdf (дата обращения 24.10.2016).
20. **Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Водный кадастр Российской Федерации. 2013 год.** — СПб.: Изд-во ООО «Эс Пэ Ха», 2014. — 166 с.
21. **Шикломанов И. А., Бабкин В. И., Балонишникова Ж. А.** Водные ресурсы, их использование и водообеспеченность в России: современные и перспективные оценки // Водные ресурсы. — 2011. — Т. 38, № 2. — С. 131–141.

Поступила в редакцию 13 января 2017 г.