

7. Bekhovykh Yu. V. Osobennosti teploakkumulyatsii i teploobmena v dernovo-podzolistykh pochvakh na garyakh sukhostepnoy zony Altayskogo kraya / Yu. V. Bekhovykh, S. V. Makarychev, I. T. Trofimov, A. G. Bolotov // V sbornike: Antropogennoye vozdeystviye na lesnyye ekosistemy. Materialy II mezhd. konf. Altayskiy GAU. Altayskiy GU. Komitet prirodnykh resursov po Altayskomu kraju. 2002. - S. 142-145.
8. Bolotov A.G. Gidrofizicheskoye sostoyaniye pochv yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri: diss. ... doktora biol. nauk. M. MGU imeni M. V. Lomonosova. 2017. – 351 s.
9. Shein E.V. Opredeleniye profilnogo raspredeleniya temperatury pochvy na osnovanii temperatury eye poverkhnosti / E. V. Shein, A. G. Bolotov, M. A. Mazirov, A. I. Martynov // Zemledeliye. – 2018. – №7. – S. 26-29.
10. Zaydelman F. R. Melioratsiya pochv. – M.: Izd-vo MGU. – 304 s.

Данные об авторе:

Макарычев Сергей Владимирович, профессор кафедры геодезии, физики и инженерных сооружений, д.б.н., профессор

Makarychev1949@mail.ru

ВГБОУ ВО Алтайский государственный аграрный университет
Пр. Красноармейский, 98, 656049, г. Барнаул, РФ

Data about the author:

Makarychev Sergei Vladimirovich

Professor of the Department of Geodesy, Physics and Engineering Structures, Doctor of Biological Sciences, Professor

Makarychev1949@mail.ru

Altai State Agrarian University
Krasnoarmeysky, 98., 656049, Barnaul, Russia

Рецензент: Платонова С.Г., старший научный сотрудник институт водных и экологических проблем СО РАН

DOI: 10.26897/2618-8732-2021-23-44-52

УДК 628.17

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕЖЕЙ ВОДЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ

Заговорина Е.А.

Промышленность является одной из крупнейших водопотребителей. Этим обосновывается необходимость пересмотра норм водопотребления промышленностью в различных ее отраслях при условии модернизации предприятий.

Решить проблему дефицита и плохого качества воды возможно при экономии, восстановлении и приумножении водных ресурсов в качественном и количественном отношениях. Проверить, насколько эти меры могут быть действенными, возможно при помощи методов математического моделирования.

Проведено исследование на основании официальных данных Службы государственной статистики Российской Федерации за период с 1993 по 2019 годы. Выполнен анализ динамики показателя использования свежей воды на производственные нужды, проверена пригодность данных для построения модели. Построено факторное поле и проведена проверка его качества по отдельным критериям. Проверена цикличность и построена спектральная модель показателя использования свежей воды на производственные нужды. Предложен комплекс мер, направленных на сокращение промышленного водопотребления и рациональное использование водных ресурсов. На законодательном уровне рассмотрена возможность установления дифференцированной оплаты за потребление водных ресурсов промышленными предприятиями.

Ключевые слова: водопотребление, экономия воды, рациональное использование, ресурсосбережение, промышленные предприятия.

ANALYSIS OF THE USE OF FRESH WATER FOR PRODUCTION NEEDS

Zagovorina E.A.

Industry is one of the largest water consumers. This justifies the need to revise the norms of water consumption by industry in its various sectors, subject to the modernization of enterprises.

It is possible to solve the problem of scarcity and poor water quality by saving, restoring and multiplying water resources in qualitative and quantitative terms. It is possible to check how effective these measures can be with the help of mathematical modeling methods.

The study was conducted on the basis of official data of the State Statistics Service of the Russian Federation for the period from 1993 to 2019. The analysis of the dynamics of the indicator of the use of fresh water for production needs is carried out, the suitability of the data for the construction of the model is verified. A factor field was constructed and its quality was checked according to separate criteria.

The cyclicity was checked and a spectral model of the indicator of the use of fresh water for production needs was constructed. A set of measures aimed at reducing industrial water consumption and rational use of water resources is proposed. At the legislative level, the possibility of establishing differentiated payments for the consumption of water resources by industrial enterprises has been considered.

Keywords: water consumption, water saving, rational use, resource conservation, industrial enterprises

Введение. Жизнь и хозяйственная деятельность человека тесно связана с использованием водных ресурсов.

Повышение уровня благоустройства городов и населенных пунктов, прирост населения, развитие сельскохозяйственного производства обуславливают дефицит и резкое ухудшение качества водных ресурсов в большинстве регионов России.

Без воды невозможно развитие промышленности и энергетики. Производственное водоснабжение, пожалуй, главная составная часть всей системы водного хозяйства. Под использованием свежей воды на производственные нужды понимается объем водопотребления для технических (технологических) целей, в том числе и объем свежей воды, поступающей на подпитку систем оборотного водоснабжения. На долю охлаждающих систем ряда промышленных предприятий приходится до 70-75% всего объема воды, использованного на производстве [4].

Наиболее крупными потребителями воды являются сталеплавильные заводы, тепловые электростанции и целлюлозно-бумажные комбинаты. Например, обычная электростанция мощностью 700 МВт потребляет для охлаждения конденсаторов 300 м³/с воды при нагревании ее на 7°С. Для производства одной тонны бумаги требуется 50-300 м³ воды, что соответствует расходу воды 10000 м³/с на одну машину, вырабатывающую 1000 т/сут газетной бумаги [4].

При современном развитии промышленности и энергетики производство должно быть максимально экономичным, энергоэффективным и рациональным. Предприятиям следует акцентировать внимание на использовании ресурсосберегающих технологий [5].

Актуальность темы исследования. Проблема рационального использования водных ресурсов в Российской Федерации была и остается актуальной, поскольку различные отрасли народного хозяйства и промышленности оказывают сильное влияние на количество водных ресурсов и их состояние.

Результаты исследований различных авторов показали, что крупнейшими потребителями воды являются сталеплавильные и целлюлозно-бумажные производства, а также тепловые электростанции. Помимо основных производственных мощностей, потребителями воды являются вспомогательные подразделения конкретного предприятия, такие как вспомогательные, строительные и подсобные производства, цеха автоматизации, системы кондиционирования и охлаждения, противопожарные подразделения предприятия и прочее [4].

По мнению авторов, в некоторых регионах довольно остро стоит проблема потерь воды при транспортировке, что находит свое отражение в повышении показателей водоемкости промышленных производств [9].

Необходимо прогнозировать потребление воды, а также исследовать возможные способы управления различными факторами, влияющими на истощение водных ресурсов, что соответствует точке зрения авторов [6]. Таким образом, отслеживание динамики использования свежей воды на производственные нужды является важной задачей, так как позволяет своевременно принимать меры по регулированию водопотребления.

Материалы и методы исследования. Для анализа динамики показателя были использованы методы математического моделирования, описательная статистика, регрессионный анализ. Матема-

тическое моделирование успешно применяется в медицине, например, при моделировании генетической изменчивости инфекций, оценке влияния различных препаратов на состав вирусных популяций [8]; в экологии при моделировании явлений и процессов, происходящих между организмами и окружающей их природной средой, для изучения поведения экосистем при изменении различных факторов [10]. Также математическое моделирование получило широкое распространение в области сельского хозяйства, например, моделирование погодных условий для территории землепользования; создание модели сортотипа сельскохозяйственных культур, наиболее адаптированных к установленным параметрам модели природных факторов [11].

Материалами для исследования послужили данные официального сайта Службы Государственной статистики РФ по использованию свежей воды на производственные нужды за 1993-2019 годы [13]. В таблице 1 показаны результаты исследования использования свежей воды на производственные нужды.

Таблица 1.

Использование свежей воды в РФ на производственные нужды, млрд. м³

1993	46,0
1994	40,8
1995	39,7
1996	38,9
1997	38,4
1998	37,0
1999	39,1
2000	38,8
2001	39,2
2002	38,2
2003	37,6
2004	36,3
2005	36,5
2006	37,3
2007	38,0
2008	39,1
2009	34,9
2010	36,4
2011	35,9
2012	33,9
2013	31,5
2014	32,4
2015	31,4
2016	31,0
2017	30,0
2018	29,3
2019	26,6

Из таблицы 1 видно, что за исследуемый период использование свежей воды на производственные нужды сократилось в 1,7 раза. Возможными причинами снижения могли быть установка счетчиков на воду, введение в работу систем оборотного водоснабжения.

Построена гистограмма для анализа динамики исследуемого показателя (Рисунок 1).

Снижение показателя происходит неравномерно, прослеживаются слабые колебания с 1993 по 2001, с 2001 по 2008. Возможно построение 2-х типов моделей: линейной или циклической. За период наблюдений показатель имел максимальный ежегодный прирост до 6%, либо предельное ежегодное снижение до 11%. Для ряда наблюдений характерны незначительные ежегодные изменения.

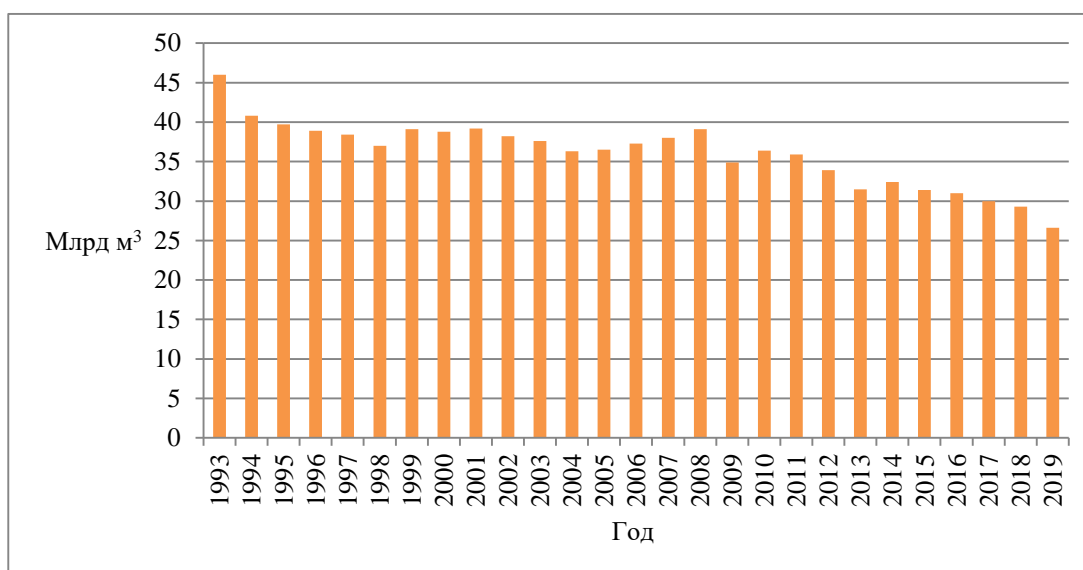


Рисунок 1. Ряд динамики объема использования свежей воды в РФ на производственные нужды

Проверена пригодность данных для моделирования методами описательной и аналитической статистики. Результаты описательной статистики приведены в Таблице 2.

Таблица 2.

Описательная статистика данных наблюдений

Среднее	36,08148148
Стандартная ошибка	0,806721003
Медиана	37
Мода	39,1
Стандартное отклонение	4,191845292
Дисперсия выборки	17,57156695
Экссесс	0,411234418
Асимметричность	-0,276236801
Интервал	19,4
Минимум	26,6
Максимум	46
Сумма	974,2
Счет	27

Описание математического ряда проводилось при помощи линейной регрессии. Надежный прогноз возможен только в том случае, когда выборочные значения прогнозируемого показателя имеют нормальное распределение [12]. Необходимо выполнение следующих условий: среднее, мода и медиана примерно равны между собой; асимметрия должна лежать в интервале $[-0,25; 0,25]$ – условие не выполнено; эксцесс может быть округлен до 0.

Для более точной проверки применен критерий, рекомендованный ГОСТ Р 50.1.037-2002 [2].

Согласно рекомендациям стандарта для проверки сложной гипотезы о виде распределения исходных данных используется критерий Крамера-Мизеса-Смирнова. Данный критерий сравнивает отклонения интегральной кривой нормального распределения с параметрами «Среднее» и «Стандартное отклонение» с выборочным распределением, полученным по полурангам. Кривые изображены на Рисунке 2.

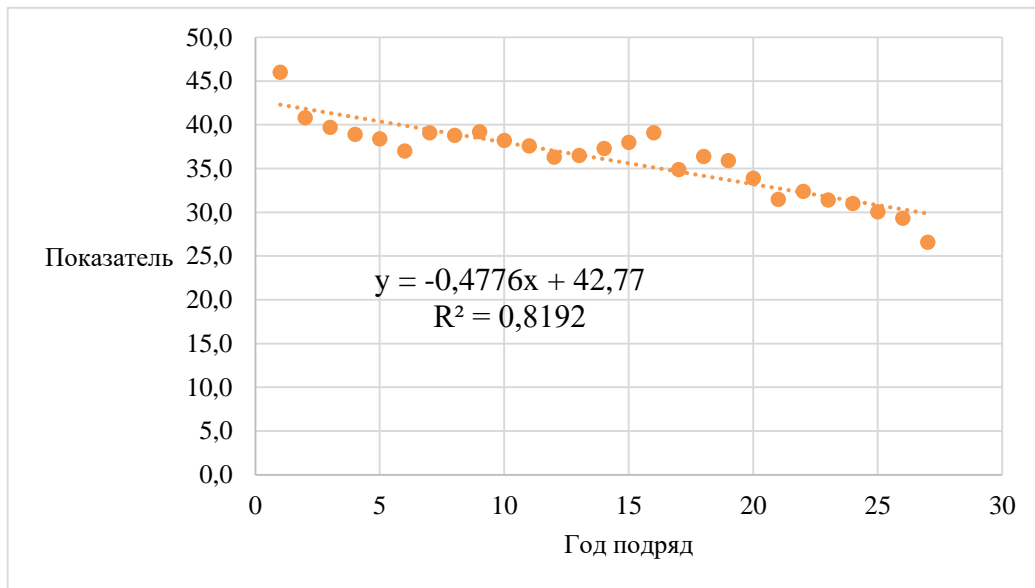


Рисунок 2. Интегральная и выборочная кривые распределения

Вероятность того, что выборочное распределение не противоречит нормальному распределению на основании расчетов равна $p=4\%$. На уровне значимости $\alpha=5\%$ нулевая гипотеза была отклонена, т.к. $p < \alpha$.

Оценка дальнейшего использования свежей воды на производственные нужды проводится при помощи построения прогноза изменения динамики этого показателя по годам. Построение модели начинается с построения факторного поля (Рисунок 3).

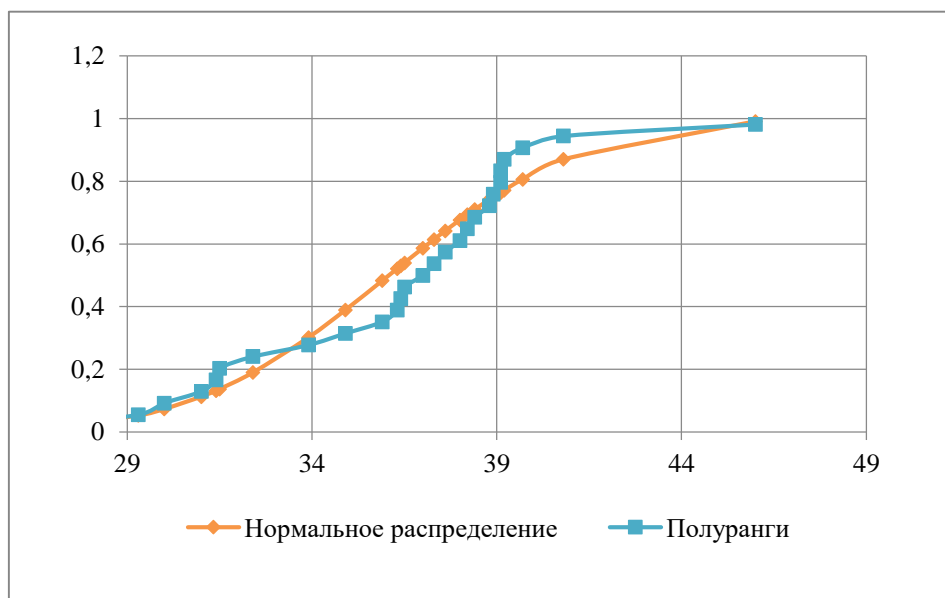


Рисунок 3. Факторное поле

По диаграмме (Рисунок 3) видно снижение показателя использования воды на производственные нужды от года к году на 0,4776 единиц в год.

Оценка качества полученной модели проведена при помощи регрессионного анализа. Качественная модель должна отвечать следующим требованиям:

1. Коэффициент детерминации $R^2 > 0,33$. В данном случае $R^2 = 0,82 > 0,33$. Это означает, что в 82% случаев изменения показателя связаны с ростом года.

2. Критерий Фишера (Значимость F) показывает, насколько хорошо данная модель объясняет общее рассеяние (дисперсию) зависимой переменной. Критерий Фишера должен быть меньше 0,05, что означает адекватность модели по этому критерию. В данном случае $0,00 < 0,05$.

3. Критерий Стьюдента показывает, хватило ли данных для того, чтобы построить модель. Данный критерий для Y-пересечения и «Года подряд» должен быть меньше 0,05. В данном случае оба значения равны 0,00, соответственно, меньше 0,05. Это означает, что построенная модель адекватна и по критерию Стьюдента.

4. Цикличность модели определяется критерием Дарбина – Уотсона (DW - критерий). Полученное значение $DW = 0,84$ должно находиться в интервале критерильных значений 1,089 ... 1,233. Поскольку полученное значение не входит в данный интервал, возможна цикличность изменения анализируемого показателя.

Для вычисления достоверных колебаний вычислены коэффициенты корреляции (Таблица 3).

Таблица 3.

Значения коэффициентов корреляции

L	r(L)
1	0,91
2	0,85
3	0,80
4	0,77
5	0,69
6	0,76
7	0,70
8	0,65

Согласно таблицы 3, были обнаружены статистически достоверные колебания, период колебаний составляет 5 лет.

Следовательно, краткосрочный прогноз показателя использования свежей воды на производственные нужды не может быть построен по линейному уравнению. Построена спектральная модель данного показателя (Рисунок 4).

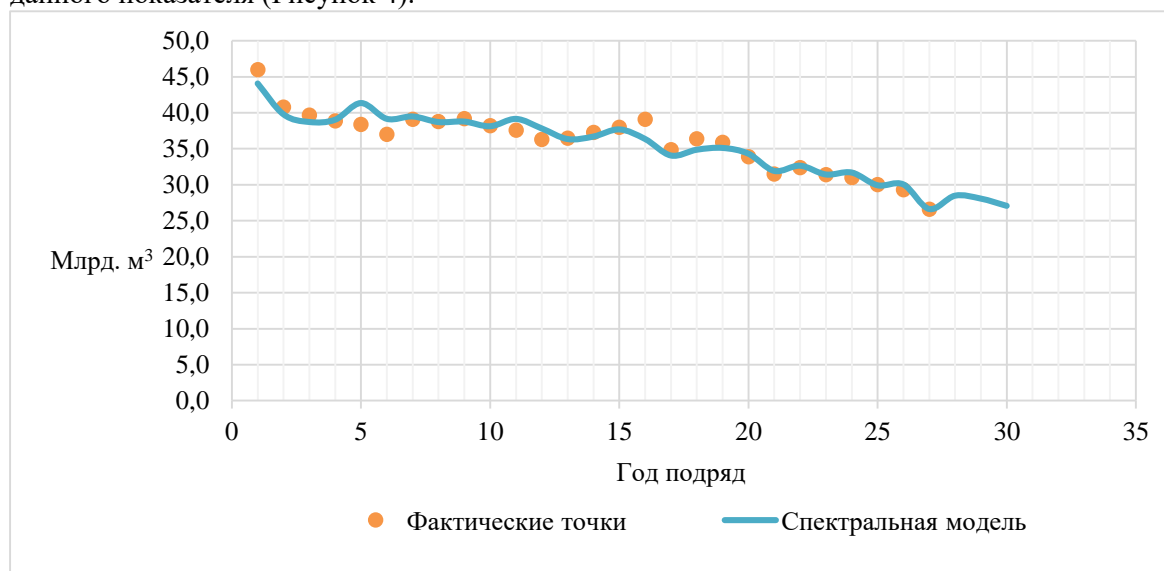


Рисунок 4. Спектральная модель показателя использования свежей воды на производственные нужды

По графику видно периодическое снижение и повышение показателя использования свежей воды на производственные нужды. Повышение показателя может быть связано с износом оборудования на промышленных предприятиях, повышением спроса на продукцию; снижение – модернизацией

предприятий, внедрением новых технологий. Однако очевидна общая тенденция к снижению показателя водопотребления.

На основе спектральной модели сделан краткосрочный прогноз на 2021 и 2022 годы. Согласно данному прогнозу, показатель составит 28,09 млрд м³ и 27,08 млрд м³ соответственно.

Для стабилизации показателя использования свежей воды на производственные нужды, а в дальнейшем его равномерного снижения, следует проводить комплексные меры по рациональному использованию водных ресурсов.

Повышение рациональности водопользования может быть достигнуто путем снижения потерь воды при транспортировке, сокращением удельного потребления воды в технологических процессах.

Сокращение потерь воды в водопроводящих элементах промышленных и водохозяйственных систем также способствует экономичному использованию водных ресурсов. Для этого необходимо модернизировать системы водоподачи, внедрять современные водосберегающие технологии и оборудование.

Предприятиям, проводящим модернизацию, было бы целесообразно оценить возможность модернизации систем охлаждения на производстве. При замене прямоточных систем водяного охлаждения с холодоносителем на системы оборотной охлаждающей воды в металлургической, нефтяной промышленности могут привести к значительной экономии водных ресурсов (до 90%). Также предприятия должны провести работу по выявлению неэкономных потоков воды, необходимо установить иерархию водопотребителей на промышленном предприятии в зависимости от их требований к качеству и объемам воды. Такой подход в распределении водных ресурсов на предприятии носит название «каскадного». «Каскадный» подход позволит наладить повторное использование воды на предприятии и существенно сократит количество сбросов промышленной воды в водные объекты [5].

Удельное потребление воды при технологических процессах может быть достигнуто с использованием систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения [1].

К воде систем оборотного водоснабжения предъявляются определенные требования по качеству. Они зависят от технологического оборудования основного производства и в каждом конкретном случае различны. Поэтому, здесь нельзя не отметить роль очистных сооружений в снижении антропогенной нагрузки на окружающую среду. Общим требованием является очистка промышленной воды от взвешенных частиц различных веществ. Физико-химическая, механическая очистка может обеспечивать значительный процент возврата использованной воды на производство и значительно экономить чистую.

Также снизить водопотребление в промышленном секторе позволят:

- сокращение количества промышленных предприятий, объединение малых предприятий;
- повышение цен на воду;
- внедрение систем контроля и учета воды.

Повышение цен и установка средств контроля и учета воды заставят предприятия более тщательно следить за ее рациональным использованием. Целесообразно установить повышенную плату за изъятие водных ресурсов сверх установленных норм водопотребления и ввести льготные ставки платы предприятиям, изымающим воду для работы систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения [1].

Сокращение количества промышленных предприятий и присоединение небольших и малоэффективных предприятий к крупным в целом поможет снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду, поскольку от деятельности промышленности страдают не только водные ресурсы, но и атмосфера, почвы, население, животный и растительный мир.

Заключение. Проведен анализ использования свежей воды на производственные нужды за 27 лет, в результате которого было выявлено сокращение использования воды в 1,7 раза.

Также были проведены анализ динамики показателя и статистическая обработка данных. В результате их проведения проверена пригодность данных для построения модели и оценена возможность построения двух типов моделей: линейной и циклической.

При построении линейной модели для оценки изменения динамики показателя было построено факторное поле и получено линейное уравнение. При проверке цикличности полученной модели были выявлены статистически достоверные колебания, период которых составляет 5 лет.

Исходя из этого была построена спектральная модель показателя использования свежей воды на производственные нужды и сделан краткосрочный прогноз данного показателя на 2 года.

Благодарности. Автор выражает особую благодарность доктору технических наук, профессору Снежко Вере Леонидовне за важные рекомендации и указания при составлении настоящей статьи и ее редактирование.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 27.08.2009 N 1235-р (ред. от 17.04.2012) «Об утверждении Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года». Электронный ресурс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91329/ (дата обращения 19.11.2021).
2. ГОСТ Р 50.1.037-2002. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Часть II. Непараметрические критерии.
3. Палиивец М.С. Методы моделирования в водопользовании: учебное пособие. Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016 — 84 с.: Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. Электронный ресурс. URL: <http://elibr.timacad.ru/dl/local/146.pdf>
4. Соколов Л. И. Нормирование водопотребления в различных отраслях промышленности / Л. И. Соколов // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. — 2017. — № 12(120). — С. 60-64.
5. Соколов Л. И. Нормирование водопотребления в промышленности / Л. И. Соколов // Ползуновский альманах. — 2020. — № 1. — С. 194-197.
6. Затонский А.В., Гераскина И.Н., Стерхова В.В. Исследование истощения водных ресурсов на основе математических многофакторных моделей // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2018. №26.
7. Галустов Г.Г., Бровченко С.П., Мелешкин С.Н. Математическое моделирование и прогнозирование в технических системах: Учебное пособие. — Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2008. — С. 12.
8. Михеева, В. Н. Математическое моделирование генетической изменчивости ВИЧ / В. Н. Михеева // Евразийский союз ученых. — 2018. — № 4-3(49). — С. 53-56.
9. Чибилёв А.А. (мл.), Мелешкин Д.С., Григорьевский Д.В. Анализ динамики показателей водопользования в регионах степной зоны РФ // Успехи современного естествознания. — 2020. — № 3. — С. 110-115. Электронный ресурс. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37354> (дата обращения: 19.11.2021).
10. Нигматов, А. Н. Математическое моделирование в экологии / А. Н. Нигматов, Г. Н. Назарова // Евразийский союз ученых. — 2018. — № 3-2(48). — С. 48-50.
11. Крючков Анатолий Георгиевич Математическое моделирование основа дальнейшего прогресса в сельском хозяйстве // Известия ОГАУ. 2014. №4 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematiceskoe-modelirovanie-osnova-dalneyshego-progressa-v-selskom-hozyaystve> (дата обращения: 23.11.2021).
12. Снежко В.Л. Современные способы обработки данных в исследованиях гидравлических сопротивлений турбулентных потоков // Научно-технический вестник Поволжья. 2011. № 1. С. 179-185.
13. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 19.11.2021).

References

1. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 27.08.2009 N 1235-r (red. ot 17.04.2012) «Ob utverzhdenii Vodnoj strategii Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda». E'lektronny'j resurs. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91329/ (data obrashheniya 19.11.2021).
2. GOST R 50.1.037-2002. Prikladnaya statistika. Pravila proverki soglasiya opy`tnogo raspredeleniya s teoreticheskim. Chast` II. Neparametricheskie kriterii.
3. Paliivecz M.S. Metody` modelirovaniya v vodopol`zovanii: uchebnoe posobie. Rossijskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet - MSXA imeni K. A. Timiryazeva (Moskva). — E'lektron. tekstovy`e dan. — Moskva: RGAU-MSXA im. K. A. Timiryazeva, 2016 — 84 s.: Kollekcija: Uchebnaya i uchebno-metodicheskaya li-teratura. E'lektronny`j resurs. URL: <http://elibr.timacad.ru/dl/local/146.pdf>
4. Sokolov L. I. Normirovanie vodopotrebleniya v razlichny`x otraslyax promy`shlennosti / L. I. Sokolov // Vodochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie. — 2017. — № 12(120). — S. 60-64.
5. Sokolov L. I. Normirovanie vodopotrebleniya v promy`shlennosti / L. I. Sokolov // Polzunovskij al`-manax. — 2020. — № 1. — S. 194-197.
6. Zatonskij A.V., Geras`kina I.N., Sterxova V.V. Issledovanie istoshheniya vodny`x resursov na osnove matematicheskix mnogofaktorny`x modelej // Vestnik PNIPU. E'lektrotexnika, informacionny`e tehnolo-gii, sistemy` upravleniya. 2018. №26.
7. Galustov G.G., Brovchenko S.P., Meleshkin S.N. Matematiceskoe modelirovanie i prognozirovanie v texnicheskix sistemax: Uchebnoe posobie. — Taganrog: Izd-vo TTI YuFU, 2008. — S. 12.
8. Mixeeva, V. N. Matematiceskoe modelirovanie geneticheskoy izmenchivosti VICH / V. N. Mixeeva // Evrazijskij soyuz ucheny`x. — 2018. — № 4-3(49). — S. 53-56.
9. Chibilyov A.A. (ml.), Meleshkin D.S., Grigorevskij D.V. Analiz dinamiki pokazatelej vodopol`zovanija v regionax stepnoj zony` RF // Uspexi sovremennogo estestvoznaniya. — 2020. — № 3. — S. 110-115. E'lektronny`j resurs. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37354> (data obrashheniya: 19.11.2021).

10. Nigmatov, A. N. Matematicheskoe modelirovanie v e`kologii / A. N. Nigmatov, G. N. Nazarova // Evrazij-skiy soyuz ucheny`x. – 2018. – № 3-2(48). – S. 48-50.

11. Kryuchkov Anatolij Georgievich Matematicheskoe modelirovanie osnova dal`nejshego progressa v sel`-skom hozyajstve // Izvestiya OGAU. 2014. №4 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskoe-modelirovanie-osnova-dalneyshego-progressa-v-selskom-hozyaystve> (data obrashheniya: 23.11.2021).

12. Snezhko V.L. Sovremenny`e sposoby` obrabotki danny`x v issledovaniyax gidravlicheskih soprotivlenij turbulenty`x potokov // Nauchno-texnicheskij vestnik Povolzh`ya. 2011. № 1. S. 179-185.

13. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. E`lektronny`j resurs. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (data obrashheniya: 19.11.2021)

Данные об авторе:

Заговорина Екатерина Андреевна, бакалавр, магистрант, направление Природообустройство и водопользование в магистратуре РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева.

e-mail: katyaz34@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева.

Ул. Тимирязевская, 49, 127550, Москва, Россия

Data about the author:

Zagovorina Ekaterina Andreevna, bachelor, master's student, the direction of the magistracy of Environmental management and water use at The Timiryazev Agricultural Academy.

Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev.

Timiryazevskaya str.49, 127550, Moscow, Russia

Рецензент:

Снежко В.Л., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автоматизированного проектирования инженерных расчетов РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

DOI: 10.26897/2618-8732-2021-23-52-60

УДК 631.6

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПОВОЛЖЬЯ

Шадских В. А., Кижаяева В. Е.

В статье приводятся результаты исследований по проведению агротехнических мероприятий при возделывании сельскохозяйственных культур на длительно орошаемых темно-каштановых почвах Поволжья и влиянию на их продуктивность. Предложены ресурсосберегающие агротехнические приемы землепользования. Важным направлением повышения эффективности орошаемых земель является совершенствование структуры посевов: целесообразно под кормовые культуры отводить не менее 65 %, зерновые – до 25 %, овощи, картофель и технические культуры – 10 % посевных площадей. При размещении культур по лучшим предшественникам наиболее продуктивно используется поливная влага и эффективное плодородие почвы, повышается действенность агромелиоративных приемов по возделыванию сельскохозяйственных культур, а их урожай возрастает в среднем на 20-25 %. Доказана эффективность применения безотвальной обработки, так как она не ведет к снижению урожайности культур, при этом направлена на предотвращение негативных экологических процессов, таких как эрозия почв, и позволяет экономить энергетические ресурсы. Однако для разуплотнения пахотного горизонта целесообразна разноглубинная система основной обработки почвы. Глубина ее зависит от уровня залегания грунтовых вод и их минерализации. Поливной режим предложено осуществлять дифференцированно с учетом влагозапасов, особенно в почвах тяжелого гранулометрического состава: следует избегать проведения полива после посева культур, во избежание образования почвенной корки и изреженности посевов, а нормы полива устанавливать ниже оптимальных для предотвращения стока.

Ключевые слова: агроценоз; агротехнические приемы; структура посевов; обработка почвы; режим орошения; удобрения; ресурсосбережение; продуктивность.