

Оригинальная статья

УДК 631.6:627.5

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-36-42



ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ НА ОБОСНОВАНИЕ ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И КАЧЕСТВО ВОДНОЙ СРЕДЫ НА ВОДОСБОРНОМ БАССЕЙНЕ

Карпенко Нина Петровна^{1✉}, д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник

SPIN-код: 3054-6462, AuthorID: 532745; npkarpenko@yandex.ru

Глазунова Ирина Викторовна^{1,2}, канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник

AuthorID: 127917; ivglazunova@mail.ru

Редников Сергей Николаевич², канд. техн. наук, доцент

AuthorID: 119444; srednikov@mail.ru

¹ Российский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова; 127434, г. Москва, ул. Б. Академическая, 44, корп. 2, Россия

² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская ул., 49, корп. 28, Россия

Аннотация. Цель исследований – оценка влияния лесомелиоративных насаждений на обоснование развития гидромелиораций и водные ресурсы для речного бассейна в Нижегородской области. Выполнена оценка влияния облесения территории на обоснование развития гидромелиораций на водосборах рек Нижегородской области с применением биоклиматического метода В.В. Шабанова при различных сценариях изменения агроклиматических ресурсов. При разработке сценария изменения агроклиматических характеристик за основу приняты исследования В.В. Докучаева. Составлены прогнозы развития на основе обоснования вероятности необходимости развития гидромелиораций при разных вариантах облесения водосбора. По результатам составления водохозяйственных балансов выполнена оценка возможной экономии водных ресурсов для орошения и влияния облесенности водосбора на количество и качество воды в реке. Произведена оценка эффективности водоохраных мероприятий при разных сценариях развития гидромелиораций и лесомелиораций. По методике Г.А. Харитонова выполнена оценка влияния облесенности водосбора на изменение подземного питания рек. Предложены следующие методы управления: введение водооборотной системы в промышленность; очистка сточных вод; снижение опасности загрязнения от стоков с сельскохозяйственных территорий; экономия воды в орошении.

Ключевые слова: гидромелиорации, лесомелиорации, агроклиматические ресурсы, вероятность необходимости мелиораций, биоклиматический метод, водохозяйственные балансы, водный баланс, водоохраные мероприятия, экономия воды, качество воды

Формат цитирования: Карпенко Н.П., Глазунова И.В., Редников С.Н. Оценка влияния лесонасаждений на обоснование гидролесомелиоративных мероприятий и качество водной среды на водосборном бассейне // Природообустройство. 2023. № 2. С. 36-42. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-36-42.

© Карпенко Н.П., Глазунова И.В., Редников С.Н., 2023

Original article

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF PLANTED FORESTS ON THE RATIONALE FOR HYDROFORESTRY MEASURES AND THE QUALITY OF THE AQUATIC ENVIRONMENT IN THE CATCHMENT AREA

Karpenko Nina Petrovna^{1✉}, doctor of technical sciences, leading researcher

AuthorID: 532745; npkarpenko@yandex.ru

Glazunova Irina Viktorovna^{1,2}, candidate of technical sciences, senior researcher, associate professor

AuthorID: 127917; ivglazunova@mail.ru

Rednikov Sergey Nikolaevich², candidate of technical sciences, associate professor

AuthorID: 119444; srednikov@mail.ru

¹All-Russian research institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyukov 127550, Moscow, Bolshaya Akademicheskaya street, 44, bld. 2, Russia

²Russian state agrarian university – Moscow agricultural academy named after K.A. Timiryazev; 127434, street Timiryazevskaya, 49

Annotation. *The purpose of the research is to assess the impact of forest reclamation plantations on the substantiation of the development of hydro meliorations and water resources for the river basin in the Nizhny Novgorod region. An assessment of the impact of afforestation of the territory on the substantiation of the development of hydro melioration on the catchments of the rivers of the Nizhny Novgorod region using the bioclimatic method of V.V. Shabanov under various scenarios of changes in agro climatic resources is carried out. When developing a scenario for changing agro-climatic characteristics, the research of Dokuchaev V.V. was taken as the bases. Development forecasts are based on substantiating the probability of the need for the development of hydro reclamation in different variants of afforestation of the catchment. Based on the results of the compilation of water management balances, an assessment was made of possible savings in water resources for irrigation and the impact of catchment afforestation on the quality of water in the river. An assessment of the effectiveness of water protection measures under different scenarios for the development of hydro reclamations and forest reclamations was carried out. According to the method of Kharitonov G.A., an assessment of the impact of catchment afforestation on the change in the underground supply of rivers was carried out. The following management methods are proposed: introduction of a water circulation system in the industry; wastewater treatment; reducing the risk of pollution from sewage from agricultural areas; water saving in irrigation.*

Keywords: hydro reclamation, forest reclamation, agro climatic resources, probability of the need for land reclamation, bioclimatic method, water management balances, water balance, water protection measures, water saving, water quality

Format of citation: Karpenko N.P., Glazunova I.V., Rednikov S.N. Assessment of the impact of planted forests on the rationale for hydroforestry measures and the quality of the aquatic environment in the catchment area // Prirodoobustrojstvo. 2023. No. 2. S. 36-42. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-2-36-42.

Введение. Нижегородская область характеризуется большим количеством малых водосборных бассейнов, для которых ввиду большого количества выпадающих атмосферных осадков и особенностей рельефа характерны проявления эрозионных процессов, вызванных активизацией поверхностного стока, отсутствием растительного покрова и широкое распространение грунтов с высокими геофильтрационными свойствами, особенно в устьях рек, где они достигают наибольшего объема. Целью исследований является обоснование развития гидро- и лесомелиораций на водосборных территориях Нижегородской области, которое представляется актуальной проблемой и позволит решить многие народнохозяйственные и экологические проблемы.

Материалы и методы исследований. Наиболее типичным водосбором рассматриваемой территории является водосбор реки Керженец (левый приток Волги), протяженность которой составляет 290 км, а площадь водосбора – 6140 км². В настоящее время площадь сельхозугодий на рассматриваемой части бассейна реки Керженец составляет 68,97 тыс. га, в том числе площадь пашни – 42,382 тыс. га, сенокосов – 3,104 тыс. га, пастбищ – 18,484 тыс. га. Лесами

на территории бассейна занято 53% территории, что составляет 1923,9 км², жилая застройка занимает 290,4 км², а луга и болота – 653,4 и 72,6 км².

Основное направление растениеводческой продукции – это выращивание зерновых культур, сахарной свеклы, картофеля и овощей. Орошаемые земли занимают 1,035 тыс. га и используются в основном под кормовые культуры и овощи. Осушенные земли занимают 0,966 тыс. га и используются под сенокосы и пастбища. Богара занимает 66,969 тыс. га территории. Зона перехода к меандрам, расположенным севернее, характеризуется как район, умеренно уязвимый, вероятно, ввиду фрагментарности ландшафта, дестабилизирующего экологический баланс. Помимо подчеркнутого уклона, данные элементы окружающей среды обеспечивают наибольшую восприимчивость к эрозии.

Таким образом, на землях малых водосборов Нижегородской области сформировалась высокая подверженность водной эрозии, при которой сельскохозяйственные угодья, имеющие важное значение для региональной и национальной экономики, могут подвергаться неминуемому риску стихийного бедствия такого типа – так же, как и сельское население, и особенно население

поймы, благополучие которого зависит как от наличия воды, так и от сельскохозяйственной деятельности. Ускоренные процессы урбанизации в регионе в последние годы могут усилить эрозию почвы, а ситуация может ухудшиться в сезон дождей на территориях с большей восприимчивостью к осадкам.

В настоящее время в бассейне реки Керженец лесами занято 53% территории, что составляет 1923,9 км². В результате произведенной отделом интенсификации растениеводства организационной и консультационной работы в АПК Нижегородской области удалось достичь определенных положительных результатов. Область обеспечила внутренние потребности в продовольственном и фуражном зерне. Под посев используется не менее 94% кондиционных семян, из которых не менее 14% – семена вышних репродукций. Успешно решаются вопросы снижения себестоимости произведенной продукции, технической модернизации и создания высокотехнологического производства, увеличения объемов агрохимической мелиорации, наращивания объемов производства за счет ввода в оборот ранее не использованных земель, внедрения энергосберегающих технологий и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур.

В результате рентабельность производства картофеля составила более 50%, а урожайность его достигла уровня 450-600 ц/га и повышения уровня товарности картофеля до 85%. Расширяются площади под овощными культурами, меняются подходы к мелиорации. Приобретение современной техники, создание высокоэффективной системы защиты растений помогают уйти от ручного труда. Так, на территории бассейна реки Керженец площадь, занятая зерновыми, составляет 38,87 тыс. га, занятая овощами – 0,92 тыс. га, картофелем – 4,14 тыс. га, свеклой – 0,45 тыс. га.

В овощеводстве закрытого грунта проводится реконструкция тепличного хозяйства. Создан практически новый комплекс теплиц площадью 8 га, который оснащен новейшими инженерными системами, обеспечивающими технологический режим микроклимата и питания растений с минимальными затратами ресурсов. В регионе активно решаются вопросы увеличения производства сахара собственного производства с 15 до 25% за счет расширения зоны выращивания сахарной свеклы до 200 км от комбината, причем наблюдается увеличение объемов и в льноводстве. Удалось сохранить площади для льна на уровне 2,7 тыс. га. Кроме того, за счет внедрения импортных сортов

льна-долгунца наблюдается увеличение урожайности до 7,7 ц/га (в волокне), что позволило довести объемы производства волокна до 2 тыс. т и улучшить его качественный состав.

В целях повышения эффективности отрасли кормопроизводства в регионе совершенствуется структура кормового поля и делается акцент на увеличении площади под высокопродуктивными, засухоустойчивыми видами бобовых (люцерна, козлятник, донник) и под злаковыми (суданская трава) травами. Расширяются площади кукурузы на зерно и силос.

Объем воды, необходимой для орошения сельскохозяйственных культур, определяется по формуле:

$$W_{\text{ор}} = \frac{M_{\text{ор}} \cdot F_{\text{ор}}}{\eta}, \quad (1)$$

где $M_{\text{ор}}$ – оросительная норма, м³/га ($M_{\text{ор}75\%}$); $F_{\text{ор}}$ – орошаемая площадь, га; $\eta = 0,85$.

Для обоснования необходимости развития дальнейшего сельскохозяйственного производства был выполнен прогноз с использованием статистического метода и уточнением его на основе выполненного баланса агроклиматических ресурсов. Данный метод позволяет на основе ретроспективных данных выявить тенденции развития хозяйства, осуществить экстраполяцию на будущий период. Достоинствами метода являются его простота, наглядность, а также возможность корректировки. В оценке приняты условия стабильного развития экономики и политической обстановки. В связи с проводимой государством политикой, направленной на улучшение демографической ситуации в стране, был выполнен прогноз численности населения на 15 лет вперед по ретроспективным данным с тенденцией прироста 0,38% в год [1].

С целью обеспечения населения бассейна реки Керженец сельскохозяйственными продуктами в соответствии с медицинскими нормами питания необходимо увеличить урожайность сельскохозяйственных культур, и в первую очередь – на мелиорируемых землях. Для данной территории важными задачами являются обоснование развития гидролесомелиораций на водосборном бассейне, обзор применяемых технологий и проведение исследований работы водоприемного слоя дренажных труб из различных материалов [2, 3].

За основу расчетов обоснования необходимости развития гидромелиораций были приняты данные о распределении почвенных влагозапасов с использованием модели В.В. Шабанова, в соответствии с чем требования растений

к почвенным влагозапасам рассчитывались по его методике [4]:

$$S_w = \left(\frac{W^*}{W_{opt}^*} \right)^{\gamma_w \cdot W_{opt}^*} \times \left(\frac{1 - W^*}{1 - W_{opt}^*} \right)^{\gamma_w \cdot (1 - W_{opt}^*)}, \quad (2)$$

где

$$S_w = \frac{U}{U_{max}}; \quad (3)$$

S_w – относительная продуктивность растения; U, U_{max} – соответственно фактическая и максимально возможная в конкретных условиях урожайность;

$$W^* = \frac{W - W_{вз}}{W_{пв} - W_{вз}}, \Rightarrow W = W^* \times (W_{пв} - W_{вз}) + W_{вз}; \quad (4)$$

W^* – относительная продуктивная влажность почвы; W – относительная фактическая влажность почвы;

$$\begin{aligned} W_{вз} \leq W \leq W_{пв} \\ 0 \leq W^* \leq 1, \end{aligned} \quad (5)$$

где W_{opt}^* – оптимальное значение продуктивных влагозапасов почвы, при которых урожайность является максимальной; γ_w – параметр, учитывающий саморегуляцию растений к водному режиму почв.

Результаты и их обсуждение. В целях обоснования гидромелиораций для определения диапазонов оптимальной влажности были выполнены расчеты средней за вегетацию продуктивности зерновых от влажности почвы для

отдельно взятого агроклиматического района (табл. 1).

Влияние лесомелиораций на агроклиматические ресурсы местности по В.В. Докучаеву сказывается в изменении следующих агроклиматических характеристик: уменьшение скорости ветра на 30...40%; увеличение накопления снега на 25...30%; понижение температуры воздуха летом на 2...3°C; повышение температуры воздуха зимой на 1...2°C; увеличение годового количества осадков на 80...100 мм. Это вызывает увеличение урожайности зерновых на 14...33% и увеличение емкости пастбищ на 30...40%.

С использованием методики В.В. Шабанова были выполнены расчеты вероятности необходимости гидромелиораций для трех фаз роста и развития растений с учетом облесения водосбора и без его учета (табл. 3).

Данные таблицы показывают, что при создании лесополос в Нижегородской области вероятность оптимальных условий несколько снижается (11%), возрастает вероятность необходимости осушения (19%). Вместе с тем снижается вероятность необходимости орошения (7%), что положительно может сказаться на водохозяйственном балансе, так как водопотребление орошения, а, следовательно, и объемы водозабора снижаются [5, 6].

Таблица 1. Характеристика агроклиматического района

Table 1. Characteristics of the agro climatic region

Показатель увлажнения и тип водного режима почв <i>Moisture index and type of soil water regime</i>	Континентальность климата <i>Climate continentality</i>	Пределы агрогидрологических констант <i>Limits of agro hydrological constants</i>		Запасы продуктивной влаги <i>Reserves of the productive moisture</i>		Глубина, м / <i>Depth, m</i>		
		Весной <i>In spring</i>	Летом <i>In summer</i>	Max весной, мм <i>Max in spring, mm</i>	Min летом, мм <i>Min in summer, mm</i>	Грунтовых вод <i>Ground water</i>		Промачивания (весной) <i>Moisture penetration (in spring)</i>
K>1, промывной <i>washing</i>	C _к , У	МКВ-КВ (220...115%)	КВ-ВРК (125...60%)	245...200	150...110	0,2	2,0	Сквозное <i>Through</i>

Примечание: C_k – слабо-континентальный; Y – умеренно-континентальный; МКВ – максимальная капиллярная влажность; КВ – капиллярная влажность; ВРК – влажность разрыва капилляров

Note: C_k – weakly continental; Y – moderately continental; МКВ – maximum capillary humidity; КВ – capillary humidity; ВРК – capillary rupture humidity

Таблица 2. Характеристики использования водных ресурсов в орошаемом земледелии

Table 2. Characteristics of water resources use in irrigated agriculture

Участник водопользования – орошаемое земледелие <i>Water user – irrigated agriculture</i>	Объемы водопотребления, млн м ³ <i>Volumes of water consumption, mln. m³</i>	Объемы возвратных вод, млн м ³ <i>Volumes of return water, mln m³</i>	Объемы необходимого разбавления, млн м ³ <i>Volumes of dilution required, mln m³</i>
Без учета лесомелиораций <i>Excluding forest reclamation</i>	1,34	0,134	1,2
С учетом лесомелиораций <i>Including forest reclamation</i>	1,07	0,094	0,84

На рисунке 1 представлена структура выполненного водохозяйственного баланса реки Керженец с учетом и без учета лесомелиораций.

Анализ графиков показывает, что облесение водосбора способствует экономии воды на 20...30% в годовом разрезе. При учете качества воды в реке по коэффициенту предельной загрязненности выявлено повышение эффективности водоохранных мероприятий на 40...50%. Водоохранные зоны рек играют важнейшую роль в формировании как поверхностного, так и подземного стока рек, влияя на качество и количество воды в реке.

Площадь лесокустарниковых насаждений, необходимых по нормативам и расчетам водорегулирующих полос для бассейна реки, составляет 2% от площади водосбора. Анализ структуры

земельного фонда в рассматриваемых районах показал, что леса занимают около 53,4%, а необходимое увеличение по прогнозам составляет 5% от их существующей площади. В результате обустройства водоохранных зон облесенность водосбора увеличится до 58,4%.

Антропогенная деятельность на водосборной площади приводит к изменению формирования стока, поэтому оказывает косвенное воздействие на объемы речного стока.

Проведена оценка влияния агротехнических мероприятий на изменение годового стока, что позволяет учесть изменение стока реки при водобалансовых расчетах. Величина изменения годового стока определена для следующих условий: расчетная обеспеченность лет по стоку – 95% и 75% для степной зоны при средней глубине

Таблица 3. Вероятность мелиорации и оптимальных условий до ($P^{\text{без ЛМ}}$) и после ($P^{\text{с ЛМ}}$) лесомелиорации для зерновых культур

Table 3. Probability of land reclamation and optimal conditions before ($R^{\text{without FR}}$) and after ($R^{\text{with FR}}$) forest reclamation for cereals

Фазы / Phases		1	2	3	Среднее / Average
Оптимальные условия Optimal conditions	$P^{\text{без ЛМ}}_{\text{opt}}$	22	57	32	37
	$P^{\text{с ЛМ}}_{\text{opt}}$	11		39	32
Осушение / Drainage	$P^{\text{без ЛМ}}$	78	28	0	35
	$P^{\text{с ЛМ}}$	89	46	8	48
Орошение / Irrigation	$P^{\text{без ЛМ}}$	0	15	68	28
	$P^{\text{с ЛМ}}$	0	7	53	20

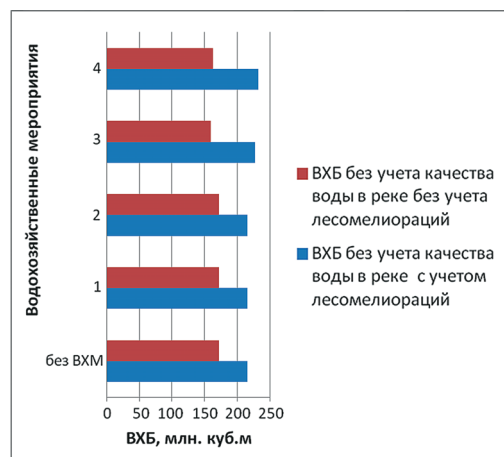
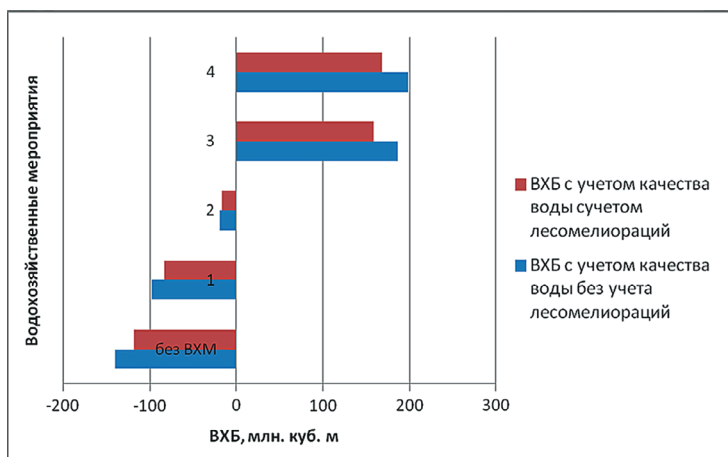


Рис. Результаты расчетов водохозяйственных балансов реки Керженец с учетом и без учета лесомелиораций:

а) водохозяйственные балансы без учета качества воды;

б) учет качества воды по Кпз; б/м – без водохозяйственных мероприятий;

1 – введение водооборотной системы в промышленности; 2 – очистка сточных вод;

3 – снижение опасности загрязнения от стоков с сельскохозяйственных территорий;

4 – экономия воды в орошении

Fig. The results of calculations of water management balances of the Kerzhenets River, taking into account and without taking into account forest reclamations:

(a) Water management balances without regard to water quality;

b) accounting for water quality according to the Cpz; b/m – without water management measures;

1 – introduction of a water circulation system in industry; 2 – wastewater treatment;

3 – reducing the risk of pollution from effluents from agricultural areas; 4 – saving water in irrigation

залегания грунтовых вод более 5 м (20 м), для тяжелосуглинистых почв (краснозем при уклоне водосборной площади в пределах сельскохозяйственных угодий) – 15%, относительной площади сельскохозяйственных угодий (распаханности) – 30,6%.

Представляется возможным увеличить водность рек и водоемов за счет перевода поверхностного стока в подземный почвенно-грунтовый сток [7, 8]. В этом случае уравнение водного баланса для речного бассейна имеет вид:

$$N = A + F + (V + T), \quad (5)$$

где N – количество осадков; A – поверхностный сток; F – подземный сток; V – испарение с поверхности растений и почвы; T – расход воды на транспирацию.

Таким образом, подземный сток будет составлять:

$$F = N - [A + (V + T)]. \quad (5)$$

Количество осадков в среднем составляет 525 мм, при существующем соотношении леса и поля сток составит около 90 мм, то есть

$$F = 525 - [90 + (V + T)]. \quad (6)$$

Суммарный расход влаги ($V + T$) на испарение с поверхности растений, почвы и на транспирацию в лесостепной зоне в лиственных лесах составляет 429 мм; при соотношении лиственных, как груши и яблони (0,65:0,35), суммарный расход влаги составляет 406 мм при осадках 520 мм; с незначительной погрешностью этот показатель может быть взят и при принятых нами осадках (525 мм).

В поле суммарный расход влаги в таких же условиях составляет 381 мм, однако этот показатель вряд ли можно принять, так как сельскохозяйственные культуры на листьях и стеблях удерживают осадков не меньше, чем у лесных пород. Поэтому суммарный расход влаги следует принять не меньше, чем для леса, то есть 406 мм. Редуцируя ($V + T$) на соответствующую площадь леса и поля, получим, что при современном положении в подземный сток поступает только 54 мм воды.

Для снижения антропогенного влияния на водность реки в прогнозах существующая лесистость 53,4% увеличена на 5%. При увеличении лесистости на 5% на межполосных (межлесных) площадях осадков выпадает больше на 4 мм, то есть они будут составлять 554 мм. На всей площади, занятой лесомелиоративными насаждениями, составляющими 5%, количество осадков в лиственных посадках будет на 40 мм больше, чем в поле, то есть 590 мм. Редуцируя количество осадков на всю площадь (облесенную и межлесную), получим в рассматриваемой зоне их 560,12 мм.

При мелиоративной лесистости 17% и при осуществлении необходимых агрономических, простейших гидротехнических и организационных мероприятий указанное количество осадков за вычетом ($V + T$) может быть полностью переведено в подземный сток [9, 10].

Под защитой созданных лесомелиоративных насаждений значительно снижается расход воды сельскохозяйственными растениями: на транспирацию – на 14%, на испарение – на 20%. За счет этого должен снизиться и суммарный расход ($V + T$), но в данных условиях сельскохозяйственные культуры дают более высокий урожай, и расход влаги на дополнительный урожай примерно равновелик ее экономии от сниженной транспирации и испарения, тогда ($V + T$) останется без изменения, то есть 406 мм.

Таким образом, в результате проведения лесомелиоративных мероприятий условия изменятся, и по уравнению получаем, что подземный сток может быть увеличен на 83 мм, то есть на 53%.

Выводы

При оценке влияния лесомелиоративных насаждений на обоснование развития гидромелиораций были выполнены расчеты по обоснованию необходимости развития орошения по биоклиматическому методу В.В. Шабанова путем сравнения требования растений и факторов внешней среды – как без учета лесомелиоративных мероприятий на объекте, так и с их учетом. Расчеты показали, что при лесомелиорации территории водосбора необходимость в орошении снизилась: для овощей – с 29,1 до 14,4%; для зерновых культур – с 20,7 до 3,7%. В связи с этим в дополнение к естественной облесенности, составляющей 53%, предусмотрены водоохранные зоны, обеспечивающие дополнительно 1...3% от существующих лесных массивов (согласно Водному кодексу РФ, а также в соответствии с рекомендациями Г.А. Харитоновой и В.В. Докучаева).

Выполненный водохозяйственный баланс показал, что причиной загрязнения реки являются плохо очищаемые сточные воды, поэтому все методы управления ВХБ направлены на улучшение качества воды в реке. Предложены следующие методы управления: введение водооборотной системы в промышленность; очистка сточных вод; снижение опасности загрязнения от стоков с сельскохозяйственных территорий; экономия воды в орошении.

При оценке влияния облесения водосбора на обоснование развития гидромелиораций на водосборах Нижегородской области были рассмотрены мероприятия по улучшению

качества водных ресурсов бассейна реки Керженец. Облесение водосбора способствует экономии воды на орошение на 20-30% в годовом разрезе. При учете качества воды в реке по коэффициенту предельной загрязненности выявлено

повышение эффективности водоохраных мероприятий на 40-50% в результате облесенности водосбора. В результате проведения лесомелиоративных мероприятий подземное питание рек может быть увеличено на 53%.

Список использованных источников

1. Шабанов В.В. Биоклиматическое обоснование мелиораций: монография. М.: Гидрометеоздат, 1973. 165 с. EDN TZRBED.
2. Сметанин В.И. Рекультивация земель: обзор технологий // Экология и промышленность России. 2004. № 5. С. 42-45. EDN WNSBTL.
3. Сметанин В.И., Хохлов В.И. Исследования работы водоприемного слоя дренажных труб из волокнисто-пористых полимерных материалов // Природообустройство. 2012. № 5. С. 17-22. EDN PJQDVF.
4. Маркин В.Н., Раткович Л.Д., Глазунова И.В. Особенности методологии комплексного водопользования: Монография. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 140 с.
5. Карпенко Н.П., Глазунова И.В. Организация работ при эксплуатации и восстановлении водных объектов г. Москвы // Проблемы развития сельскохозяйственных мелиораций и водохозяйственного комплекса на базе цифровых технологий: Сборник материалов Международной юбилейной научно-практической конференции. М.: ВНИИГиМ, 2019. С. 95-100.
6. Карпенко Н.П., Глазунова И.В. Управление земельными и водными ресурсами для снижения загрязнения рек на основе экспертных оценок эффективности природоохранных мероприятий // Природообустройство. 2019. № 4. С. 102-108.
7. Glazunova I.V., Karpenko N.P. Analysis of the reclamation measures efficiency within watershed and their impact on the water bodies // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 9, Orenburg, 7-11 июня 2021 г. Orenburg, 2021. P. 012035. DOI: 10.1088/1755-1315/817/1/012035. EDN KIDVRG.
8. Рациональное водопользование: учебное пособие / И.В. Глазунова, В.Н. Маркин, С.А. Соколова, Л.Д. Раткович. Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2022. 136 с.
9. Глазунова И.В., Воронина К.П., Барсукова М.В. Исследование эффективности водоохраных мероприятий в условиях интенсивной антропогенной нагрузки на реку Яузу // Природообустройство. 2018. № 3. С. 40-46.
10. Найгерт К.В., Редников С.Н. Технологии управления расходными характеристиками потока посредством изменения реологических свойств рабочих сред // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Машиностроение». 2016. Т. 16, № 2. С. 52-60. DOI 10.14529/engin160206. EDN WBOWFF.

Критерии авторства

Карпенко Н.П., Глазунова И.В., Редников С.Н. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации.

Статья поступила в редакцию 23.01.2023

Одобрена после рецензирования 28.02.2023

Принята к публикации 03.03.2023

References

1. Shabanov V.V. Bioclimatic justification of land reclamation: monograph. Moscow: Hydrometeorizdat, 1973. 165 p. – EDN TZRBED.
2. Smetanin V.I. Land recultivation: a review of technologies / V.I. Smetanin // Ecology and industry of Russia. 2004. No. 5. P. 42-45. – EDN WNSBTL.
3. Smetanin V.I. Studies of the operation of the water intake layer of drainage pipes made of fibrous-porous polymer materials / V.I. Smetanin, V.I. Khokhlov // Nature management. 2012. No. 5. P. 17-22. – EDN PJQDVF.
4. Markin V.N., Ratkovich L.D., Glazunova I.V. Features of the methodology of integrated water resources management: monograph. M.: Izd-vo RGAU-MSHA, 2016. 140 s.
5. Karpenko N.P., Glazunova I.V. Organization of works in the operation and restoration of water bodies in Moscow // Problems of development of agricultural land reclamation and water management complex on the basis of digital technologies: sb. materials of international jubilee scientific-prac. conf.. M.: VNIIGiM, 2019. S. 95-100.
6. Karpenko N.P., Glazunova I.V. Management of land and water resources to reduce pollution of rivers on the basis of expert assessments of the effectiveness of environmental measures // Prirodoobustroystvo. 2019. № 4. S. 102-108.
7. Glazunova I.V. Analysis of the reclamation measures efficiency within watershed and their impact on the water bodies / I.V. Glazunova, N.P. Karpenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 9, Orenburg, 7-11 июня 2021 г. Orenburg, 2021. P. 012035. – DOI 10.1088/1755-1315/817/1/012035. – EDN KIDVRG.
8. Rational water use: a textbook / I.V. Glazunova, V.N. Markin, S.A. Sokolova, L.D. Ratkovich. Kursk: Publishing house ZAO «Universitetskaya kniga», 2022. 136 s.
9. Glazunova I.V., Voronina K.P., Barsukova M.V. Study of the effectiveness of water protection measures in the conditions of intensive anthropogenic load on the Yauza River // Prirodovobrazvo. 2018. № 3. S. 40-46.
10. Nygert K.V. Technologies for controlling flow characteristics by changing the rheological properties of working media / K.V. Nygert, S.N. Rednikov // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mechanical Engineering. – 2016. Vol. 16, No. 2. pp. 52-60. – DOI 10.14529/engin160206. – EDN WBOWFF.

Criteria for authorship

Karpenko N.P., Glazunova I.V., Rednikov S.N. performed theoretical studies, on the basis of which they made a generalization and wrote the manuscript. They have copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of Interest.

The authors state that there is no conflict of interest.

Contributions of the authors. All authors made an equal contribution to the preparation of the publication.

The article was received in the editorial office 23.01.2023

Approved after review 28.02.2023

Accepted for publication 03.03.2023