

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ

УДК 628.17:556.18:338.27

ПРОГНОЗ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА ДОНА¹

© 2021 г. А. П. Дёмин^а, *, А. В. Зайцева^а

^аИнститут водных проблем РАН, Москва, 109333 Россия

*e-mail: deminar@mail.ru, yew-tree@mail.ru

Поступила в редакцию 01.02.2021 г.

После доработки 26.02.2021 г.

Принята к публикации 30.03.2021 г.

Описаны методические подходы к прогнозу водопотребления. На основе демографического прогноза и прогноза удельного водопотребления по регионам бассейна Дона выполнен прогноз водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды. Приведены сводные данные по вводу в эксплуатацию орошаемых земель за 2008–2018 гг. в 15 субъектах Российской Федерации бассейна р. Дон. Показана фактическая и прогнозная площадь орошаемых земель на 2025 и 2030 гг. Выявлены противоречивые изменения объемов водопотребления на перспективу трех секторов экономики: снижение в ЖКХ, незначительный рост в промышленности и существенный рост в сельском хозяйстве. В целом по бассейну объем полного водопотребления к 2030 г., по оценкам авторов, увеличится незначительно.

Ключевые слова: бассейн Дона, хозяйственно-бытовое и питьевое водоснабжение, удельное водопотребление, прогноз водопотребления, площадь орошаемых земель.

DOI: 10.31857/S0321059621050084

ВВЕДЕНИЕ

Территория бассейна р. Дон — один из важнейших в экономическом отношении регион России, где проживает более 12 млн человек, а плотность населения в 4.5 раза превышает среднероссийский показатель. Бассейн р. Дон занимает территорию 422 тыс. км², на которой размещены полностью или частично 15 субъектов Российской Федерации и 3 области Украины. Благоприятные транспортно-географическое положение, природные и демографические условия обусловили большие потенциальные возможности для социально-экономического развития региона. Однако нарастающий дефицит водных ресурсов тормозит дальнейшее поступательное развитие региона. В связи с этим прогноз водопотребления — очень важная задача. Цель данного исследования — получение прогнозных оценок водопотребления на нужды хозяйственно-питьевые, производственные и орошения, а также полного водопотребления (водозабора) на среднесрочную перспективу.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОГНОЗУ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

К настоящему времени как в России, так и в других странах накоплен весомый опыт по прогнозированию водопотребления отдельных отраслей водохозяйственного комплекса и других показателей развития водного хозяйства. Прогнозирование объемов водопотребления и водоотведения входило в состав балансовой оценки водных ресурсов при разработке комплексных программ и схем их рационального использования и охраны.

Наиболее подробно методика расчета объемов водопотребления на перспективу рассмотрена в [6]. По мнению авторов, основной метод расчета потребности в воде по отраслям или народному хозяйству в целом заключается в использовании удельных норм расхода воды на душу населения либо на 1 руб. продукции. Приведены особенности методических подходов к расчету перспективного водопотребления для коммунально-бытового хозяйства, сельского населения, промышленности, теплоэнергетики, животноводства, прудового рыбоводства, орошаемого земледелия.

В [26] разработана методика составления многовариантного нормативного прогноза для отдельной отрасли промышленности, позволяющая учесть как уровень развития производства

¹ Работа выполнена при финансировании из средств государственного бюджета (тема 0147-2019-0003 государственного задания ИВП РАН, государственная регистрация АААА-А18-118022090105-5).

отрасли, так и ограничения, накладываемые на забор чистой воды, сброс сточных вод, сброс загрязняющих веществ, объем финансовых ресурсов. Данная методика чрезвычайно детализирована, включает в себя данные каждого предприятия и технологического процесса и требует тщательно подготовленной информации, труда большого коллективов специалистов.

По расчетам в [5], ~20% зерна и 50% кормов необходимо производить на орошаемых землях. Площадь орошаемых земель существенно зависит от прогнозируемой урожайности всех сельскохозяйственных культур. Согласно прогнозам авторов, потребность в орошаемых землях в России (верхний предел) к 2020–2025 гг. составит 18–20 млн га. В расчетах автор исследования не рассматривал проблему ограниченных капиталовложений, а проецировал поступательное линейное развитие экономики на будущее.

В [22] рассмотрены три сценария развития водохозяйственного комплекса. Площадь орошаемых земель к 2025 г. должна составить, млн га: по оптимистическому сценарию — 10,8, по реалистическому — 9,0, а по пессимистическому — 4,8 млн га. Объем забора воды для орошения прогнозных площадей в 2020 г. должен был составить 14,6 км³. В 2019 г. площадь орошаемых земель РФ составляла 4,67 млн га (из них фактически поливалось 1,7 млн га), а объем использования воды на орошение — 6,57 км³, что с учетом потерь воды на транспортировку значительно ниже данных пессимистического прогноза. По расчетам, к 2025 г. общий объем водопотребления для нужд сельскохозяйственного водоснабжения должен превысить 8 км³. Как показало время, прогнозы авторов оказались абсолютно нереальными. В 2019 г. на эти нужды в России было использовано 0,3 км³.

Важный комплексный прогноз водопотребления — работа, выполненная в Государственном гидрологическом институте [27]. По расчетам авторов, к 2020 г. суммарное водопотребление в России должно было вырасти по сравнению с 2005 г. на 9%. При этом промышленное потребление свежей воды сократится по сравнению с 2005 г. на 10, коммунальное — на 25%, а сельскохозяйственное вырастет в >1,5 раза в результате увеличения площади орошаемых земель до 10,2 млн га. Анализ фактических данных показывает, что в 2019 г. промышленное водопотребление по сравнению с 2005 г. снизилось в 1,7, коммунальное — в 1,63 раза, а сельскохозяйственное — на 7%. Суммарное водопотребление за 14 лет не только не выросло, а снизилось на треть.

Итак, большинство прогнозов, разработанных в конце XX — начале XXI в., не учитывало реальную экономическую ситуацию в России и исходило из привлечения огромных средств в водное хозяйство. Не учитывались нестабильность наци-

ональной экономики и новые геополитические условия. Это приводило к завышенным прогнозным оценкам водопотребления, особенно в сельском хозяйстве, которые в дальнейшем не оправдывались.

В зарубежных исследованиях самая активная область — прогнозирование спроса на воду в городах. В [31] отмечается, что методы прогнозирования можно условно разделить на две группы: 1) методы, требующие обширного сбора данных, данные используются для формулирования зачастую сложных статистических соотношений и вывода правил, которые будут указывать уровень спроса, эти методы обычно предназначены для краткосрочного прогнозирования; 2) методы, основанные на концептуальном подходе и требующие относительно ограниченного количества данных, эти методы обычно используются для долгосрочных прогнозов, типичная проблема, связанная с большинством стратегий прогнозирования спроса на воду, — нехватка подходящих исторических данных о тенденциях потребления воды, характеристиках микрокомпонентов, социально-экономических влияниях.

В [30] выполнен анализ прогнозов водопотребления в городах. Ранние методологии использовали относительно простые эконометрические модели и модели временных рядов, для которых требовалось ограниченное количество данных и которые можно использовать с небольшими вычислительными мощностями. В последние годы использовались разные методы и подходы — от простой исторической экстраполяции до сложных аналитических моделей, использующих обширные области искусственного и вычислительного интеллекта. Привлекательность одномерных временных серийных моделей уменьшилась, так как в них не учитывается влияние изменений демографических, экономических и технологических переменных, а также стратегий управления спросом на воду.

Сценарии глобального будущего водных ресурсов предполагают разные направления социально-экономических и климатических изменений [28]. Прогнозные объемы водопотребления для каждого из крупных секторов рассчитываются для мира в целом, континентов и 18 субрегионов на 2030, 2050, 2080 гг. Прогнозные объемы водопотребления для коммунально-бытового хозяйства учитывают демографические прогнозы, изменение доходов населения и водной инфраструктуры. Площадь орошаемых земель увеличивается с 321 млн га в 2010 г. до 356–376 млн га в 2050 г. и 350–400 млн га в 2080 г.

Растущий спрос на электроэнергию приводит к увеличению производства электроэнергии во всем мире. Гидроэнергетика остается крупнейшим производством возобновляемых источников

энергии. Мощность атомных электростанций увеличивается до 150%. Глобальный спрос на воду составит от 5500 до 6000 км³/год в соответствии с тремя рассматриваемыми сценариями, при этом промышленный и коммунальный спрос на воду будет расти намного быстрее, чем спрос в сельском хозяйстве. Ожидается, что значительный рост общего спроса на воду произойдет в развивающихся странах, что обусловлено их интенсивным социально-экономическим ростом.

В [29] проведена оценка основных неопределенностей в прогнозах нехватки воды и влияния этих неопределенностей на процесс планирования и принятия решений в региональном или глобальном масштабе. Анализируется широкий спектр возможных будущих условий, которые могут создать серьезные проблемы планирования для органов управления водными ресурсами в уязвимых регионах мира и речных бассейнах. Для оценки неопределенности используется ансамбль из 45 прогнозов будущего дефицита воды, основанных на трех глобальных гидрологических моделях, пяти глобальных климатических моделях и трех водных сценариях.

По результатам проделанного анализа, методика расчета оценок водопотребления на перспективу в России должна опираться на следующие методические положения:

основной метод расчета потребности в воде по отраслям хозяйства заключается в использовании удельных норм расхода воды на душу населения, на 1 руб. или единицу продукции в натуральном выражении, на единицу орошаемой площади;

необходим тщательный анализ как можно более широкого круга разработанных основополагающих документов демографического и социально-экономического развития России на перспективу, отраслевых и территориальных прогнозов;

требуется применение сценарного подхода к развитию водохозяйственного комплекса;

необходимы возможно более полный учет основных факторов, определяющих изменение удельного водопотребления в каждом секторе водного хозяйства, и оценка предстоящего изменения этих факторов в результате научно-технического прогресса;

при оценке перспектив использования водных ресурсов необходимо рассматривать их не в целом, а с учетом целевых видов водопользования на различные нужды, региональных и отраслевых особенностей водопользования.

ПРОГНОЗ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ

Коммунальное водопотребление в любом регионе определяется численностью жителей горо-

дов и прилегающих сельских населенных пунктов, а также величиной удельного водопотребления, выраженной в литрах в сутки на одного жителя, которая зависит от степени благоустройства населенных пунктов, т.е. от наличия водопроводов, канализации, централизованного горячего водоснабжения, а также от климатических условий. В величину удельного водопотребления включают и затраты воды на общегородские нужды: полив улиц и зеленых насаждений, обеспечение водой всех городских учреждений, а также промышленности, работающей на нужды городского населения и потребляющей воду высокого качества из городских водопроводов.

Оценка развития водопроводно-канализационного хозяйства России и обеспечения населения чистой питьевой водой должна опираться на “Стратегию развития жилищно-коммунальной сферы Российской Федерации до 2035 года”, проект которой разработан в октябре 2019 г. [23], и федеральный проект “Чистая вода” национального проекта “Экология” [14]. Стратегия является основой для формирования и реализации государственной политики в сфере жилищно-коммунальной сферы на федеральном, региональном, муниципальном, отраслевом и межотраслевом уровнях. Основная цель федерального проекта “Чистая вода” — повышение качества питьевой воды посредством модернизации систем водоснабжения и водоподготовки с использованием перспективных технологий [14].

Большое значение при прогнозе водопотребления на ХПВ имеют также демографические прогнозы [18], так как без них невозможно определить потенциальную водообеспеченность россиян и их потребность в объемах водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды в ближайшей перспективе. Во всех субъектах федерации на территории бассейна р. Дон (за исключением Краснодарского края) численность населения в среднесрочной перспективе будет снижаться. Максимальные темпы снижения населения до 2030 г. (11–13%) прогнозируются в Орловской, Тамбовской областях, Республике Калмыкии. В большинстве регионов темпы снижения населения составят 3–8, в Воронежской области <1%. В соответствии с проведенными авторами расчетами численность населения на территории бассейна р. Дон по среднему варианту развития снизится с 12.1 млн человек в 2018 г. на 0.27 млн к 2025 г. и на 0.49 млн к 2030 г.

В последние годы в подавляющем большинстве регионов за счет привлечения средств бюджетов, внебюджетных источников, займов и других инвестиций проводится комплекс мероприятий по рациональному расходованию воды в жилом фонде, активно внедряются общедомовые и квартирные водосчетчики, применяется улуч-

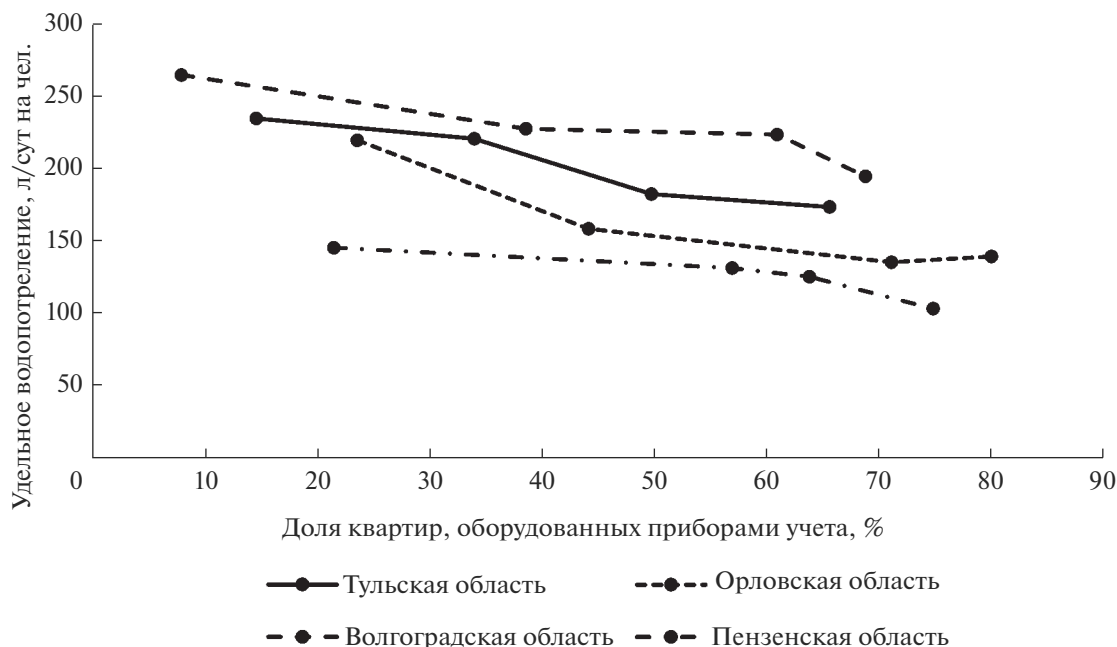


Рис. 1. Связь величины удельного использования воды на хозяйственно-питьевые нужды с долей квартир в многоквартирных домах, оборудованных приборами учета холодной воды.

шенная санитарно-техническая арматура, новые машины (посудомоечные, стиральные), приборы и насадки, позволяющие экономить воду в быту. В результате удельное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды на 1 человека повсеместно сокращается. В большинстве регионов на территории бассейна р. Дон среднесуточное водопотребление на 1 жителя за 2000–2018 гг. снизилось на 30–40%, а в Пензенской и Саратовской областях в ≥ 2 раза [7].

С 2010 г. каждые три года публикуются данные по числу индивидуальных приборов учета коммунальных ресурсов, устанавливаемых в многоквартирных домах во всех субъектах федерации России, в том числе и приборов учета холодной воды [9, 10, 20, 21]. Поскольку тарифы на воду ощутимо увеличиваются, граждане стали бережно относиться к этому важному ресурсу. Это хорошо видно на примере ряда регионов территории бассейна р. Дон, где последовательно приведены данные за 2009, 2012, 2015 и 2018 гг. (рис. 1).

Поскольку доля квартир, оборудованных приборами учета холодной воды, будет расти, предполагаем дальнейшее снижение удельного водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды, хотя и в меньшей степени, чем ранее. В соответствии с прогнозами Росстата численности населения и с региональными прогнозами удельного водопотребления объем использования воды на хозяйственно-питьевые нужды в бассейне р. Дон снизится с 555 млн м^3 в 2018 г. до 521 и 483 млн м^3 в 2025 и 2030 гг. соответственно (табл. 1).

ПРОГНОЗ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ

Оценка развития промышленного водопотребления проведена с учетом разработок, предложенных в “Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года”, “Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2035 года”, “Схеме и программе развития Единой энергетической системы России на 2019–2025 годы” [19, 24, 25].

Анализ использования воды на нужды промышленности и энергетики в бассейне р. Дон показал, что введение мощностей оборотного и повторно-последовательного водоснабжения — главная причина снижения забора свежей воды [7]. С 1990 по 2018 г. использование свежей воды в бассейне р. Дон на производственные нужды сократилось с 5.8 до 2.9 км^3 , оборотной и повторно-последовательной воды — увеличилось с 10.4 до 17.0 км^3 , а суммарное водоснабжение — с 16.2 до 20.0 км^3 . Коэффициент водооборота (отношение объема оборотного и повторно-последовательного водопотребления к валовому водопотреблению на производственные нужды) в целом по бассейну за этот период вырос с 64.2 до 85.3%. В годы экономической депрессии его рост был незначительным, после 2000 г. — весьма существенным.

Наиболее крупные водопользователи в бассейне р. Дон — объекты атомной и тепловой энергетики межрегионального значения: Нововоро-

Таблица 1. Фактический и прогнозный объем использования воды на хозяйственно-питьевые нужды в субъектах федерации на территории бассейна р. Дон

Субъект Федерации	Объем использования воды на хозяйственно-питьевые нужды, млн м ³					
	всего			в бассейне р. Дон		
	2018 г.	2025 г.	2030 г.	2018 г.	2025 г.	2030 г.
Белгородская область	97.62	89	82	88.8	81	75
Воронежская область	126.36	119	110	126.36	119	110
Курская область	44.03	41	38	1.5	1.4	1.3
Липецкая область	61.1	57	51	60.9	56	51
Орловская область	38.07	33	30	3.8	3.3	3.0
Рязанская область	68.05	61	55	0.2	0.2	0.2
Тамбовская область	58.25	50	46	15.2	13	12
Тульская область	94.23	84	76	15.1	13	12
Республика Калмыкия	6.59	6	5	0.5	0.4	0.4
Краснодарский край	272.99	266	261	2.7	2.7	2.6
Волгоградская область	178.54	158	143	17.9	17	16
Ростовская область	179.67	173	163	167.1	161	151
Ставропольский край	91.18	89	83	39.2	38	36
Пензенская область	50.48	50	44	3.7	3.7	3.2
Саратовская область	131.31	120	107	11.8	11	9.7
Итого бассейн р. Дон	—	—	—	554.8	521	483

нежская и Ростовская АЭС, Новочеркасская и Ставропольская ГРЭС. На Верхнем Дону расположены крупные промышленные комплексы городов Липецка и Воронежа. На Нижнем Дону крупные потребители — промышленные комплексы городов Волгодонска, Новочеркасска, Шахты, Ростова-на-Дону, Азова и др.

Поскольку основная доля воды в промышленности расходуется на охлаждение реакторов атомных и тепловых электростанций, производство электроэнергии оказывает очень большое влияние на изменение объема водопотребления в промышленности. Покажем влияние изменения величин коэффициентов водооборота X_1 и производства электроэнергии X_2 за 1997–2018 гг. на динамику объема использования воды на производственные нужды на примере двух регионов — Воронежской и Тамбовской областей. Связь величины X_1 и объема использования воды на производственные нужды — тесная и выражается следующими уравнениями регрессии:

по Воронежской области: $Y = 23.141X_1 + 2410.7$, $R^2 = 0.814$,

по Тамбовской области: $Y = 4.667X_1 + 442.92$, $R^2 = 0.959$.

Связь объема производства электроэнергии в регионах и объема использования воды на производственные нужды менее тесная, но существен-

ная и выражается следующими уравнениями регрессии:

по Воронежской области: $Y = 14.202X_2 + 489.62$, $R^2 = 0.366$,

по Тамбовской области: $Y = 52.853X_2 - 27.42$, $R^2 = 0.527$.

Такие связи выявлены для всех регионов территории бассейна р. Дон. Далее строились уравнения множественной регрессии зависимости объема использования воды на производственные нужды одновременно от величин X_1 и X_2 за 1997–2018 гг. По некоторым регионам коэффициенты регрессии (в основном при X_2) не удовлетворяли критериям 95%-й значимости. Однако для многих регионов получены достоверные уравнения регрессии:

для Воронежской области: $Y = -30.718X_1 + 8.568X_2 + 2987.26$, $R^2 = 0.860$,

для Ростовской области: $Y = -17.741X_1 + 11.286X_2 + 2132.01$, $R^2 = 0.842$,

для Тульской области: $Y = -32.716X_1 + 16.961X_2 + 3129.74$, $R^2 = 0.829$,

для Курской области: $Y = -52.741X_1 + 3.144X_2 + 5208.82$, $R^2 = 0.927$,

для Саратовской области: $Y = -25.986X_1 - 4.763X_2 + 2918.11$, $R^2 = 0.956$.

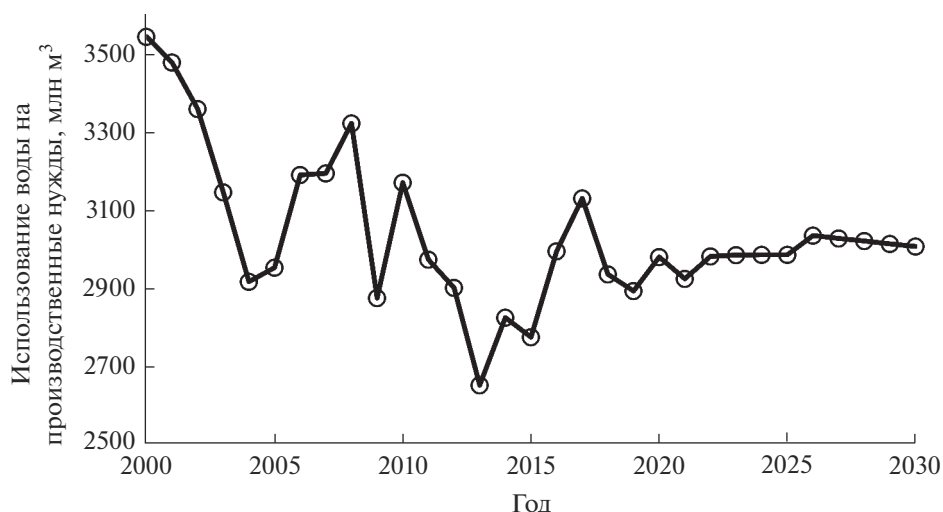


Рис. 2. Фактический и прогнозный объем использования воды на производственные нужды на территории бассейна р. Дон, млн м³.

Для прогноза объема использования воды на производственные нужды в других субъектах федерации использовались линейные уравнения регрессии зависимости объема использования воды на производственные нужды или от X_1 , или от X_2 .

На основе полученных уравнений множественной и линейной регрессии рассчитаны прогнозные оценки использования воды на производственные нужды по субъектам федерации территории бассейна р. Дон. Максимальные приросты объема водопотребления на производственные нужды на территории бассейна р. Дон отмечаются в Воронежской области и Ставропольском крае в результате ввода новых мощностей электроэнергетики и увеличения производства электроэнергии [19, 24]. В то же время в Ростовской области в результате противоположного процесса произойдет сокращение промышленного водопотребления. В целом по бассейну объем водопотребления на производственные нужды увеличится в 2025 г. по сравнению с 2018 г. на 5, а в 2030 г. — на 6% (рис. 2).

В результате медленного роста X_1 (во многих регионах он приближается к максимуму) и незначительного увеличения X_2 в целом по бассейну на фоне его сокращения в некоторых регионах в предстоящей среднесрочной перспективе будет отмечаться незначительный равномерный рост промышленного водопотребления в отличие от его резких колебаний и заметного падения в периоды экономических кризисов.

ПРОГНОЗ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ОРОШЕНИЕ

Для прогнозных оценок водопотребления на орошение определяющее значение имеют достоверные оценки развития площадей орошаемых земель (ОЗ) по отдельным регионам, входящим в бассейн р. Дон, а также сценарии изменения климата. В каждом субъекте федерации с начала 2010-х гг. разрабатывались государственные программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции. Как правило, составной частью таких программ были подпрограммы по развитию мелиорации земель сельскохозяйственного назначения.

Имеющаяся отчетность о наличии площади ОЗ, посылаемая региональными управлениями мелиорации и водного хозяйства в департамент мелиорации Министерства сельского хозяйства (МСХ) РФ, весьма недостоверна. В [15] отмечено, что с 2006 по 2016 г. площадь мелиорированных земель (орошаемых и осушаемых) сократилась на 40% (что существенно выше данных, показываемых МСХ РФ), а с фактически действующими мелиоративными системами — сократилась на 18%. В 2016 г. доля земель с фактически действующими мелиоративными системами в площади фактически используемых сельскохозяйственных угодий составляла всего 1.3%.

Наиболее достоверные данные по площади мелиорированных земель, на взгляд авторов, содержат материалы Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. Подготовка к переписи длится обычно несколько лет, ее проводят высококвалифицированные кадры. Информация по мелиорированным землям представлена по каждому муниципальному району, отдельно по ОЗ и

осушаемым землям, а также по категориям товаропроизводителей — сельхозорганизаций, крестьянских (фермерских) хозяйств, индивидуальных предпринимателей.

Если по данным Департамента мелиорации, основанным на отчетах управлений мелиорации водного хозяйства субъектов федерации и публикуемых в Государственных (национальных) докладах о состоянии и использовании земель в Российской Федерации, в 2016 г. в России имелось 4670.6 тыс. га ОЗ, то по итогам Всероссийской сельскохозяйственной переписи, площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий составляла 1816.5 тыс. га, из них с фактически действующей оросительной системой 1003.0 тыс. га [12]. Расчет площади фактических ОЗ в бассейне р. Дон был основан на итогах сельскохозяйственной переписи 2016 г. по 15 субъектам федерации. Данные по площади ОЗ за более ранние годы определялись как разность между площадью в 2016 г. и площадью введенных в эксплуатацию ОЗ в результате нового строительства и реконструкции ОЗ за соответствующие периоды, взятые из статистических сборников по агропромышленному комплексу [1, 2]. Данные по приросту ОЗ после 2016 г. брались из сборников по АПК [3, 4].

Ниже для примера приведена информация о современном состоянии и развитии орошаемого земледелия в будущем по двум субъектам федерации на территории бассейна Дона, хотя она была собрана и обработана по всем 15 субъектам федерации.

По данным сельскохозяйственной переписи 2016 г., в Липецкой области находилось 8438 га ОЗ, из них с фактически действующей оросительной системой — 8387 га [11]. По отчетам “Липецкмелиоводхоза”, в 2007–2018 гг. ежегодно фактически поливалось 10.7 тыс. га земель, что превышает площадь наличных ОЗ по данным переписи. В 2010–2017 гг. ежегодно вводили в эксплуатацию 0.2–1.3 тыс. га ОЗ, а в 2018 г. ввели 5.3 тыс. га, но площадь наличных ОЗ в области, по отчетности “Липецкмелиоводхоза”, по-прежнему оставалась неизменной. Согласно подпрограмме “Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Липецкой области на 2018–2024 годы”, в области намечается ввести в эксплуатацию за 2020–2024 гг. суммарно 3824 га ОЗ [16].

По данным сельскохозяйственной переписи 2016 г., в Ростовской области находилось 145316 га ОЗ, из них с фактически действующей оросительной системой — 76992 га [13]. По отчетам “Ростовмелиоводхоза”, в последние годы фактически поливалось 57–77 тыс. га земель. В 2014–2018 гг. ежегодно вводилось в эксплуатацию 3.2–6.1 тыс. га ОЗ. Всего за этот период введено 26.1 тыс.

га орошаемых сельскохозяйственных угодий. Согласно подпрограмме “Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения”, в 2020–2030 гг. в области намечается ввести 36 тыс. га ОЗ [17].

При отсутствии программ развития орошения до 2030 г. (в большинстве регионов) при обосновании прогнозных площадей орошения авторы исходили из темпов развития мелиорации, характерных для программ развития до 2024–2025 гг. По оценкам авторов, площадь ОЗ на территории бассейна Дона к 2030 г. увеличится на 72% и составит 332 тыс. га (табл. 2).

По прогнозам климатологов, в XXI в. в ЕЧР ожидается увеличение расходной части водного баланса. Диапазон ожидаемого роста дефицита испарения может возрасти к 2030–2039 гг. для регионов территории бассейна Дона от 40–60 мм для среднего и влажного сценариев до 100 мм для сухого сценария [8].

На изменение величины удельного водопотребления будут оказывать влияние две противоположные тенденции. С одной стороны, в результате роста засушливости климата и дефицита испарения частота поливов и оросительная норма должны увеличиваться. С другой стороны, в производстве все шире применяются водосберегающие и экологически безопасные технологии орошения. За период с 1999 по 2018 г. площадь капельного орошения, позволяющего резко снизить потребление воды, выросла в России с 0.9 до 83.4 тыс. га. Такие же темпы развития капельного орошения характерны и для бассейна Дона. Многочисленными опытами, проводимыми в РФ более 20 лет, доказано, что на посевах риса аэробных сортов, поливаемого капельным способом, возможно получить высокую урожайность при экономии оросительной воды до 5 раз по сравнению с постоянным поддержанием слоя воды на поле. Увеличивается площадь, поливаемая современными экономичными дождевальными машинами. По оценкам авторов статьи, в итоге к 2030 г. удельное водопотребление на 1 га может вырасти на 10–15%, что и было заложено в расчеты величины водопотребления.

Исходя из прогнозных площадей орошения и удельных норм водопотребления, характерных для каждого региона в связи с особенностями структуры посевных площадей на орошении, рассчитаны объемы водопотребления на орошение сельскохозяйственных земель для каждого субъекта федерации. В целом для бассейна р. Дон объем водопотребления для этих целей увеличится с 843 млн м³ в 2018 г. до 1184 млн м³ в 2025 г. и 1368 млн м³ в 2030 г. (рис. 3).

Таблица 2. Фактическая и прогнозная площадь орошаемых земель с учетом ежегодного ввода в эксплуатацию земель в результате строительства, реконструкции и технического перевооружения оросительных систем в субъектах федерации на территории бассейна р. Дон, тыс. га

Субъект Федерации	Площадь орошаемых земель, тыс. га					
	всего			в бассейне р. Дон		
	2018 г.	2025 г.	2030 г.	2018 г.	2025 г.	2030 г.
Белгородская область	10.4	18.4	23.4	7.3	12.9	16.4
Воронежская область	24.2	38.0	48.0	24.2	38.0	48.0
Курская область	3.4	5.8	8.3	0.3	0.6	0.8
Липецкая область	14.3	21.7	24.7	14.3	21.7	24.7
Орловская область	1.5	4.0	5.7	0.4	1.2	1.7
Тамбовская область	9.5	13.5	15.5	2.8	6.0	6.9
Тульская область	4.3	5.5	6.5	0	0.1	0.1
Республика Калмыкия	42.7	78.1	105.6	3.6	6.6	9.0
Волгоградская область	89.5	147.7	187.7	19.7	32.5	41.3
Ростовская область	97.1	119.2	139.2	92.3	113.2	132.2
Ставропольский край	85.0	127.8	155.3	23.4	35.2	42.7
Пензенская область	7.6	15.0	20.0	0.1	1.1	1.4
Саратовская область	111.0	150.9	173.5	4.4	6.0	6.9
Итого бассейн р. Дон	—	—	—	192.8	275.1	332.1

В условиях нарастающего дефицита водных ресурсов необходимо проводить опытные работы по привлечению сточных вод ЖКХ, животноводческих комплексов, а также коллекторно-дренажных вод для орошения различных видов сельскохозяйственных культур, в первую очередь технических. Данные меры широко используются в сельском хозяйстве зарубежных стран и должны применяться в России при наступлении маловодных и засушливых периодов.

ПРОГНОЗ ОБЪЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ НА ВСЕ НУЖДЫ И ПОЛНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ (ВОДОЗАБОРА)

Расходы воды в трех вышеописанных секторах народного хозяйства составляют, как правило, 75–95% суммарного водопотребления на все нужды для отдельных регионов. Рассмотрим кратко особенности водопотребления на другие значимые нужды.

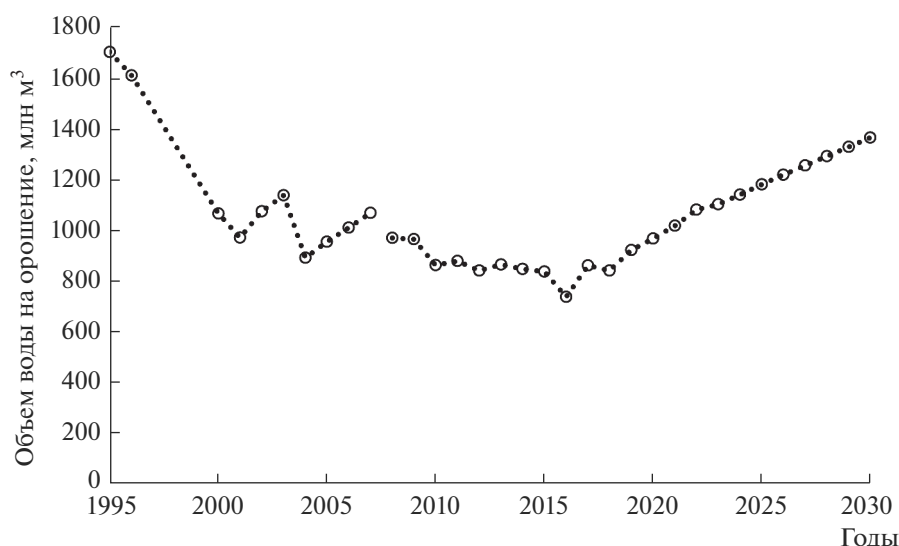


Рис. 3. Фактический и прогнозный объем использования воды на орошение на территории бассейна р. Дон.

Таблица 3. Фактические и прогнозные объемы изъятия воды из водных источников (водозабора) по регионам территории бассейна Дона

Субъект федерации	Объем изъятия воды из водных источников, млн м ³					
	всего			в бассейне р. Дон		
	2018 г.	2025 г.	2030 г.	2018 г.	2025 г.	2030 г.
Белгородская обл.	321.5	339	335	295	302	298
Воронежская обл.	405.5	555	537	406	555	537
Курская обл.	225.2	219	188	7.1	6,8	5.8
Липецкая обл.	193.0	184	175	199	189	180
Орловская обл.	82.4	77	71	16	16	15
Рязанская обл.	173.1	167	159	0.3	0.3	0.4
Тамбовская обл.	110.2	111	107	33	35	34
Тульская обл.	293.6	316	290	39	40	36
Республика Калмыкия	380.3	603	848	16	24	34
Краснодарский край	6290.0	7669	8644	6.3	6.2	6.0
Ставропольский	2179.1	2017	2131	37	36	37
Волгоградская обл.	966.8	1228	1343	99	169	201
Ростовская обл.	3558.4	3616	3788	3459	3531	3599
Пензенская обл.	203.2	238	232	5.7	7.0	6.7
Саратовская обл.	852.3	1185	1264	43	48	48
Итого бассейн р. Дон	—	—	—	4661	4965	5038

В связи с резким уменьшением поголовья скота в 1990-х — начале 2000-х гг. существенно снизилось водопользование на нужды сельскохозяйственного водоснабжения. Если раньше в регионах Черноземья его доля превышала 10% в суммарном водопотреблении, то сейчас она составляет 2–3%. Лишь в самое последнее время в связи с возрождением животноводства стала существенно расти эта статья водопотребления в Белгородской, Тамбовской областях и Ставропольском крае. Так как в ближайшем будущем намечается существенное развитие животноводства, в том числе мясного направления для экспортной реализации этой продукции, следует ожидать заметного роста объемов сельскохозяйственного водоснабжения в регионах с аграрной специализацией.

Значительные расходы воды на нужды прудового рыбного хозяйства отмечаются в Волгоградской, Ростовской областях, Ставропольском и Краснодарском краях (60–120 млн м³). По-видимому, в среднесрочной перспективе резкого изменения объема водопотребления на эти нужды не предвидится.

Расходы воды на поддержание горизонтов в каналах, включая замочку каналов, за последние 10 лет существенно выросли, и в 2016–2018 гг. в Ростовской области они составили ~100 млн м³, а в Ставропольском крае приблизились к 300 млн м³.

Эти обстоятельства учтены при прогнозировании водопотребления на период 2025–2030 гг. Расходы воды на все остальные нужды, кроме вышеперечисленных, в большинстве субъектов федерации невелики и суммарно в общей структуре водопотребления составляют максимум 4–7% (кроме Ставропольского края и Калмыкии).

С учетом всех вышеперечисленных обстоятельств рассчитаны прогнозные объемы использования воды на все нужды. Суммарный объем использования воды на все нужды на территории бассейна р. Дон к 2030 г. вырастет по сравнению с 2018 г. незначительно — на 13%. Для расчета объемов полного водопотребления (водозабора) на среднесрочную перспективу использовано отношение объема использования воды на все нужды к объему водозабора в последние годы, специфические для каждого субъекта федерации и в то же время довольно устойчивые во времени из-за существенной консервативности структуры водопотребления. В результате получены прогнозные объемы водозабора по регионам бассейна р. Дон (табл. 3).

По оценкам авторов статьи, объем водозабора на территории бассейна р. Дон в среднесрочной перспективе к 2030 г. вырастет незначительно — на ~8%. Максимальные приросты водозабора в бассейне будут отмечаться в Воронежской области в связи с развитием энергетики и в Волгоградской области в связи с развитием орошения.

ВЫВОДЫ

Прогнозы водопотребления, разработанные в конце XX – начале XXI в., разработаны без учета реальной экономической ситуации в России и исходя из привлечения огромных средств в водное хозяйство. Это приводило к завышенным прогнозным оценкам, особенно в сельском хозяйстве.

Выполненный прогноз потребности в воде имеет ориентировочный характер, исходит из принятых климатических сценариев, утвержденных программ социально-экономического и демографического развития и допущения, что экономических кризисов и природных катаклизмов в этот короткий период не произойдет.

Согласно демографическим прогнозам, численность населения на территории бассейна р. Дон по среднему варианту развития снизится по сравнению с 2018 г. на 0.27 млн к 2025 г. и на 0.49 млн к 2030 г. Будет продолжаться снижаться и водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды в расчете на 1 человека.

Объем потребления свежей воды на производственные нужды зависит в первую очередь от динамики коэффициента водооборота и спроса на электроэнергию. По прогнозам этих показателей, водопотребление на эти нужды в бассейне Дона к 2030 г. немного вырастет.

Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2016 года выявила реальные площади орошаемых земель в 15 субъектах федерации на территории бассейна. Согласно региональным программам по развитию мелиорации земель, площадь орошаемых земель вырастет к 2030 г. на 140 тыс. га, а объем водопотребления на орошение с учетом климатических сценариев – на ~60%.

В целом по бассейну объем полного водопотребления к 2030 г., по оценкам авторов, увеличится на ~8%. Рост не очень значительный, но в случае сохранения тенденции снижения стока антропогенное воздействие на водные ресурсы в бассейне р. Дон станет критическим и потребуются привлечение внешних источников водообеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агропромышленный комплекс России в 2010 году. М.: МСХ РФ, 2011. 554 с.
2. Агропромышленный комплекс России в 2013 году. М.: МСХ РФ, 2014. 668 с.
3. Агропромышленный комплекс России в 2016 году. М.: МСХ РФ, 2017. 721 с.
4. Агропромышленный комплекс России в 2018 году. М.: МСХ РФ, 2019. 555 с.
5. Березнер А.С. Прогноз развития водопотребления орошаемого земледелия СССР в отдаленной

перспективе // Изв. РАН. Сер. геогр. 1982. № 1. С. 44–52.

6. Воропаев Г.В., Благоверов Б.Г., Исмаилов Г.Х. Экономико-географические аспекты формирования территориальных единиц в водном хозяйстве страны. М.: Наука, 1986. 240 с.
7. Демин А.П. Водообеспечение населения и объектов экономики в бассейне реки Дон: современное состояние и проблемы // Вод. ресурсы. 2020. Т. 47. № 6. С. 767–778.
8. Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации (в области компетенции Росгидромета). СПб.; Саратов: Амирит, 2020. 120 с.
9. Жилищное хозяйство и бытовое обслуживание населения в России: 2010. Стат. сб. М.: Росстат, 2010. 326 с.
10. Жилищное хозяйство и бытовое обслуживание населения в России: 2013. Стат. сб. М.: Росстат, 2013. 286 с.
11. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года. Т. 3. Земельные ресурсы и их использование. Липецк: Липецкстат, 2018. 93 с. [Электронный ресурс]. <https://lipstat.gks.ru/folder/41912> (дата обращения: 12.11.2020)
12. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года. Т. 3. Земельные ресурсы и их использование. М.: Статистика России, 2018. 307 с. [Электронный ресурс]. https://www.gks.ru/storage/mediabank/VSP_2016_T_3_web.pdf (дата обращения: 12.11.2020)
13. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года. Т. 3. Земельные ресурсы и их использование. Ростов-на-Дону: Территориальный орган Федер. службы гос. статистики по Ростовской области, 2018. 267 с. [Электронный ресурс]. https://rostov.gks.ru/storage/mediabank/%D0%92%D0%A1%D0%A5%D0%9F-2016_%D0%A2%D0%BE%D0%BC_3.pdf (дата обращения: 12.11.2020)
14. Паспорт федерального проекта “Чистая вода”. [Электронный ресурс]. <https://www.minstroyrf.ru/docs/17692/> (дата обращения: 10.11.2020)
15. Петриков А.В. Использование инновационных технологий различными категориями хозяйств и совершенствование научно-технологической политики в сельском хозяйстве // АПК: экономика, управление. 2018. № 9. С. 4–11.
16. Постановление администрации Липецкой области от 28.10.2013 г. № 485 “Об утверждении государственной программы Липецкой области “Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции”. Ред. 26.11.2019. [Электронный ресурс]. <http://ush48.ru/support/programs/> (дата обращения: 12.11.2020)
17. Постановление правительства Ростовской области от 17 октября 2018 года № 652 “Об утверждении государственной программы Ростовской области “Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Ростовской области” (с изменениями на 29 ноября 2019 г.). [Электронный ре-

- сурс]. <http://docs.cntd.ru/document/550217748> (дата обращения: 12.11.2020)
18. Предположительная численность населения Российской Федерации до 2035 года (статистический бюл.). М.: Росстат, 2018. [Электронный ресурс]. http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140095525812 (дата обращения: 10.11.2020)
 19. Приказ Минэнерго России от 28.02.2019 № 174 “Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на 2019–2025 годы”. [Электронный ресурс]. <https://minenergo.gov.ru/node/14828> (дата обращения: 11.11.2020)
 20. Приложение к статистическому сборнику “Жилищное хозяйство в России. 2016” (Информация в разрезе субъектов Российской Федерации). [Электронный ресурс]. <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13234> (дата обращения: 10.11.2020)
 21. Приложение к статистическому сборнику “Жилищное хозяйство в России. 2019” (Информация в разрезе субъектов Российской Федерации). [Электронный ресурс]. <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13234> (дата обращения: 10.11.2020)
 22. Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России / Под ред. В.Н. Щедрина. М.: Мелиоводинформ, 2009. 342 с.
 23. Проект стратегии развития жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2035 г. [Электронный ресурс]. <https://www.minstroyrf.ru/docs/55897/> (дата обращения: 10.11.2020.)
 24. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2017 г. № 1209-р “Об утверждении Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики до 2035 года”. [Электронный ресурс]. <http://government.ru/docs/28131/> (дата обращения: 11.11.2020)
 25. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р “Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года”. [Электронный ресурс]. <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 11.11.2020)
 26. Родзиллер И.Д., Воронова О.М. Многовариантный нормативный прогноз развития водного хозяйства отрасли промышленности // Вод. ресурсы. 1982. № 4. С. 99–108.
 27. Шикломанов И.А., Балонишников Ж.А., Цыценко К.В. Оценка перспективного водопотребления // Водные ресурсы России и их использование. СПб.: ГГИ, 2008. С. 473–484.
 28. Burek P., Satoh Y., Fischer G. et al. Water Futures and Solution – Fast Track Initiative (Final Rep.). IIASA Working Paper. Laxenburg, Austria: IIASA, 2016. [Электронный ресурс]. <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/13008/> (дата обращения: 04.11.2020)
 29. Greve. P., Kahil. T., Mochizuki. J. et al. Global assessment of water challenges under uncertainty in water scarcity projections // Nature Sustainability. 2018. № 1. Р. 486–494. [Электронный ресурс]. 10.1038/s41893-018-0134-9 (дата обращения: 04.11.2020)
 30. Karamaziotis. P.I., Raptis. A., Nikolopoulos. K. et al. An empirical investigation of water consumption forecasting methods // Int. J. Forecasting. 2020. V. 36. Iss. 2. Р. 588–606. [Электронный ресурс]. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.07.009> (дата обращения: 04.11.2020)
 31. Water Demand Management / Ed. D. Butler, F. Memon. London: IWA Publ., 2006. 384 p.