

Известия вузов. Строительство. 2021. № 9. С. 93–98.

ISSN 0536-1052

News of Higher Educational Institutions. Construction. 2021; (9): 93–98.

ISSN 0536-1052

Научная статья

УДК 628.29

DOI: 10.32683/0536-1052-2021-753-9-93-98

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИ НЕСОВЕРШЕНСТВЕ СИСТЕМ ОТВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА НА РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Оксана Александровна Гребнева^{1, 2}, Ольга Леонидовна Лавыгина²

¹ Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск, Россия

² Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

Аннотация. Рассмотрены последствия нарушения правил благоустройства рекреационных территорий, в результате которых образующийся ливневой сток поступает в поверхностные водоемы. Объектом исследования является система отведения поверхностного стока на прибрежных территориях с интенсивной рекреационной нагрузкой в пос. Джубга на побережье Черного моря и в р. п. Листвянка на побережье оз. Байкал. Рассматриваемые в данной работе территории представляют собой прибрежные участки, интенсивно эксплуатируемые с целью осуществления рекреационных видов деятельности. Был определен размер возможного экологического ущерба, возникающего при несовершенстве системы отведения ливневых сточных вод на данных территориях.

Ключевые слова: системы водоотведения, загрязняющие вещества, ливневые сточные воды, экологический ущерб

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания (№ FWEU-2021-0002, Рег. № АААА-А21-121012090012-1) программы фундаментальных исследований РФ на 2021–2025 годы.

Для цитирования: Гребнева О.А., Лавыгина О.Л. Анализ экологического ущерба при несовершенстве систем отведения поверхностного стока на рекреационных территориях // Известия вузов. Строительство. 2021. № 9. С. 93–98. DOI: 10.32683/0536-1052-2021-753-9-93-98.

Original article

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL DAMAGE DUE TO IMPERFECTION OF SURFACE RUNNOWN DISCHARGE SYSTEMS IN RECREATIONAL TERRITORIES

Oksana A. Grebneva^{1, 2}, Olga L. Lavygina²

¹ Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

² Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. The article considers the consequences of violation of the rules for the improvement of recreational areas, as a result of which the resulting storm runoff enters surface water area. The object of the study is the system of surface runoff diversion in

coastal areas with an intense recreational load in the village of Dzhubga village on the Black Sea coast and in the Listvyanka village on the coast of the lake Baikal. The territories considered in this paper are coastal areas intensively exploited for the purpose of recreational activities. In this work, the amount of possible environmental damage resulting from the imperfection of the storm sewage disposal system in these territories was determined.

Keywords: sewerage systems, pollutants, storm water, environmental damage

Acknowledgments: The work was carried out within the framework of the state task (No FWEU-2021-0002, Reg. No AAAA-A21-121012090012-1) of the RF Basic Research Program for 2021–2025.

For citation: Grebneva O.A., Lavygina O.L. Analysis of environmental damage due to imperfection of surface runoff discharge systems in recreational territories. *News of Higher Educational Institutions. Construction*. 2021; (9): 93–98. (In Russ.). DOI: 10.32683/0536-1052-2021-753-9-93-98.

Введение. Проблема загрязнения акваторий в рекреационных зонах сточными водами носит актуальный характер. Некоторые авторы [1] отмечают, что атмосферные осадки трех портовых городов Причерноморья (Одесса, Севастополь, Геленджик) содержат широкий спектр загрязняющих веществ, концентрация которых достигает значительных величин, а основной поток загрязнения поступает в ливневые стоки с поверхности земли.

Рассматриваемые в данной работе территории представляют собой прибрежные участки, интенсивно эксплуатируемые с целью осуществления рекреационных видов деятельности. Оз. Байкал, являясь объектом Всемирного природного наследия ЮНЕСКО, также испытывает рекреационную нагрузку ввиду его природной уникальности. Максимальную популярность среди туристов приобрел р. п. Листвянка, расположенный на побережье оз. Байкал. Особенностью данных прибрежных территорий является не только высокая рекреационная нагрузка, но и доступность для передвижения автомобильного транспорта.

Как отмечают некоторые авторы [2–7], оз. Байкал испытывает антропогенную нагрузку ввиду деятельности жилищно-коммунального комплекса и требует инновационных подходов при эксплуатации систем жизнеобеспечения.

Объектом исследования является система отведения поверхностного стока на прибрежных территориях с интенсивной рекреационной нагрузкой пос. Джубга Краснодарского края, расположенного на побережье Черного моря. Проведен анализ возможных поступлений загрязняющих веществ с территорий в акваторию на побережье Черного моря и оз. Байкал.

Постановка задачи исследования. Для оценки возможного экологического ущерба при поступлении ливневых сточных вод рассмотрена система сбора и отведения поверхностного стока с водосборной площади рекреационных территорий, расположенных на побережье Черного моря (в районе пос. Джубга) и оз. Байкал (р.п. Листвянка). Исследуемые в статье территории представлены на рис. 1.

Как видно из рис. 1, рассматриваемые рекреационные участки расположены в водоохранных зонах и представляют собой водосборные площади.



Рис. 1. Рекреационные территории на побережье Черного моря (а) и оз. Байкал (б)
 Fig. 1. Recreational areas on the Black Sea coast (a) and Lake Baikal (b)

Следует отметить, что в районе пос. Дзубга расположены два пляжа для населения, где разрешено купание. Место сброса неочищенных поверхностных стоков зафиксировано на периферийной части одного из них.

На рис. 2 представлен внешний вид покрытия пешеходных зон.

Для расчета приняты климатические параметры исследуемой территории, ее площадь, а также уровень благоустройства.



Рис. 2. Сброс ливневого стока в акваторию Черного моря
 а – покрытие водосборной площади; б – водосборный лоток, наполненный в период выпадения осадков; в – сброс ливневого стока на рельеф; г – сброс ливневого стока в акваторию Черного моря

Fig. 2. Discharge of stormwater runoff into the Black Sea
 а – coverage of the catchment area; б – catchment tray filled during precipitation; в – discharge of stormwater runoff to the relief; г – discharge of stormwater runoff into the Black Sea

Методика оценки количества загрязняющих веществ, поступающих при сбросе поверхностного стока без очистки. Среднегодовой объем поверхностного стока от селитебных территорий устанавливался в соответствии с рекомендациями¹.

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на селитебных территориях и площадках предприятий в период выпадения дождей и таяния снега, определяется по формуле

$$W_r = W_d + W_t, \quad (1)$$

где W_d, W_t – среднегодовой объем дождевых и талых вод соответственно, м³.

Среднегодовой объем дождевых и талых вод, стекающих с селитебных территорий и промышленных площадок, вычисляется по формулам:

$$W_d = 10h_d\psi_d F, \quad (2)$$

$$W_t = 10h_t\psi_t F, \quad (3)$$

где h_d – слой осадков за теплый период года, мм;

ψ_d и ψ_t – общий коэффициент стока дождевых и талых вод соответственно;

F – площадь стока, га;

h_t – слой осадков за холодный период года (определяет общее годовое количество талых вод) или запас воды в снежном покрове к началу снеготаяния, мм. Расчеты проводились на основе данных, приведенных в СП 131.13330.2020².

Масса загрязнений в виде взвешенных веществ, нефтепродуктов и солей определена по формуле

$$M = cW_r, \quad (4)$$

где c – удельный вынос загрязняющих веществ с селитебных территорий, кг/(га в год).

Численные исследования. При расчете расхода поверхностных сточных вод при их поступлении в акваторию приняты климатические параметры для Краснодарского края в холодный и теплый период 309 и 409 мм соответственно. Суммарное поступление неочищенных сточных вод с территории центрального пляжа составляет 2154 000 м³ ежегодно.

Удельные нормативы загрязняющих веществ, поступающих с поверхностным стоком, приняты в соответствии с СП 131.13330.2020.

Описанная выше методика позволяет установить экологический ущерб как в количестве вредных веществ, так и в денежном эквиваленте. В данной работе был определен размер возможного экологического ущерба в объеме вредных веществ, возникающего при несовершенстве системы отведения ливневых сточных вод на территориях пос. Джубга Краснодарского края и р.п. Листвянка Иркутской области.

Результаты расчета количества поступающих загрязняющих веществ в летний и зимний периоды, а также итоговые результаты расчета массы загрязняющих веществ в акваторию Черного моря в районе пос. Джубга приведены в таблице.

¹ Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, Площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. М., 2015.

² СП 131.13330.2020. Строительная климатология. М., 2021.

Массы загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих в акваторию Черного моря

The masses of pollutants in wastewater entering the Black Sea

Загрязняющие компоненты	Удельный вынос, кг/(га в год)	Лето, т	Зима, т	Итого, т
Взвешенные вещества	2500	3067 500	2317 500	5385 000
Нефтепродукты	40	49 080	37 080	86 160

Результаты расчета массы загрязняющих веществ в составе сточных вод показали, что ежегодно с поверхностным стоком в акваторию Черного моря поступает 5385 тыс. т взвешенных веществ и 86,160 тыс. т нефтепродуктов. В ходе проведения аналогичного расчета по акватории оз. Байкал установлено, что в результате организации рекреационной деятельности на территории р. п. Листвянка в акваторию оз. Байкал поступает 17 258 т взвешенных веществ и 230 т нефтепродуктов.

Заключение. Установлено, что на рассматриваемых рекреационных территориях ливневой сток направляется в акваторию, не проходя при этом мероприятий по его очистке. Расчетным методом определен годовой выпуск сточных вод, который составляет для Черного моря 2154 тыс. м³.

Результаты расчета массы загрязняющих веществ в составе сточных вод показали, что ежегодно с поверхностным стоком в акваторию Черного моря поступает 5385 тыс. т взвешенных веществ и 86,160 тыс. т нефтепродуктов, а в акваторию оз. Байкал – 17 258 т взвешенных веществ и 230 т нефтепродуктов.

Полученные в результате численных исследований данные подтверждают необходимость реконструкции систем водоотведения на территориях Краснодарского края и Иркутской области, что позволит существенно уменьшить экологический ущерб, наносимый акваториям Черного моря и оз. Байкал.

Список источников

1. *Беляева О.И.* О загрязнении ливневых стоков, поступающих в прибрежную зону Черного моря (обзор) // Учен. зап. Тавр. нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Серия: География. 2012. Т. 25. № 2. С. 20–27.
2. *Макотрина Л.В.* Состояние систем водоотведения в Иркутской области и перспективы их развития в соответствии с государственными программами // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2017. Т. 7, № 1. С. 69–76.
3. *Chupin R., Pham N.M., Chupin V.* Optimization of the sewerage systems scheme of cities and populated areas // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering link is disabled. 2019. Vol. 667, no. 1. P. 012018.
4. *Lavygina O., Grebneva O., Maizel I.* Environmental aspects for the reconstruction of housing and communal services in the village Listvyanka of Irkutsk region // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 667. ID:012056. doi: 10.1088/1757-899X/667/1/012056
5. *Grebneva O., Lavygina O.* Study of the possibility for reducing of environmental damage when the transition to alternative sources of heat supply systems in housing and communal services // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering link is disabled. 2020. Vol. 880. no. 1. P. 012043.

6. Лавыгина О.Л., Гребнева О.А. Природоохранные технологии в системах жилищно-коммунального хозяйства на Байкальской природной территории // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. Т. 9, № 4. С. 726–733.
7. Лавыгина О.Л., Гребнева О.А. Оценка экологического ущерба при авариях на системах водоотведения г. Иркутска // Известия вузов. Строительство. 2021. № 6. С. 88–94.

References

1. Belyaeva O.I. Pollution of storm drains entering the coastal zone of the Black Sea (review). *Uchenyye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo = Scientific notes of the Taurida National University V.I. Vernadsky*. Series: Geography. 2012; 25 (2): 20–27. (In Russ.).
2. Makotrina L.V. The state of waste water disposal systems in the Irkutsk region and prospects for their development in accordance with state programs. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = News of Higher Educational Institutions. Investment. Construction. Realty*. 2017; 7 (1): 69–76. (In Russ.).
3. Chupin R., Pham N.M., Chupin V. Optimization of the sewerage systems scheme of cities and populated areas. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* this link is disabled. 2019; 667(1): 012018.
4. Lavygina O., Grebneva O., Maizel I. Environmental aspects for the reconstruction of housing and communal services in the village Listvyanka of Irkutsk region. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2019; (667). ID:012056. doi: 10.1088/1757-899X/667/1/012056
5. Grebneva O., Lavygina O. Study of the possibility for reducing of environmental damage when the transition to alternative sources of heat supply systems in housing and communal services. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* this link is disabled. 2020; 880(1): 012043.
6. Lavygina O.L., Grebneva O.A. Environmental protection technologies in housing and communal services systems in the Baikal Natural Territory. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = News of Higher Educational Institutions. Investment. Construction. Realty*. 2019; 9 (4): 726–733. (In Russ.).
7. Lavygina O.L., Grebneva O.A. Evaluation of environmental damage in case of accidents on water disposal systems in Irkutsk. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo = News of Higher Educational Institutions. Construction*. 2021; (6): 88–94. (In Russ.).

Информация об авторах

О.А. Гребнева – кандидат технических наук, доцент

О.Л. Лавыгина – кандидат технических наук, доцент

Information about the authors

O.A. Grebneva – PhD, Ass. Professor

O.L. Lavygina – PhD, Ass. Professor

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 19.07.2021
Одобрена после рецензирования 18.08.2021
Принята к публикации 25.08.2021

The article was submitted 19.07.2021
Approved after reviewing 18.08.2021
Accepted for publication 25.08.2021