

УДК 502/504: 556.52:624.9

И.В. ГЛАЗУНОВА

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация,
Государственное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова», г. Москва, Российская Федерация

А.К. РОМАЩЕНКО, К.А. ТИШИНА

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

БИОИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ И НАКОПИТЕЛИ МЕСТНОГО СТОКА ВОДОСБОРОВ ДЛЯ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

В работе выполнен анализ применения биоинженерных и локальных сооружений для более полного использования местных ресурсов водосбора. На основе анализа дана классификация сооружений по их функциональному применению на основе международного, главным образом, Европейского опыта. Проведена сравнительная оценка эффективности рассматриваемых сооружений по среднестатистическим показателям и по результатам имитационных расчетов. Результаты исследований свидетельствуют, что указанные сооружения снижают степень загрязнения водных объектов от 65 до 95% в зависимости от типа сооружений и вида загрязняющих веществ. Одновременно достигается экономия водных ресурсов за счет воспроизведенного стока до 30%. Даны рекомендации по применению биоинженерных и локальных сооружений для более полного использования местных ресурсов водосборов.

Биоинженерные сооружения, локальные инженерные сооружения, водные ресурсы, водосбор, природоохранные мероприятия и сооружения.

Введение. Вода является дефицитным природным ресурсом, подвергаемым разного вида антропогенным загрязнениям. В России, располагающей большими запасами водных ресурсов, проблема водообеспечения водой высокого качества с годами становится все более острой. Кроме основных факторов, неопределенность в решении проблемы вносят возможные климатические изменения.

Содержание Водной стратегии Российской Федерации до 2020 г. направлено на повышение эффективности водопользования, максимально возможное сохранение и восстановление ресурсов речных водосборов, основанное на концепции устойчивого развития природно-технических систем. Значительное удорожание любых материалов и работ по созданию крупных очистных сооружений стимулирует более широкое применение недорогих, но достаточно эффективных методов очищения воды. В связи с этим большее внимание должно быть уделено использованию биоинженерных и иных малых локальных сооружений в сочетании с фитомелиоративными и агротехническими мероприятиями, одновременно выполняющими функцию пополнения подземных водоносных горизонтов благодаря инфильтрации.

Строительство биоинженерных сооружений разного типа, накопительных и фильтрующих прудов, дамб, запруд, копаней, направляющих и фильтрующих валов может стать одним из важных источников водоснабжения в сельских районах, особенно в условиях развития в России мелкоземельных хозяйств и увеличения доли мелкоземельных фермеров. Около восьми процентов земель в России находится в частной собственности (в абсолютном исчислении это больше общей площади пахотных земель всей Европы).

Материалы и методы. На основе анализа международного опыта применения биоинженерных и иных локальных сооружений выполнена классификация по функциональному назначению, особенностям конструкции и принципам течения воды в сооружениях. В расчетах местного стока с водосборной площади использована традиционная методика, в частности, может быть использован графоаналитический метод [1, 6].

Исследование местных ресурсов водосбора и параметров снижения опасности загрязнения природных вод проведено на основе анализа эффективности комплекса природоохранных мероприятий:

- повышение эффективности использования удобрений и пестицидов благодаря заблаговременному (до выпадения осадков) и технологичному внесению удобрений и пестицидов с соблюдением установленной технологии их хранения и транспортировки,

- задержание части поверхностного стока на полях посредством поперечной распашки склонов, устройства лесополос, водоудерживающих земляных валов и бессточных канав,

- увеличение впитывающей способности почв в результате улучшения их водно-физических характеристик. Это достигается в результате рыхления, внесения органических удобрений, пескования тяжелых и глинования легких почв.

- Снижение интенсивности снеготаяния путем снегозадержания и уплотнения снега.

- Перехват части грунтового и поверхностного стока (создание ограждающей дренажной сети, устройство прудов накопителей дренажного стока и строительство водозащитных зон).

Указанные мероприятия максимально эффективны при наличии биоинженерных сооружений разного типа для улучшения задержанного стока, в том числе снижение интенсивности инфильтрации воды в почвогрунтах путем регулирования водного режима (снижение влажности почвы до нижнего оптимального предела перед внесением пестицидов, регулирование положения УГВ).

Эффективность описанных выше мероприятий оценивалась в зависимости от их комплексности и конкретных особенностей объекта и изменяется в широких пределах от 10 до 70%. В числе факторов, определяющих глубину очистки, можно назвать топографические условия, вид растительности, типы почв, параметры сооружений, технологию рыхления и применяемое оборудование.

Расчеты сравнительной эффективности БИС и затрат на их создание и эксплуатацию выполнены с помощью расчетной программы БИС-Excel для моделирования режима и параметров различных типов биоинженерных сооружений с учетом потребности в материалах и затрат на создание биоинженерных объектов.

Результаты и обсуждение. В случае устройства прудов накопителей поверхностного стока их объем зависит от режима водопотребления потенциальных во-

допользователей (коммунально-бытовые нужды, водопой животных, орошение и т.п.), а также от периода, в течение которого должна быть обеспечена доступность местного населения к источнику водоснабжения. Количество прудов на рассматриваемой территории определяется емкостью одного пруда и общим дефицитом воды с учетом потерь на испарение и фильтрацию. Потери на испарение напрямую зависят от местного климата, в то время как потери воды на фильтрацию зависят от типа почвы и конструктивных особенностей пруда.

Водопотребление сельских населенных пунктов обусловлено доступностью водоисточника и уровнем благоустройства. В средних природно-климатических условиях людям требуется от 3 до 6 литров воды в день для еды и питья. Количество воды, используемое для других целей (личной гигиены, уборки и стирки белья), изменяется в более широком диапазоне. В России водопотребление сельского населения изменяется от 50 (в маленьких деревнях) до 120 литров в сутки на человека в наиболее благоустроенных населенных пунктах. Расчеты водопотребления на перспективу учитывают рост населения и увеличение удельного водопотребления не менее чем до 120 л в сутки на человека, тогда как домашний скот нуждается в расходах от 2 до 100 литров воды в день.

Выбор створа для строительства пруда определяется удобным и безопасным местоположением водозабора при разных отметках наполнения пруда, наличием слабопроницаемых грунтов в основании, достаточными размерами дренируемой площади для наполнения пруда в период снеготаяния и дождей. При определении территориальных показателей поверхностного стока требуется надежная оценка уравнения водного баланса с учетом интенсивности и частоты осадков и инфильтрации, что в свою очередь зависит размеров и формы водосбора, впитывающей способности, водопроницаемости, других инженерно-физических характеристик, а также от структуры землепользования и типа растительности.

Скорость инфильтрации стабилизируется по мере насыщения пор почвы водой. Даже при полном насыщении поверхностный сток составляет от 20 до 80% в зависимости от длительности и интенсивности дождя. Доля стока при малой площади водосбора может быть несколько увеличена с помощью направляющих валов и дамб. С другой сто-

роны, контролируемая площадь водосбора не должна быть слишком большой во избежание значительных размеров водовыпуска

для излишков воды (рис. 1). Максимальная рекомендуемая площадь водосбора оценивается примерно в 50 гектар.

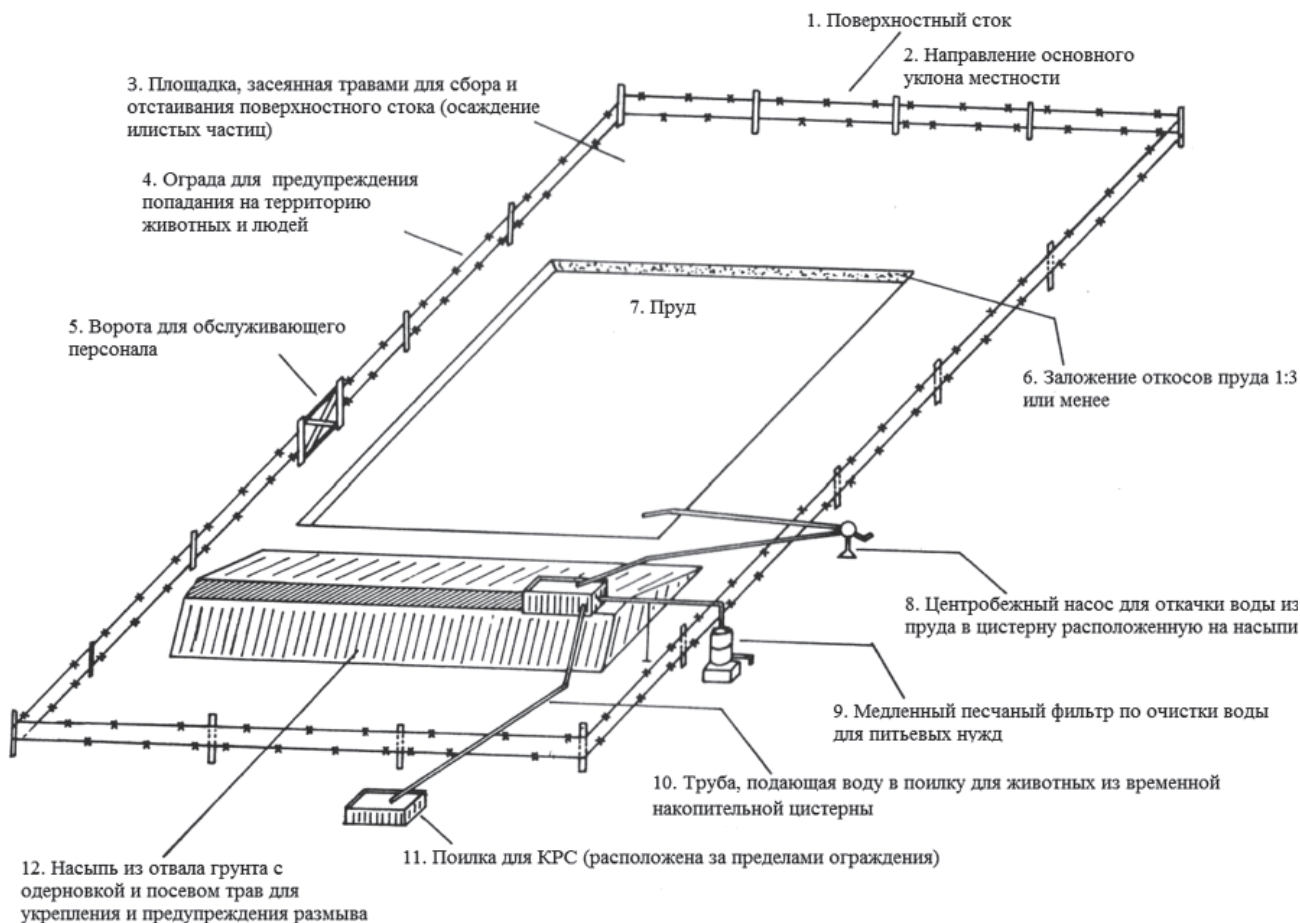


Рис. 1. Пруд-накопитель поверхностного стока

Потери на фильтрацию в грунт могут не учитываться при расчете прудов, если коэффициент фильтрации не превышает $K_f = 0,01-0,001$ м/сут. Для глинистых почв потери на фильтрацию составляют от 1 до 10 мм в сутки и уменьшаются по мере заилинии пруда. Минимальная рекомендуемая глубина пруда составляет 3 м для сокращения потерь на испарение. Потери на испарение и фильтрацию из прудов, создаваемых в глинах и тяжелых суглинках в местности с высокими температурами воздуха, составляют порядка 60% от объема аккумуляции. Для прудов, строящихся в глинах для местностей с более низкими температурами, потери составляют 40% [2, 7, 8]. Устройство нескольких прудов дает возможность попеременной очистки пруда от заилиния без ущемления интересов водопользователей, поскольку один пруд необходимо опорожнять каждые 4-5 лет.

Мероприятия по перехвату, очистке и отводу поверхностного стока с загрязненных территорий

Для предотвращения поступления загрязняющих веществ с поверхностным стоком возможно обустройство поглотителей поверхностных вод (ППВ-1) по границе территории с засыпкой сорбента.

Количество поглотителей по границе загрязненной территории зависит от модуля поверхностного стока, определяемого для рассматриваемой части водосборной площади. Необходимое количество сорбента (табл. 1) и периодичность его замены рассчитывается с учетом физико-химических показателей сорбентов и загрязняющей нагрузки [7].

Сапропель очищает воду от цинка (88%), кобальта (81%), никеля (60%) и значительно снижает концентрацию нефтепродуктов.

Таблица 1
Физико-химические показатели сорбентов на основе сапропеля

Сорбент	Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы	Удельная поверхность, м ² /г	РН
Сапропель	190	66	7,7

Мероприятия по накоплению и использованию дождевой воды в коттеджных поселках

Для более полного использования местных ресурсов водосбора существуют тех-

нические решения по сбору и накоплению дождевой воды, фильтрации ее с помощью фильтров различной конструкции и использования для бытовых и питьевых целей [2, 7]. Для очистки дождевой воды используются био-песчаные фильтры. Биоактивные слои песчаного фильтра, расположенные на разной глубине, повышают эффективность очистки воды. Биоактивные агенты позволяют удалять загрязняющие вещества и влияют на срок работы фильтра, физические агенты позволяют коллоидировать и абсорбировать загрязнители на песчаных фильтрах. Эффективность описанных выше мероприятий характеризуется данными таблицы 2.

Таблица 2

Среднестатистическая эффективность сокращения уровня загрязнения рек-водоприемников пестицидами

Мероприятия	Эффективность, %
Соблюдение технологии внесения удобрений и пестицидов	40-60
Распашка поперек склона	10-30
Устройство лесополос	20-40
Устройство водозадерживающих валов	10-30
Устройство бессточных канав, прудов, запруд	30-60
Рыхление почв	5-20
Устройство прудов накопителей дренажного стока	30-40
Устройство биоинженерных сооружений	65-85
Устройство водоохранных зон	40-70

Опыт использования биоинженерных сооружений в России и за рубежом

С 1967 г. Фирма АКНА (Италия) применяет биоинженерные сооружения (БИС) для очистки производственных сточных вод предприятий, специализирующихся на производстве красителей и других продуктов органической химии. В Германии БИС первый раз были применены в городе Othfresen (Отфрезен) в 1974 году. В посёлке Kibleg (Киблер) города Schurtannen (Штуртаннен), в котором проживает 70 человек, сточные воды очищаются с помощью 4-х БИС. На основе опытов в г. Крефельд создана первая установка по подготовке питьевой воды с использованием БИС. Подобные установки уже существуют в г. Берлине (р. Шпрее) и на водной станции угольного бассейна Северной Вестфалии (Гельсенкирхен). В Ирландии в г. Вильямстоуне, успешно эксплуатируется система совместной очистки хозяйственно-бытовых вод с использованием БИС.

Австралийские ученые разработали способ очистки поверхностного стока от автомагистралей. Дороги не обустроиваются бордюрами, сбор стока осуществляется фильтрационными траншеями, заполненными на глубину 0,8 м гравием. На дне траншеи прокладываются сборные трубопроводы диаметром 150 мм, которые транспортируют сток для дальнейшей очистки в биоплато.

В КНР построены БИС для очистки городских сточных вод (Пекин), в городе Шэньчжэнь БИС обеспечивают очистку воды из поселка с населением около 10 тысяч человек. Интересен китайский опыт использования водного гиацинта для очистки сточных вод кинофабрики от серебра.

В России в Томской области опробованы малобюджетные мероприятия, обеспечивающие круглогодичную эффективную очистку и обеззараживание сточных вод населенных пунктов до 30 тысяч жителей в искусственных и природных водно-болотных экосистемах. Имеется опыт практического использования БИС в условиях Среднего Урала, где

в качестве сооружений для доочистки городских стоков от взвешенных веществ, остаточных органических веществ и соединений азота применяют БИС. Характерно, что даже в январе и феврале величина БПК₅ выходящей воды не превышала 3 мг/л.

Водоохраный комплекс, состоящий из двухкаскадной системы специальных прудов: отстойника-деструктора и стабилизатора, разработан на БСК-4 (4-я очередь Большого Ставропольского канала) в пойме реки Мокрая Буйвола. Проектом предусмотрено строительство семи комплексов с биологической очисткой дренажных вод с целью их использования для орошения и защиты реки Кума от загрязнения.

В последнее десятилетие в России получили развитие габионные очистные фильтрующие сооружения, создаваемые НПО «Эколандшафт» для очистки дождевых, талых и мочных сточных вод, поступающих с дорожного полотна. Габионные

очистные фильтрующие сооружения построены во многих местах московского региона. Пруды с культурой эйхорнии применяются для очистки стока снегоплавильных заводов в г. Москве. В Беларуси Институтом мелиорации и луговодства разработаны технологии очистки и обеззараживания животноводческих стоков.

В рамках международных проектов ЕС проводятся исследования сооружений фитотехнологии в зимний период (эксперты Швеции, Финляндии, Нидерландов и Эстонии); в 2005 году завершено строительство первого биоплато за полярным кругом в бассейне р. Кола на Кольском полуострове (Россия, Финляндия и Нидерланды). Реализованные технологии показали эффективность рекомендуемых мероприятий по сокращению загрязняющей нагрузки на водный объект до 90%.

По результатам обзорного анализа составлена классификация БИС по их функциональному назначению (рис. 2).

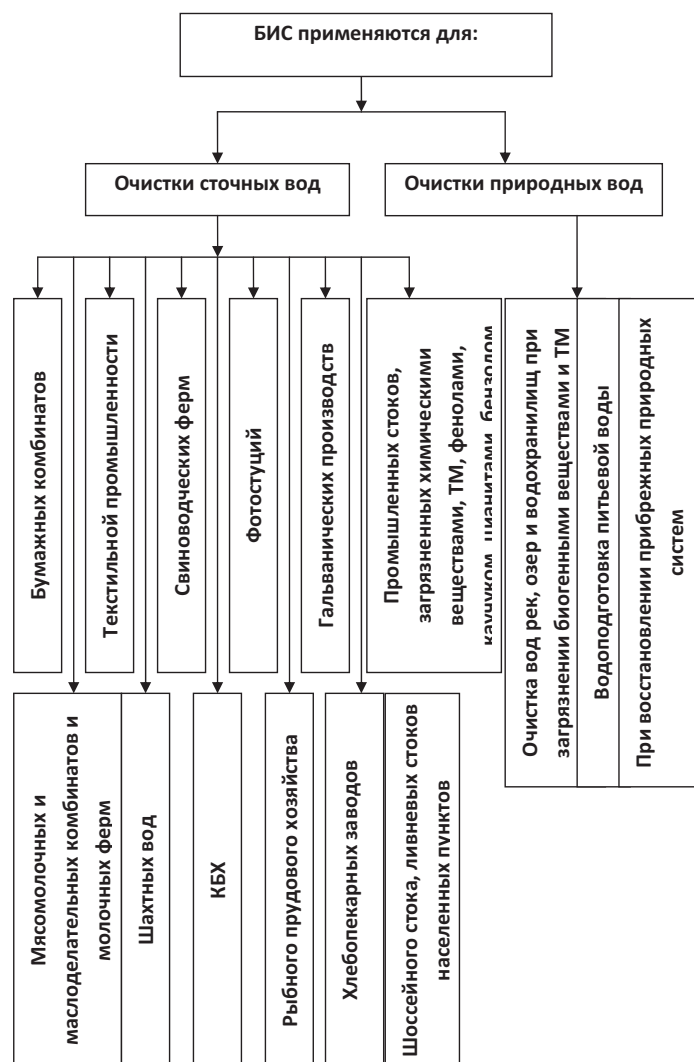


Рис. 2. Область применения биоинженерных сооружений в мировой практике

На основе несложной программы БИС-Excel авторами проведен сравнительный анализ параметров различных типов биоинженерных сооружений по отдельным элементам. В таблице приведены результаты расчетов для 3-х типов БИС. Можно отметить, что при одной и той же площади сооружений, затраты на создание инфильтрационного биоплата [6] оказались значительно выше, чем при устройстве интенсивно дренируемых площадок (многосекционное сооружение из 2-х секций). Удорожание сооружений со скрытой поверхностью воды может объясняться большей потребностью в материалах для создания объемной фильтрующей засыпки в основании (табл. 3).

Эффективность применения локальных инженерных сооружений обусловлена сравнительно невысокой стоимостью строительства и эксплуатации. По материалам исследований, указанные сооружения снижают степень загрязнения водных объектов от 65 до 95% в зависимости от типа сооружений и вида загрязняющих веществ [9]. Одновременно достигается экономия водных ресурсов за счет воспроизведенного стока. На основании изложенных соображений и международного опыта локальные инженерные сооружения могут быть рекомендованы для использования в фермерских хозяйствах, коттеджных поселках, а также для улучшения экологии загрязненных водосборов.

Таблица 3

Сравнительные характеристики различных типов биоинженерных сооружений

Тип сооружения	Площадь, га	Глубина воды, м	Толщина фильтрующей засыпки, м	Объем фильтрующей засыпки, м ³	Объем воды в сооружении, м ³	Количество ВВР, шт		Затраты на сооружение, млн.руб./млн.руб/год
						Полупогруженные	Погруженные	
Интенсивно-дренируемые площадки	0,197	1,5	0,6	475,5	1121,6	7880	560,8 280.4	K=4,2 Z=0,5
Инфильтрационное биоплато	0,197	1,5	1,5	2919,2	5658	7880	2829 1414,5	K=7,0 Z=0,84
Каскад каналов-биопрудов	0,16	1	0,6	915,6	3724	6400	1862 931	K=1,2 Z=0.15

* Расчеты выполнены в ценах 2014 года

Таблица 4

Эффективность применения БИС

Применение БИС для очистки:	По фосфору: возможность сброса в водный объект, Э %		По азоту: возможность сброса в водный объект, Э %		По ХПК: возможность сброса в водный объект, Э %	
	+	Э %	+	Э %	+	Э %
1. Сточных вод города	+	88%	+	94%	+	82
2. Сточных вод ПГТ	+	99%	+	63%	+	80
3. Сточных вод СКБХ	+	91%	нд	нд	Нд	Нд
4. Дренажного стока с орошаемых земель	+	(28-87)%	+	93%	+	94%
5. Рыбного прудового хозяйства	+	80%	+	55%	Нд	97%
6. Речного стока при эвтрофикации	+	68,8%	+	50%	+	56%
7. Озер	+	96%	+	64%	Нд	Нд
8. Сточных вод завода переработки резины	нд	Нд	+	83%	+	36%
9. Нефтеперерабатывающего завода	нд	Нд	нд	нд	-	98%
10. Животноводческих стоков	нд	Нд	нд	нд	-	98%

Примечание: нд – нет данных, Э – эффективность очистки.

Выводы

Эффективность применения локальных инженерных сооружений обусловлена сравнительно невысокой стоимостью их строительства и эксплуатации. Указанные сооружения снижают степень загрязнения водных объектов от 65 до 95% в зависимости от типа сооружений и вида загрязняющих веществ. Одновременно достигается экономия водных ресурсов за счет воспроизведенного стока. На основании изложенных соображений и международного опыта локальные инженерные сооружения могут быть рекомендованы для использования в фермерских хозяйствах, коттеджных поселках, а также для улучшения экологии загрязненных водосборов.

В большинстве случаев, эффективность БИС оказалась достаточной для очистки сточных и природных вод до нормативов качества, допускающих сброс сточных вод непосредственно в водные объекты.

Недостаточная эффективность БИС прослеживается в следующих случаях:

- при очистке животноводческих стоков без предварительной их подготовки по азоту,
- при очистке стоков нефтеперерабатывающих предприятий без предварительной их подготовки по ХПК и БПК,
- при очистке животноводческих стоков без предварительной подготовки по ХПК и БПК,
- при очистке стоков бумажных фабрик по взвешенным веществам.

Опыт эксплуатации действующих биоплато и наблюдения за природными зарослями высших водных растений показывают, что их экосистема является сбалансированной по фитомассе и не нуждается в искусственной регуляции. Иначе обстоит дело в случае использования биоплато для промышленных предприятий, сточные воды которых содержат тяжелые металлы и токсины. В этом случае опасность вторичного загрязнения воды существует и эксплуатация биоплато существенно усложняется.

Поэтому предпочтительной областью применения биоинженерных и локальных сооружений являются небольшие поселки, отдельно стоящие коттеджи, кемпинги и гостиницы, торговые центры, размещенные в сельской местности или вдоль автомобильных трасс, очистка дренажного стока и подобные им комплексы.

Библиографический список

1. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. Государственный Гидрологический институт. – СПб.: Изд-во Нестор-История, 2009. – 193 с.

2. **Раткович Л.Д., Глазунова И.В., Алиев М.П.** Методология использования биоинженерных сооружений в России и за рубежом. // ВОДАmagazine (водопользование, водоснабжение, водоотведение). – 2011. – № 12(52). – С. 38-43.

3. The 60th International Executive Council Meeting and 5th Asian Regional conference 6-11 December 2009. New Delhi, India Empirical models of bio-sand filter to remove pollutants from rainwater to properly secure the family water storage in anticipating of climate change Mohamad Ali Fulazzaky¹, 2; Amir Hashim Mohd Kassim¹; and Ab Aziz Abd Latiff¹.

4. **Blankenberg A.-G.B., Braskerud B.C.** «LIERDAMMEN» – a wetland testfield in Norway. Retention of nutrients, pesticides and sediments from a agriculture runoff: Diffuse Pollut. Conf., Dublin, 2003.

5. **Healy A., Cawley M.** Nutrient Processing Capacity of a Constructed Wetland in Western Ireland // J. Environ. Quality. – 2002. – 31. – P. 1739-1747.

6. **Глазунова И.В., Раткович Л.Д., Соколова С.А.** Проектирование биоинженерных сооружений в составе схем комплексного использования водных ресурсов. Учебное пособие. – М.: МГУП, 2011. – 63 с.

7. **Кирейчева Л.В., Глазунова И.В.** Prevention of water bodies' pollution with drainage flow. 21st European regional Conference "Integrated land and water resources management: towards sustainable rural development" 15-19 May 2005, Frankfurt (Oder), Germany and Slubice, Poland.

8. **Кирейчева Л.В., Глазунова И.В.** Методика расчета прудов-накопителей дренажного стока для локальных участков орошения. // Природообустройство. – 2012. – № 5. – С. 30-36.

9. **Раткович Л.Д., Маркин В.Н., Глазунова И.В., Соколова С.А.** Факторы влияния диффузного загрязнения на водные объекты. // Природообустройство. – 2016. – № 3. – С. 64-75.

10. **Раткович Л.Д., Маркин В.Н., Глазунова И.В.** Вопросы рационального использования водных ресурсов и проектно-

го обоснования водохозяйственных систем. Монография. – М.: МГУП, 2013. – 256 с.

Материал поступил в редакцию 19.02.2018 г.

Сведения об авторах

Глазунова Ирина Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры Комплексного использования водных ресурсов и гидравлики РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, улица Тимирязевская, 49, корп. 28, тел. 8(499)9762156; старший научный сотрудник отдела природоохранных технологий ФГНБУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова,

127550, г. Москва, ул. Б. Академическая, д.44., корп. 2; тел.: 8(499)9762349; e-mail: ivglazunova@mail.ru

Ромашенко Анастасия Константиновна, студентка-бакалавр 4-го курса обучения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, корп. 28, тел. 8(499)9762156; e-mail: romashkaa711@gmail.com

Тишина Ксения Александровна, студентка-бакалавр 4-го курса обучения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, корп. 28, тел. 8(499)9762156.

I.V. GLAZUNOVA

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation. State research institution «All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after. A.N. Kostyakov», Russia, Moscow

A.K. ROMASHCHENKO, K.A. TISHINA

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university-MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

BIOENGINEERING STRUCTURES AND STORAGES OF LOCAL FLOWING OF WATERSHEDS FORA MORE EFFICIENT USAGE OF WATER RESOURCES OF RIVER BASINS

The analysis of using bioengineering and local structures for a fuller utilization of local watershed resources is given in the paper. On the basis of the analysis there is given a classification of structures according to their functional application basing on the international experience, mainly European experience. The comparative assessment of the efficiency of the bioengineering and local structures as well as environmental measures under consideration is carried out according to average statistical indices and results of simulation calculations. The research results indicate that the specified structures reduce the pollution degree of water bodies from 65 to 95% depending on the type of structures and type of polluting substances. Simultaneously there is achieved water resources saving within the watershed due to the reproduced flow up to 30%. Recommendations on the use of bioengineering and local structures for a fuller use of local resources of watersheds are given.

Bioengineering structures, local engineering structures, water resources, watershed, environmental measures and structures.

Reference list

1. Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu raschetnyh gidrologicheskikh harakterisrik pri otsutstvii dannyh gidrometricheskikh nablyudenij. Gosudarstvennyy Gidrologichesky institut. – SPb.: Izd-vo Nestor-Istoria, 2009. – 193 s.

2. **Ratkovich L.D., Glazunova I.V., Aliev M.P.** Motodologiya ispolzovaniya bioinzhenernykh sooruzhenij v Rossii i za rubezhom. // VODA magazine (vodopolzovanie, vodosnabzhenie, vodootvedenie). – 2011. – № 12(52). – S.38-43

3. The 60th International Executive Council Meeting and 5th Asian Regional conference 6-11

December 2009. New Delhi, India Empirical models of bio-sand filter to remove pollutants from rainwater to properly secure the family water storage in anticipating of climate change Mohamad Ali Fulazzaky^{1, 2}; Amir Hashim Mohd Kassim¹; and Ab Aziz Abd Latiff¹

4. **Blankenberg A.-G.B., Braskerud B.C.** «LIERDAMMEN» – a wetland testfield in Norway. Retention of nutrients, pesticides and sediments from a agriculture runoff: Diffuse Pollut. Conf., Dublin, 2003.

5. **Healy A., Cawley M.** Nutrient Processing Capacity of a Constructed Wetland in Western Ireland // J. Environ. Quality. – 2002. – 31. – P. 1739-1747.

6. **Glazunova I. V., Ratkovich L.D., Sokolova S.A.** Proektirovanie bioinzhenernykh sooruzhenij v sostave skhem kompleksnogo ispolzovaniya vodnykh resursov. Uchebnoe posobie. – M.: MGUP, 2011. – 63 S.

7. **Kirejcheva L.V., Glazunova I.V.** Prevention of water bodies' pollution with drainage flow. 21st European regional Conference "Integrated land and water resources management: towards sustainable rural development" 15-19 May 2005, Frankfurt (Oder), Germany and Slubice, Poland.

8. **Kirejcheva L.V., Glazunova I.V.** Metodika rascheta prudov-nakopitelej drenazhnogo stoka dlya lokalnykh uchastkov orosheniya. // Prirodoobustrojstvo. – 2012. – № 5. – S30-36.

9. **Ratkovich L.D., Markin V.N., Glazunova I.V., Sokolova S.A.** Faktory vliyaniya diffuznogo zagryazneniya na vodnye objekty. // Prirodoobustrojstvo. – 2016. – № 3. – S. 64-75.

10. **Ratkovich L.D., Markin V.N., Glazunova I.V.** Voprosy ratsional'nogo ispolzovaniya vodnykh resursov i proektnogo obosnovaniya vodohozyajstvennykh system. Monografiya. – M.: MGUP, 2013. – 256 s.

The material was received at the editorial office
19.02.2018

Information about the authors

Glazunova Irina Victorovna, candidate of technical sciences, associate profes-

sor, Department of the integrated use of water resources and hydraulics – Federal State Budgetary Institution – Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev, Russia, 127550, Timiryazevskaya street, 49, building 28; a researcher of All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after. A.N. Kostyakov, Russia, Moscow; tel.: 8(499)9762349; e-mail: ivglazunova@mail.ru

Romashchenko Anastasia Konstantinovna, undergraduate students of the 4th year of study, performing research and diplomas at the Department of the integrated use of water resources and hydraulics – Federal State Budgetary Institution – Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev, Russia, 127550, Timiryazevskaya street, 49, building 28; tel.: 8(499)9762156; e-mail: al.ksusha@mail.ru

Tishina Ksenia Aleksandrovna, undergraduate students of the 4th year of study, performing research and diplomas at the Department of the integrated use of water resources and hydraulics – Federal State Budgetary Institution – Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev, Russia, 127550, Timiryazevskaya street, 49, building 28; tel.: 8(499)9762156; e-mail: al.ksusha@mail.ru