

2. Примин О.Г., Зоткин С.П., Орлов В.А. Оценка надежности и планирования восстановления водопроводных и водоотводящих трубопроводов. // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ РФ № 2018617532 (2018).
3. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Устройство для анализа надежности трубопроводов городской водоотводящей сети. // Патент на полезную модель РФ № 31137 (2008).
4. Хургин Р.Е., Орлов В.А., Зоткин С.П. Программа расчета гидравлических параметров безнапорных труб и защитных покрытий. // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ РФ № 2013615381 (2013).
5. Kuliczkowski A., Kuliczowska E., Zwierzchowska A. Technologie beswykopowe w inzynierii srodowiska //Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. (2010), 735 p.
6. Ariaratnam S.T., Sihaluddin S. Comparison of Emitted Emissions between Trenchless Pipe Replacement and Open Cut Utility Construction. //Journal of Green Building, (2009), Vol. 4, No.2, College Publishing, pp. 126-140.
7. Rabmer-Koller U. No-dig technologies – innovative solution for efficient and fast pipe rehabilitation. // 29 NO-DIG International Conference and Exhibition, NO-DIG Berlin (2011), Paper 2C-1, pp. 1-10.
8. Орлов В.А., Зоткин С.П., Сторожев А.П., Герасимов В.А., Мельник О.В. Моделирование водно-воздушного режима работы безнапорных водоотводящих сетей. // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020614973. (2020).
9. Kyoohong P. Mitigation strategies of hydrogen sulphide emission in sewer networks: a review // International Biodeterioration & Biodegradation. (2014). Vol. 95. pp. 251-261.
10. Kuliczkowski A. Rury kanalizacyjne. //Wydawnictwo Politechniki Swietokrzyskiej, (2004). p. 507.
11. Vasiliev V.M., Malkov A.V. Mesta obrazovaniya agressivnykh gazov v kanalizatsionnoy seti (Places of formation of aggressive gases in the sewer network) // Vodospabzheniye i sanitarnaya tekhnika (Water supply and sanitary equipment). (2017). No1. p. 66-74.
12. Vasilyev V. Stolbikhin Y. Inspecting and monitoring the technical condition of sewage collectors // Trans Tech Publications, Switzerland, Applied Mechanics and Materials. (2015). Vols. 725-726. p. 1319-1324.
13. Малков А.В. Расчет требуемой кратности газообмена в подводящем пространстве канализационной сети // Вестник гражданских инженеров. (2017). № 2 (61). с. 140-144.
14. Kofman V.YA. Serovodorod i metan v kanalizatsionnykh setyakh (Hydrogen sulfide and methane in sewer networks) //Vodospabzheniye i sanitarnaya tekhnika (Water supply and sanitary equipment). (2012). № 11. p. 72-78.
15. Примин О.Г., Пупырев Е.И. Методы повышения экологической безопасности трубопроводов канализационных сетей // Экология и промышленность в России. (2013). №3. с.13-17.
16. Parker W.J., Ryan H.A. Tracer Study of Headspace Ventilation in a Collector Sewer // Journal of the Air & Waste Management Association. (2011). № 12. p. 581-592.
17. Федоров С.В., Васильев В.М., Телятникова А.М. Разработка принципиальной модели канализационной сети //Журнал Вестник гражданских инженеров. (2018). № 2 (67). с. 168-174.
18. Васильев В.М., Панкова Г.А., Столбихин Ю.В. Разрушение канализационных тоннелей и сооружений на них вследствие микробиологической коррозии // Водоснабжение и санитарная техника. (2013). №9. с. 55 – 61.
19. Харькин В.А. Замена трубопроводов из традиционных материалов на пластмассовые. Технологические схемы и структура процесса. // Журнал РОБТ. (2002). № 1. с. 20-23.
20. ГОСТ 32673-2014. Правила установления нормативов и контроля выбросов дурнопахнущих веществ в атмосферу.
21. Joyce J. Hunniford Ch., Plummer A. Implementing Vapor Phase Odor Control on Large Diameter Interceptor Systems // Biosolids and Odor and Corrosion, Conference & Expo. (2013). pp. 1-31.
22. Юшин В.В., Попов В.М., Кукин П.П. // Техника и технология защиты воздушной среды. // М.: Высшая школа, (2005). 391 с.

© В. А. Орлов, С. П. Зоткин

Ссылка для цитирования:

В. А. Орлов, С. П. Зоткин. Моделирование параметров водно-воздушного режима работы самотечных канализационных сетей в условиях их реконструкции // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАOU АО ВО «АГАСУ», 2020. № 3 (33). С. 5–9.

УДК 614.7: 546.13.001.6

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ОРОСИТЕЛЬНО-ОБВОДНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

А. В. Лещенко, А. В. Федорян, О. В. Сорокина, Е. В. Комлев

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова Донской ГАУ, г. Новочеркасск, Россия

Проблема воды, как возобновляемого природного ресурса, в системном рассмотрении определяется, с одной стороны, процессами глобального влагооборота в пространстве и времени биосферы Земли, а с другой – технологиями её использования в различных отраслях хозяйственной деятельности, в том числе в сельскохозяйственном производстве на оросительно-обводнительных системах. Использование водных ресурсов относится к особому виду хозяйственной деятельности и определяется жизненной необходимостью в существовании человека, в растительном и животном мире и практически во всех технологических процессах сельскохозяйственного и промышленного производства. Сельскохозяйственное производство на оросительно-обводнительных системах является одним из наиболее крупных водопотребителей, что существенно обуславливает необходимость совершенствования применяемых в настоящее время технологий использования водных ресурсов на действующих и создаваемых новых оросительно-обводнительных систем. Исходя из существующих на современном этапе развития «Общества» трех наиболее важных глобальных проблем – **энергии, воды, пищи**, определяющих собой обобщенную **«главенствующую проблему»**, без решения которой невозможно решить ни одной из семи важных проблем глобального характера. Системная роль **«главенствующей проблемы»** в технологии использования водных ресурсов на оросительно-обводнительных системах определяется процессами взаимосвязи, взаимодействия и взаимоотношения проблем **энергии, воды, пищи** между собой в использовании внутрибассейнового водного ресурсного потенциала, который формируется потоками солнечной энергии, поступающими из космоса. Поэтому в создании методологии совершенствования применяемых и создаваемых новых технологий использования водных ресурсов на оросительно-обводнительных системах необходимо исходить из имеющегося внутрисистемного природно-технологического ресурсного потенциала, который определяется обобщенной **«главенствующей проблемой»** – **энергии, воды, пищи**. На основе

результатов исследований на примере оросительно-обводнительных систем Ставропольского края разработаны основы методологии по совершенствованию технологии использования водных ресурсов путем рационального использования внутрисистемно-го природно-ресурсного потенциала в соответствии с обобщенной «главенствующей проблемой» – энергии, воды, пищи.

Ключевые слова: система, технология, главенствующая проблема энергии, воды и пищи, внутрисистемный ресурсный потенциал.

METHODOLOGICAL BASES FOR IMPROVING THE TECHNOLOGY OF WATER RESOURCES USE IN IRRIGATION AND IRRIGATION SYSTEMS

A. V. Leshchenko, A. V. Fedoryan, O. V. Sorokina., E. V. Komlev

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute of Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation,

The Problem of water as a renewable natural resource is determined in a systematic review on the one hand by the processes of global moisture turnover in space and time of The earth's biosphere, and on the other hand – by technologies and its use in various sectors of economic activity, including agricultural production on irrigation-watered systems. The use of water resources belongs to a special type of economic activity and determined by the vital need for human existence, in the plant and animal world and in almost all technological processes of agricultural and industrial production. Agricultural production in the irrigation-watered systems is one of the largest water consumers, which actually causes the need to improve the currently used technologies for the use of water resources in existing and new irrigation-watered systems. Based on the three most important problems existing at the present stage of development of "Society" – energy, water, food, which define a generalized "dominant problem", without which it is impossible to solve any of the seven important problems of a global nature. The systemic role of the "dominant problem" in the technology of water resources use in the IWS is determined by the processes of interconnection, interaction and interrelation of energy, water, and food problems among themselves in the use of intra-basin water resource potential, which formed by solar energy flows coming from Space. Therefore, in creating a methodology for improving the applied and created new technologies for the use of water resources in the irrigation-watered systems, it is necessary to proceed from the existing intra-system natural and man-made resource potential, which is determined by a generalized "dominant problem" – energy, water, food. Based on the results of research on the example of the Stavropol territory irrigation-watered systems, the basis of methodology for improving the technology of water resources use by rational use of the internal natural resource potential in accordance with the generalized "dominant problem" – energy, water, food.

Keywords: system, technology, the dominant problem of Energy, Water and Food, intra-system resource potential.

Введение

Современный этап общественного развития, как в пределах биосферы Земли ($W_{Б.З.} = 10 \cdot 10^{10} \text{ км}^3$) глобальной системы «природа – общество – человек», так и на локальных иерархических уровнях речных бассейновых геосистем, в пределах которых ведутся практически все виды хозяйственной и иной деятельности, неотъемлемо связанные с ресурсозатратными технологиями, в том числе и с водными ресурсами, которые широко используются в сельскохозяйственном производстве на оросительно-обводнительных системах (ООС). Следует отметить, что сельскохозяйственное производство на ООС является наиболее крупным водопотребителем в сравнении с другими отраслями хозяйственной и иной деятельности [1–10].

Ресурсозатратные технологии в системном их рассмотрении, как показывает реальность, способствуют увеличению разрыва между естественными природными процессами взаимосвязи, взаимодействия и взаимоотношения (ВВВ) в системах различного иерархического уровня и проводимыми видами хозяйственной деятельности [3–12]. По оценкам специалистов в результате такой хозяйственной деятельности человека в биосфере Земли ежегодно теряется порядка 5–6 млрд т живого вещества [2009, гос. доклад 2010].

Сформировавшееся такое противостояние биосферы и техносферы определило острую необходимость в развитии направления по созданию новых и совершенствованию применяемых технологий по использованию природных ресурсов и в особенности водных ресурсов. В создании новых и совершенствовании приме-

няемых технологий в использовании водных ресурсов в сельскохозяйственном производстве на ООС следует исходить из существующих на данном этапе развития глобальной системы «Природа – Общество – Человек» наиболее важных трех проблем – энергии, воды, пищи, в которых сельскохозяйственное производство является доминирующим.

Переход на уровень новых технологий использования водных ресурсов не может быть решен в существующих рамках традиционной парадигмы развития путем трансформации, даже радикальной, используемых в настоящее время технологических систем. Следовательно, необходимы принципиально новые методологические подходы в создании технологического базиса в неотъемлемой взаимосвязи с его научной, производственной, социальной и жизненно необходимыми потребностями общества.

Использование водных ресурсов в сельскохозяйственном производстве на ООС осуществляется путем использования действующих и создания новых водохозяйственных систем (ВХС), в которых главными техногенными компонентами являются водохозяйственные объекты именуемые как «Объекты деятельности» в составе природно-техногенных систем (ПТС) «природная среда – объект деятельности – население» («П.С. – О.Д. – Н.»), функционирующих в пространственных пределах рассматриваемой речной бассейновой геосистемы, где формируются количественные и качественные показатели водных ресурсов [12–20].

Пространственное расположение Ставропольского края ($W_{Ст.кр.} = 681,86 \text{ тыс. км}^3$) в глобальной системе биосферы Земли ($W_{Б.З.} = 10 \cdot$

10^{10} км^3), которая определяет направление вектора развития в системах, функционирующих на более низких иерархических уровнях, что обуславливает базовый принцип в создании и развитии основ методологии по совершенствованию технологий использования водных ресурсов исходя из общепринятого утверждения «**думать глобально, а действовать локально**». Исходя из этого утверждения, следует отметить, что на планете Земля Мировой океан занимает более 70 % ($F_{\text{м.о.}} = 361 \text{ млн км}^2$) её поверхности ($F_{\text{з.}} = 510 \text{ млн км}^2$), масса которого составляет порядка 0,02 % от массы Земли ($M_{\text{з.}} = 5976 \cdot 10^{24} \text{ кг}$), а с учетом воды содержащейся в её мантии 0,04 % [20–27]. Глобальный влагооборот под воздействием потоков солнечной энергии (35000 ТВт) в пределах биосферы Земли ($W_{\text{б.з.}} = 10 \cdot 10^{10} \text{ км}^3$) составляет 577000 км^3 , из которых 72000 км^3 поступает из бассейновых геосистем суши ($F_{\text{суш.}} = 149 \text{ млн км}^2$), а с Мирового океана 505000 км^3 . Все виды природных вод на Земле находится во ВВВ между собой, которые используются и возобновляются в процессе глобального влагооборота. Уникальность воды, как природного минерала, заключается в том, что вода не теряет своей физической сущности, а лишь изменяет свой качественный состав от загрязняющих веществ, поступающих от технологических процессов хозяйственной деятельности [3–7, 23–27].

Анализ процессов формирования водных ресурсов в пространственных пределах (атмосфере, водосборной территории гидрографической речной сети, верхних слоях атмосферы, почвенном покрове с подстилающими породами) рассматриваемой бассейновой геосистемы, дальнейшим их внутрибассейновым регулированием и перераспределением, отбором расчетных расходов ($Q \text{ м}^3/\text{с}$) из водного объекта, транспортированием до ООС, внутрисистемным распределением на ООС и конечной подачей в корнеобитаемый почвенный слой растений с задаваемой оросительной нормой полива, определяет технологическую схему формирования, регулирования, транспортирования и конкретного использования водных ресурсов на ООС [13–25].

Анализ причинно-следственной ВВВ между глобальными проблемами **энергии, воды, пищи** в системном рассмотрении обуславливает собой обобщенную «**главенствующую проблему**» над тремя наиболее важными глобальными проблемами – **энергии, воды, пищи**, системная ВВВ которых способствует решению других семи важных проблем и соответственно множества различных проблем на более низких иерархических уровнях, к примеру проблемы совершенствования применяемых технологий по использованию водных ресурсов на ООС и созданию принципиально новых технологий.

Материалы и методы

В методологии создания новых и совершенствования применяемых технологий использования водных ресурсов в сельскохозяйственном производстве на ООС используются принципы системного подхода при исследовании процессов ВВВ техногенных компонентов в виде комплекса гидротехнических сооружений (водохранилищный гидроузел, водозаборное сооружение, водопроводящие и сопрягающие сооружения, насосные станции, дождевальные машины и т.п.) – «О.Д.» между «П.С.» в пределах рассматриваемой бассейновой геосистемы, и жизненно важными интересами проживающего «Н.» в составе ПТС «П.С. – О.Д. – Н.», которая функционирует в пространственных пределах рассматриваемой бассейновой геосистемы, являющейся элементарной частью биосферы Земли, в пределах которой происходит глобальный влагооборот (объемом 577000 км^3), формирующий водные ресурсы на Земле под воздействием 20 % потоков солнечной энергии, достигающей земной поверхности (35600 ТВт).

Системная роль «**главенствующей проблемы**» в технологии использования водных ресурсов проявляется целенаправленностью процессов ВВВ проблем **энергии, воды, пищи** между собой в достижении поставленной цели по рациональному использованию природно-ресурсного потенциала в пространственных пределах рассматриваемой бассейновой геосистемы в виде солнечной радиации, водного стока (поверхностного, подземного) на речной гидрографической сети, климатических, геоморфологических, геологических, гидрогеологических в верхних слоях литосферы, почвенного покрова с подстилающими породами, многообразия ихтиофауны в водных объектах (виды рыб и т. п.), биоразнообразия в животном и растительном мире, а также социально-экономических условий жизнедеятельности населения. В оценке «**главенствующей проблемы**» над тремя важнейшими проблемами **энергии, воды, пищи** главную ведущую роль выполняют потоки солнечной **энергии** [12–27], под воздействием которых формируются гидрологические процессы в глобальном влагообороте и процессы фотосинтеза в растительном мире, обуславливающие собой проблемы **воды и пищи**.

На основе анализа отечественного опыта по совершенствованию технологии использования водных ресурсов на ООС можно отметить, что роль обобщенной «**главенствующей проблемы**» над тремя наиболее важными глобальными проблемами **энергии, воды, пищи** недооценивается и не рассматривается. Так, на примере ООС Большого Ставропольского Канала (БСК) протяженностью 666 км (по проекту 1700 км) на площади 3666 тыс. га. ВВВ проблем **энергии,**

воды, пищи между собой в производстве продукции в растениеводстве и животноводстве для получения продуктов питания – «пищи», требуется изначально затраты определённого количества энергии и объёмов воды, что в системном рассмотрении проявляется роль обобщенной «главенствующей проблемы» в процессах ВВВ трех наиболее важных глобальных проблем.

Пространственные пределы Ставропольского края, где действуют ООС БСК (БСК-1, БСК-2, БСК-3, БСК-4), включают в себя части бассейновых геосистем рек Кубани, Терека, Западного и Восточного Маныча, Кумы и Междуречья Кумы-Малки и в количественном выражении составляет площадь водосборной территории $F_{\text{вод.}} = 66,2$ тыс. км² с объёмом приземных слоев атмосферы, где формируются атмосферные осадки (дождь, снег) $W_{\text{атм.}} = 662$ тыс. км³, объём верхних слоев литосферы, где формируется подземный сток в пределах естественной гидрографической сети $W_{\text{лит.}} = 19,86$ тыс. км³ и суммарный объём пространственных пределов как часть биосферы Земли составляет $W_{\text{Б.Г.С.Т.}} = 681,86$ тыс. км³. Объём водных ресурсов, которые формируются в пространственных пределах рек Кубани, Терека, Кумы, Западного и Восточного Маныча и междуречья Кумы-Малки в процентном отношении соответственно составляют 52,8 %, 29,7 %, 17,3 % и 0,6 %. Водный баланс в пределах Ставропольского края, как элементарной части в глобальном влагообороте характеризуется среднегодовым слоем осадков в 615 мм

(49,5 км³), речным стоком в 88 мм (7,0 км³), испарением в 527 мм (42,5 км³), что определяет острую необходимость в совершенствовании применяемых технологий использования водных ресурсов на ООС, обуславливающие собой проблему воды в ВВВ с проблемами энергии и пищи. На основе результатов системного анализа процесса формирования, использования водных ресурсов и схемой гидрологического районирования Северного Кавказа, для разработки основ методологии по совершенствованию технологии использования водных ресурсов на ООС БСК и в частности на БСК-4, составлена схема экологического районирования территории Ставропольского края, где определены пять гидрологических структур, представленных на рисунке 1.

На основе результатов исследований (2015-2018 гг.) использования водных ресурсов на ООС БСК (БСК-1, БСК-2, БСК-3, БСК-4) было установлено, что действующих ООС в пределах которых функционирует порядка 6000 различных типов внутрисистемных гидротехнических сооружений (ГТС), в том числе сопрягающих и регулирующих с перепадами между верхними и нижними бьефами от 2 м до 30 м, потенциальная энергия водного потока с суммарной мощностью порядка 600 млн кВт·ч не используется для выработки электрической энергии, необходимой для функциональной работы ООС.

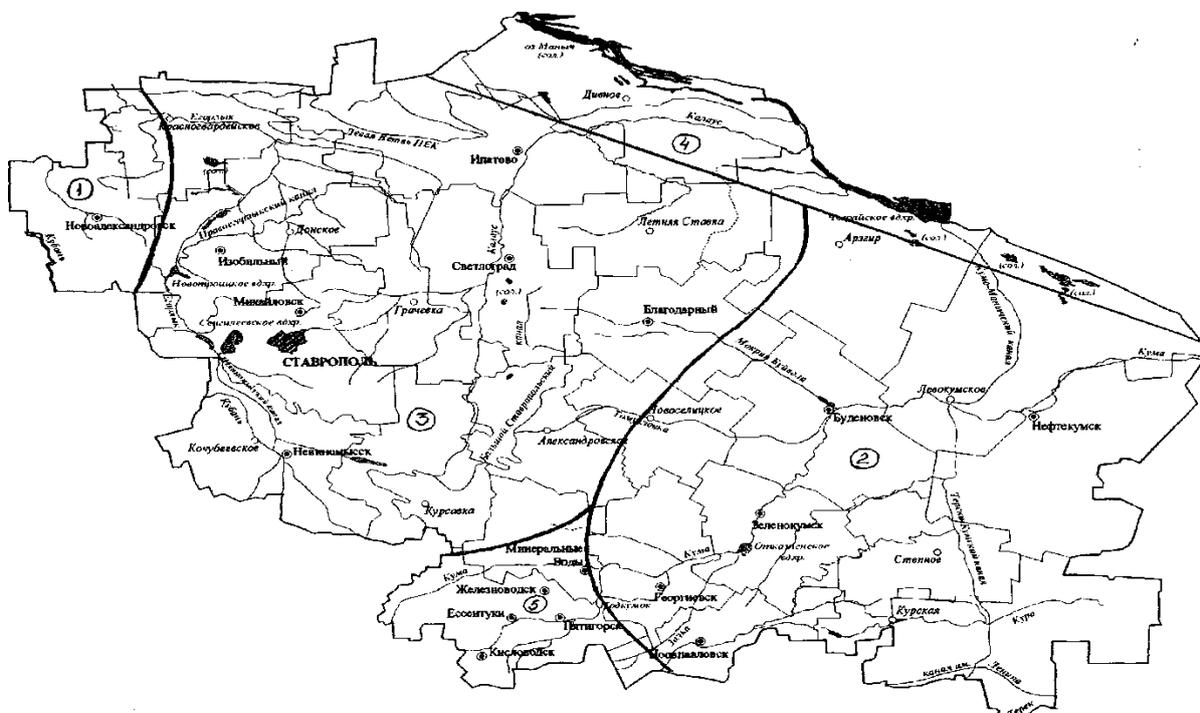


Рис. 1. Схема структурно-гидрологического районирования бассейновых геосистем Ставропольского края:
 1 – Азово-кубанский артезианский бассейн (АКАБ); 2 – Терско-Кумский артезианский бассейн (ТКАБ);
 3 – Гидрологический район Ставропольского свода (ГРСС); 4 – Артезианский бассейн Восточного-Манычского прогиба (АБВ-МП);
 5 – Артезианский склон Северо-Кавказкой моноклинали (АСС-КМ)

Следует отметить, что ООС БСК-1, БСК-2, БСК-3 строились ещё в прошлом столетии, когда стоимость электроэнергии была незначительной и особо не влияла на рентабельность производства в растениеводстве и животноводстве.

На основе анализа ресурсного потенциала на действующих ООС и в частности ООС БСК-4 было установлено, что геоморфологические особенности рельефа земной поверхности и характер расположения орошаемых участков по отношению действующего БСК не учитывается, где разница отметок между уровнями воды в БСК и земной поверхности на орошаемых участках достигает от 70 м и более водяного столба. Использование такого ресурсного потенциала на применяемых дождевальных машинах кругового и фронтального принципа функционирования может уменьшить энергозатраты на 20–30 %. Уменьшение энергозатрат осуществляется за счет использования потенциальной энергии водного потока в закрытой подводящей системе трубопроводов, которая составляет порядка 70 м водяного столба. Использование потенциальной энергии водного потока в подводящем трубопроводе к дождевальной машине осуществляется путем установки микро-ГЭС мощностью до 5,0 кВт непосредственно на дождевальной машине, обеспечивающей синхронное движение секций дождевальной машины (рис. 2).

Результаты и обсуждения

Исходя из объективного действия ограничивающихся условий формирования водных ресурсов в пространственных пределах речных частей бассейновых геосистем Ставропольского края ($W_{\text{ст.кр.}} = 681,86$ тыс. км³) и устойчивой тенденции развития сельскохозяйственного производства на базе действующих ООС возникла объективная необходимость усовершенствования применяемых технологий использования ограниченных водных ресурсов в ограничивающихся условиях. Совершенствование имеющихся и создание новых технологий использования водных ресурсов на ООС на современном этапе развития сельскохозяйственного производства требует **новых идей и новых системных подходов**.

Проблемы использования водных ресурсов в сельскохозяйственном производстве на ООС обуславливают собой системный характер. Исходя из обобщенной **«главенствующей проблемы»** над проблемами **энергии, воды, пищи** можно сделать вывод, что проблемы, связанные с использованием водных ресурсов в технологических процессах сельскохозяйственного производства на ООС решаются исходя из доминирующих проблемы **энергии** во всех процессах формирования количественных и качественных показателей водных ресурсов, их

внутрибассейновым и межбассейновым регулированием и перераспределением, транспортированием до конкретного водопотребителя, водопользователя и технологии их использования на ООС. Необходимость совершенствования имеющихся и создания новых технологий исходя из доминирующей проблемы **энергии** на основе анализа результатов инфраструктуры на действующих ООС БСК (БСК-1, БСК-2, БСК-3, БСК-4) имеющийся внутрисистемный ресурсный потенциал в виде потенциальной энергии водного потока на регулирующих, сопрягающих сооружениях не используется и является энергетическим источником в совершенствовании технологии использования водных ресурсов путем использования электрической энергии, вырабатываемой на внутрисистемных малых ГЭС.

Результатами количественной оценки гидроэнергетического потенциала на действующих 30 внутрисистемных гидротехнических сооружениях (перепадах, регулирующих, сопрягающих сооружениях) было установлено, что суммарная мощность их составляет порядка 180,0 МВт с годовой выработкой электрической энергии около 514,0 млн кВт-ч, а годовое потребление электроэнергии на эксплуатацию ООС Ставропольского края составляет порядка 2,0 млн кВт-ч. Соотношение необходимой потребляемой электрической энергии (2,0 млн кВт-ч) при эксплуатации всех ООС с имеющимся внутрисистемным гидроэнергетическим потенциалом (514,0 млн кВт-ч) определяет с одной стороны уровень совершенства технологии использования водных ресурсов, а с другой стороны доминирующую роль **энергии** в технологии использования водных ресурсов.

Использование естественного геоморфологического характера рельефа земной поверхности в расположении водоисточника (БСК-4) и орошаемых участков, где перепад достигает 70 м водяного столба и более, который не используется на действующих ООС БСК-4, для создания принципиально **новой** технологии использования водных ресурсов была разработана технологическая схема с применением микро-ГЭС. Для использования имеющегося гидроэнергетического потенциала на действующих орошаемых участках ООС БСК-4 для управления работой и функционального перемещения дождевальных машин используется микро-ГЭС отечественного производства, которая устанавливается непосредственно на подводящие трубопроводы дождевальной машины (рис. 2).

Использование микро-ГЭС на дождевальной машине, как показали исследования, необходимо учитывать потери напора на гидроагрегате, которые зависят от его установленной мощности, которая приведена в таблице 1.

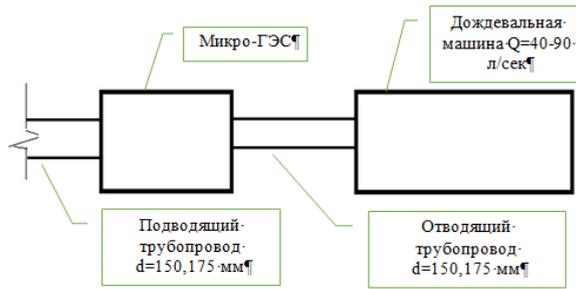


Рис. 2. Схема функциональной работы микро-ГЭС для дождевальной машины

Значение рабочего набора в подводящем трубопроводе, расхода воды (70–80 л/с) в дождевальной машине, по которым определяется необходимая мощность микро-ГЭС, при этом рабочий напор в подводящем трубопроводе дождевальной машины должен составлять не менее 2,5 атм. (25 м водяного столба). Общая схема использования микро-ГЭС на дождевальной машине (кругового действия) приведена на рисунке 3.

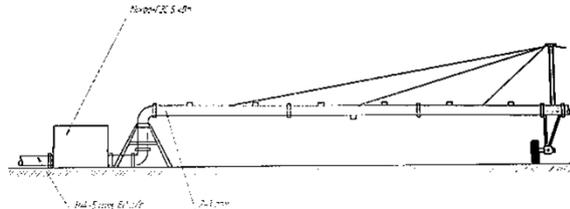


Рис. 3. Схема реализации выработки электрической энергии на микро-ГЭС, установленной на подводящем трубопроводе дождевальной машины кругового действия

Таблица 1

Технические характеристики базовых параметров микро-ГЭС для дождевальных машин

Расход л/с	Напор водяного столба, м				
	20	30	40	50	60
Мощность микро-ГЭС, кВт					
40	6,4	9,6	12,8	16,0	19,2
50	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0
60	9,6	14,4	19,2	24,0	28,8
70	11,2	16,8	22,4	28,0	33,6
80	12,8	19,2	25,6	32,0	38,4
90	14,4	21,6	28,8	36,0	43,2
100	16,0	24,0	32,0	40,0	48,0

Методика оценки ресурсно-энергетического потенциала на ООС БСК (БСК-1, БСК-2, БСК-3, БСК-4) производилась на рассматриваемом участке канала (Эуч, Дж) между сечениями 1-1 и 2-2, используя уравнение Бернулли (1).

$$\mathcal{E}_{уч} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = \left(Z_1 - Z_2 + \frac{P_1 - P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_1 V_1^2 - \alpha_2 V_2^2}{2g} \right) Q \cdot t \cdot \rho \cdot g, \quad (1)$$

где Z_1 и Z_2 – расстояние от свободной поверхности до плоскости сравнения, м;

P_1 и P_2 – давление на свободную поверхность, Н/м²;

ρ – плотность воды, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

α_1 и α_2 – коэффициенты Кориолиса;

V_1 и V_2 – скорость потока в сечениях 1-1 и 2-2 соответственно, м/с;

t – время, с.

Мощность водного потока $N_{уч}$, Вт, на рассматриваемом участке канала определяется выражением (2):

$$N_{уч} = \frac{\mathcal{E}_{уч}}{t} = \left(Z_1 - Z_2 + \frac{P_1 - P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_1 V_1^2 - \alpha_2 V_2^2}{2g} \right) Q \cdot \rho \cdot g, \quad (2)$$

где $Z_1 - Z_2$ – характеризует изменение энергии высотного положения;

$\frac{P_1 - P_2}{\rho g}$ – характеризует изменение энергии давления;

$\frac{\alpha_1 V_1^2 - \alpha_2 V_2^2}{2g}$ – характеризует изменение величины кинетической энергии потока.

Разностью $Z_1 - Z_2$ устанавливается падение уровня свободной поверхности потока воды в пределах рассматриваемого участка $H_{уч}$ м, тогда энергия потока воды на расчетном участке канала $\mathcal{E}_{уч}$, кВт ч, определяется выражением (3):

$$\mathcal{E}_{уч} = H_{уч} \cdot W \cdot \rho \cdot g, \quad (3)$$

а мощность водного потока на рассматриваемом участке, кВт, (4):

$$N_{уч} = H_{уч} \cdot Q \cdot \rho \cdot g. \quad (4)$$

С учетом соотношения 1 кВт = 102 кгс·м/с, и плотности воды $\rho = 1000$ кг/м³ выражение для мощности (4) примет вид:

$$N_{уч} = 9,81 \cdot H_{уч} \cdot Q. \quad (5)$$

Расчет выработки электроэнергии $\mathcal{E}_{ГЭС}$, кВт·ч, производится по формуле (6):

$$\mathcal{E}_{ГЭС} = \frac{H_{нетто} \cdot W \cdot \eta_{эн.обор.}}{367,2}, \quad (6)$$

где $H_{нетто}$ – напор воды, подведенный к гидротурбине, м.

$$H_{нетто} = H_{бр} - \sum h_{пот}, \quad (7)$$

где $H_{бр}$ – действующий напор, м;

$\sum h_{пот}$ – сумма гидравлических потерь напора воды, м.

$$H_{бр} = \left(H_{ст} + \frac{\alpha_1 V_1^2 - \alpha_2 V_2^2}{2g} \right), \quad (8)$$

где $H_{ст}$ – разность статических уровней воды в верхнем и нижнем створах рассматриваемого участка, м.

$$\eta_{эн.обор.} = \eta_{турб.} \cdot \eta_{мех.} \cdot \eta_{ген.} \cdot \eta_{тр.} = 0,7 \quad (9)$$

где $\eta_{эн.обор.}$ – КПД гидроэнергетического оборудования;

$\eta_{турб.}$ – КПД турбины, $\eta_{турб.} = 0,9$;

$\eta_{мех.}$ – КПД механической передачи, $\eta_{мех.} = 0,85$;

$\eta_{ген.}$ – КПД генератора, $\eta_{ген.} = 0,94$;

$\eta_{тр.}$ – КПД трансформатора, $\eta_{тр.} = 0,98$.

Мощность гидроэлектростанции $N_{ГЭС}$, кВт определяется по формуле

$$N_{ГЭС} = 9,81 \cdot H_{нетто} \cdot Q \cdot \eta_{эн.обор.} \quad (10)$$

Удельное потребление воды малой или микро-ГЭС на выработку 1 кВт·ч электроэнергии или 1 кВт мощности выражается величинами удельного объема воды $\omega_{уд} = \frac{W}{\mathcal{E}_{ГЭС}}$, м³/кВт·ч

ч, и удельного расхода воды $q_{уд} = \frac{Q}{N_{ГЭС}}$, м³/с на 1 кВт, тогда получаем:

$$\omega_{уд} = \frac{367,2}{N_{\text{нетто}} \cdot \eta_{\text{эн.обор.}}} \quad (11)$$

$$q_{уд} = \frac{1}{9,81 \cdot N_{\text{нетто}} \cdot \eta_{\text{эн.обор.}}} \quad (12)$$

Величины удельной выработки электроэнергии $\omega_{уд}$, кВт·ч/м³, и удельной мощности $N_{уд}$, кВт·с/м³, определяются обратными величинами

$$\omega_{уд} = \frac{N_{\text{нетто}} \cdot \eta_{\text{эн.обор.}}}{367,2}, \quad (13)$$

$$N_{уд} = 9,81 \cdot N_{\text{нетто}} \cdot \eta_{\text{эн.обор.}} \quad (14)$$

На основе полученных результатов расчётов было установлено, что гидроэнергетический потенциал на действующих ООС Ставропольского края составляет 520,0 млн кВт·ч.

Выводы

1. На основе результатов исследований действующих ООС Ставропольского края (БСК-1, БСК-2, БСК-3, БСК-4) на площади 3666,6 тыс. га было установлено, что внутрисистемный природно-ресурсный потенциал недостаточно ис-

пользуется в части потенциальной энергии водного потока на гидротехнических сооружениях (регулирующих, сопрягающих и др.) для выработки электрической энергии для нужд эксплуатации ООС.

2. В совершенствовании технологии использования водных ресурсов на ООС определена роль «**главенствующей проблемы**» над наиболее важными взаимосвязанными между собой тремя проблемами – **энергии, воды, пищи**, в которых **энергия** выполняет доминирующую роль, в частности в методологии совершенствования технологии использования водных ресурсов путем более полного использования природно-ресурсного потенциала в пределах рассматриваемой бассейновой геосистемы, где формируются водные ресурсы.

3. Основным природным ресурсным потенциалом на действующих ООС являются потоки солнечной энергии, геоморфологические характеристики рельефа земной поверхности на ООС.

Список литературы

- Bondarenko V.L., Semenova E.A. Principles of ecological and economical justification of construction and operating waterwork units В сборнике: Procedia Engineering 2. Сер. "2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016" 2016. С. 1861-1866.
- Methodological Bases of Creation and Development of a New Type of Natural and Technical Systems of Multipurpose Water Use in Urban Areas [Электронный ресурс] / Khetsuriani E.D., Bondarenko V.L., Polianskii N.A. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2019. - Vol. 272 : International science and technology conference "Earth science" 4–6 March 2019, Russky Island, Russian Federation. - № 022225. - Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/272/2/022225/pdf>.
- Methodological measurement basis environmental safety in construction and operation of water management facilities [Электронный ресурс] / Khetsuriani E.D., Bondarenko V.L., Klimenko O.V., Semenova E.A. // E3S Web of Conferences [Электронный ресурс]. - 2019. - Vol. 126 : 2019 International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, IC-MTME 2019; Sevastopol; Russian Federation; 9 September 2019 до 13 September 2019. - Номер статьи 00066. - Режим доступа: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2019/52/e3sconf_icmtme2019_00066.pdf.
- Stefanenko I.V., Semenova E.A., Klimenko O.V., Bondarenko V.A. (2018) Fundamentals of Methodology of Development of the Technical Theory of Natural and Technical Systems in Use of Water Resources // The 2nd International Conference Material Engineering and Application I.V. Vol. 875
- The results of the research on the pipelines protection from Dreissena on the water intake technological complexes of multipurpose water supply systems for urban farms [Электронный ресурс] / Khetsuriani E.D., Bondarenko V.L., Yliasov A.I., Semenova E.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019. - Vol. 698: International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development", 1–5 October 2019, Kislovodsk, Russian Federation. - № 055041. - URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/5/055041/pdf>.
- Бондаренко В.Л. Природно-технические системы многоцелевого водоснабжения городского хозяйства / Хецуриани, Е.Д. Бондаренко В.Л., Семёнова Е.А., Штавдакер М.И. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия Строительство и архитектура. - 2020. - Вып. 54 (73). - С. 148-155.
- Бондаренко В.Л., Дьяченко В.Б. Теоретические основы оценки уровня безопасности водоподпорных гидротехнических сооружений. Водное хозяйство России, т.3, № 2, 2001. С. 159-162.
- Бондаренко В.Л., Дьяченко В.Б., Гутенев В.В., Федорян А.В. - Системный подход в оценке воздействия водохранилищ на окружающую среду // Проблемы региональной экологии № 5, 2006 - С. 6-12
- Бондаренко В.Л., Методологические основы оценки зон влияния водозаборных технологических комплексов систем многоцелевого водоснабжения городских хозяйств и объектов экономики / Хецуриани, Е.Д., Бондаренко В.Л., Ыласов А.И., Семёнова Е.А. // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. - 2019. - № 4 (28). - С. 25-35.
- Бондаренко В.Л., Семёнова Е.А., Алиферов А.В., Клименко О.В. Методология формирования новых идей в технологических процессах использования водных ресурсов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 50 (69). С. 73-79.
- Бондаренко В.Л., Семёнова Е.А., Николенко Д.А., Клименко О.В., Природно-технические системы в использовании водных ресурсов: территории бассейновых геосистем (научная монография) / Новочеркасский Инженерно-Мелиоративный институт им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВПО «ДГАУ»; ФГАОУ ВПО Северо-Кавказский федеральный университет; ФГБОУ ВПО Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016.-200 с.
- Бондаренко В. Л., Г. М. Скибин, В. Н. Азаров, Семёнова Е. А., Приваленко В.В.; Экологическая безопасность в природо-обустройстве, водопользовании и строительстве: оценка экологического состояния бассейновых геосистем: Монография Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016. – 419 с.
- Бондаренко, В. Л. Научно-методологические основы природно-технических систем в использовании водных ресурсов: территории бассейновых геосистем: монография / Хецуриани Е.Д., Бондаренко В.Л., Ыласов А.И. // Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО ДГАУ. - Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2019. - 354 с.

14. Бондаренко, В. Л. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании водохозяйственного комплекса Зеленчукской ГЭС// Бондаренко В. Л., Гутенев В. В., Приваленко В. В., Поляков Е. С. – Теоретическая и прикладная экология № 1, 2007 С. 47-54.
15. Бондаренко, В.Л., Решение экологических проблем при проектировании гидротехнических сооружений (на примере бассейновой геосистемы Верхней Кубани) В.Л. Бондаренко, В.В.Приваленко, А.В. Кувалкин, Е.С. Поляков, С.Г.Прыганов// Ростов-на-Дону, Изд-во ЮНЦРАН, 2009,-314
16. Водные ресурсы СССР и их использование. Л., Гидрометеиздат, 1987. 302 с.
17. Водосбор. Управление водными ресурсами на водосборе / Под научн. ред. Черняева А.М. - Екатеринбург: Изд-во Виктор, 1994. - 160 с.
18. Гед Р. Дэйвис статья «Энергия для планеты Земли», журнал «В мире науки» Ноябрь 1990 г., США, стр. 7-15
19. Геохимия окружающей среды. Под ред. Ю.Е.Саета. Недра, 1990.
20. Ковальчук, М. В. От синтеза в науке – к конвергенции в образовании / М. В. Ковальчук // Образовательная политика. - 2010. - № 11-12 (49-50). – с. 1-12.
21. Майкл Уэббер (Michael Ewebber). Статья Энергия Вода Пища, журнал «В мире науки» Апрель 2015г., США, Стр. 65-71
22. Николис, Г., Познание сложного/ Г. Николис, И. Пригожин. – М.: Мир, 1990. – 425 с.
23. Одум Ю. Основы экологии. Пер. с англ. М., Мир, 1987. 360.
24. Приваленко В.В., Минкина Т.М., Бондаренко В.Л. Экологическая безопасность в строительстве. Инженерно-экологические изыскания в комплексе изысканий под строительство. Ростов-на-Дону, изд-во ЮФУ, 2012. 200 с.: илл.
25. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., Прогресс, 1986. 256 с.
26. Румянцев И.С., Кромер Р. Использование методов инженерной биологии в практике гидротехнического и природоохранного строительства. М., Изд-во МГУ, 2003. 259 с.
27. Сафронов И.Н. Геоморфология Северного Кавказа. Ростов-на-Дону, 1969.

© А. В. Лещенко, А. В. Федорян, О. В. Сорокина, Е. В. Комлев

Ссылка для цитирования:

А. В. Лещенко, А. В. Федорян, О. В. Сорокина, Е. В. Комлев. Методологические основы по совершенствованию технологии использования водных ресурсов на оросительно-обводнительных системах // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 3 (33). С. 9–16.

УДК 691.32

ВИДОВОЙ СОСТАВ МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫЯВЛЕННЫХ НА ОБРАЗЦАХ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ, ЭКСПОНИРОВАННЫХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ И ЦИКЛИЧЕСКИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫХ ФАКТОРОВ

О. В. Ледяйкина¹, А. И. Родин¹, Д. Ю. Власов²

¹Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,
г. Саранск, Россия;

²Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Исследования долговечности мелкозернистых бетонов на сегодняшний день являются актуальной темой в современном строительстве. Биоповреждения являются одним из наиболее важных факторов, которые сказываются на долговечности строительных материалов и конструкций. Тема биоповреждений остается все еще малоизученной, невзирая на то, что происходят ухудшение прочностных показателей материалов и снижение несущей способности конструкций. Всё это может пагубно сказаться на здоровье человека. Объектом исследования являются мелкозернистые бетоны, которые были изготовлены из сухих строительных смесей с применением модифицирующих добавок. Образцы цементных композитов эксплуатировались на площадке под открытым небом 6 месяцев. В данной статье представлены результаты микробиологического исследования мелкозернистых бетонов и воздуха, с которым они контактировали. Испытания проходили в климатических условиях Республики Мордовия.

Ключевые слова: цементные композиты, пластификатор, комплексные добавки, биостойкость, бактерии, грибы.

SPECIES COMPOSITION OF MICROORGANISMS IDENTIFIED BY SAMPLES OF CEMENT COMPOSITES EXPOSED UNDER CONDITIONS UV EXPOSURE AND CYCLING EXISTING TEMPERATURE AND HUMIDITY FACTORS

O. V. Ledyaykina¹, A. I. Rodin¹, D. Yu. Vlasov²

¹National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia;

²Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

Today, studies of the durability of fine-grained concrete are an urgent topic in modern construction. Biodeterioration is one of the most important factors that affect the durability of building materials and structures. The topic of biodeterioration is still poorly studied, despite the fact that there are deterioration in the strength characteristics of materials and a decrease in the bearing capacity of structures. All this can adversely affect human health. The object of the study is fine-grained concrete, which were made from dry building mixtures using modifying additives. Samples of cement composites were operated under a canopy for 6 months. This article presents the results of a microbiological study of fine-grained concrete and the air with which they were in contact. The tests took place in the climatic conditions of the Republic of Mordovia.

Keywords: cement composites, plasticizer, complex additives, biostability, bacteria, fungi.