

## ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Елена Александровна Гребенщикова, Наталья Сергеевна Шелковкина,  
Наталья Анатольевна Горбачева

Дальневосточный государственный аграрный университет (Дальневосточный ГАУ); г. Благовещенск,  
Российская Федерация

*При выявлении опасных гидрологических процессов одной из главных задач в гидротехническом строительстве является минимизация техногенного воздействия на природную среду, что ведет к необходимости исследования влияния строительства сооружений инженерной защиты на компоненты окружающей среды. Анализируя уровень загрязнения поверхностных вод реки Амур в районе расположения исследуемого объекта, рассматривались следующие показатели: pH, ХПК (химическая потребность в кислороде), нефтепродукты, нитрит-ионы, нитрат-ионы, аммоний-ион, железо общее, медь, цинк, никель, марганец, хлориды, сульфаты. В результате было установлено превышение содержания в пробе нефтепродуктов, аммония, железа общего, превышение допустимого уровня БПК<sub>5</sub> (биологическое потребление кислорода), ХПК. Также авторами были исследованы донные отложения, которые являются индикатором экологического состояния территории. Донные отложения имеют сложную систему, содержащую множество химических элементов как органического, так и минерального происхождения, которая представляет собой ценный питательный субстрат для применения в качестве мелиоранта на землях сельскохозяйственного использования. По результатам проведенного анализа донные отложения отнесены к 4-му классу опасности как малоопасные отходы. Пылевыведения в атмосферный воздух минимальные, так как климатические условия Амурской области и уровень грунтовых вод определяют ситуацию, при которой все естественные грунты находятся в увлажненном состоянии. Воздействие на почвенный покров в период строительных работ возможно при передвижении техники, автотранспорта и загрязнения придорожной территории мусором. Для оценки качества исследуемой территории проведено экологическое обследование почвы и агроэкологическое состояние почвенного покрова. Основное внимание при этом уделялось содержанию и запасам в нем органического вещества (гумуса), являющегося одним из показателей оценки пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания и тяжелых металлов.*

**Ключевые слова:** компоненты окружающей среды, донные отложения, поверхностный сток, загрязнения, инженерная защита, берегоукрепление

**Для цитирования:** Гребенщикова Е.А., Шелковкина Н.С., Горбачева Н.А. Влияние строительства сооружений инженерной защиты на компоненты окружающей среды // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 3. С. 42–51. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.3.42-51

## INFLUENCE OF THE CONSTRUCTION OF ENGINEERING PROTECTION STRUCTURES ON COMPONENTS ENVIRONMENT

Elena A. Grebenshchikova, Natalya S. Shelkovkina, Natalya A. Gorbacheva  
Far Eastern State Agrarian University (Far Eastern SAU); Blagoveshchensk, Russian Federation

*When identifying hazardous hydrological processes, one of the main tasks in hydraulic engineering construction is to minimize the technogenic impact on the natural environment, which leads to the need to study the impact of the construction of engineering protection structures on the components of the environment. Analyzing the level of pollution of the surface waters of the Amur River in the area of the object under study, the following indicators were considered: pH, COD, oil products, nitrite ions, nitrate ions, ammonium ion, total iron, copper, zinc, nickel, manganese, chlorides, sulfates. As a result, an excess of the content of: in the sample of petroleum products, ammonium, total iron, exceeding the permissible level of BOD<sub>5</sub>, COD was found. We also studied bottom sediments, which are an indicator of the ecological state of the territory. Bottom sediments have a complex system containing many chemical elements, both organic and mineral origin, which is a valuable nutrient substrate for use as an ameliorant on agricultural lands. According to the results of the analysis, bottom sediments are classified as hazard class 4 as low-hazard waste. Dust emissions into the atmospheric air are minimal, since the climatic conditions of the Amur Region and the level of groundwater determine the situation in which all natural soils are in a moist state. The impact on the soil cover during the construction period is possible due to the movement of machinery, vehicles and pollution of the roadside area with garbage. To assess the quality of the study area, an ecological survey of the soil and the agroecolog-*

ical state of the soil cover were carried out. At the same time, the main attention was paid to the content and reserves of organic matter (humus) in it, which is one of the indicators for assessing the suitability of a disturbed fertile soil layer for earthing and heavy metals.

**Keywords:** environmental components, bottom sediments, surfac.runoff, pollution, engineering protection, bank protection

**For citation:** Grebenshchikova E.A., Shelkovkina N.S., Gorbacheva N.A. Influence of the construction of engineering protection structures on components environment. *Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology*. 2024; 3:42-51. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.3.42-51 (rus.).

## Введение

Водные ресурсы играют важную роль в обеспечении населения водой как питьевой, так и необходимой в быту, сельском хозяйстве и промышленности. Во всем мире растет беспокойство о состоянии водных ресурсов, так как с каждым годом увеличиваются масштабы загрязнения водных объектов. Загрязнение прирусловой территории отрицательно влияет на качество поверхностных источников [1]. Изменения в природной среде часто приводят к коренным изменениям связей в экосистемах и прогрессирующему разрушению биосферы [2].

В то же время актуальным для многих территорий является вопрос о негативном воздействии вод. Ежегодно проходящие по несколько раз в год паводки наносят значительный ущерб населению и объектам экономики. Паводки принося пользу: сезонное затопление поймы необходимо для обеспечения здоровья рек, формирования новых мест обитания фауны — илистых и богатых органическими отложениями. Уязвимость перед паводками определяется, главным образом, деятельностью человека — местами размещения зданий и объектов инфраструктуры, наличием систем раннего оповещения, эффективностью действий при чрезвычайных ситуациях. Наводнения становятся одной из самых серьезных природных опасностей, способных угрожать жизни, имуществу жителей населенных пунктов и инфраструктуре [3, 4].

На реках Амурской области практически ежегодно наблюдаются неблагоприятные явления [5]; весной и осенью уровень воды поднимается в результате дождевых паводков, из-за таяния снежной массы, провоцируя сползание грунта с берегов, что приводит к регулярному подмыванию прибрежной зоны водой. Снижение рисков бедствий имеет важное значение для достижения целей в области устойчивого развития территорий [6, 7]. Исследования свидетельствуют, что при выявлении опасных гидрологических процессов одной из главных задач в гидротехническом строительстве является минимизация техногенного воздействия на природную среду, а также сохранение продуктивности природной среды при рациональном применении ее естественных ресурсов. В результате изменения гидрологического режима водотока: волны, вихревые водные потоки, вихревые течения на изгибах русла, происходит разрушение и размыв берегов, форми-

рование донных отложений. Фактически отсутствие правильно подобранных технических мер защиты носит неотвратимый и неизбежный характер [8]. Изменение условий формирования стока является главной причиной подтоплений, паводков и половодий обширных территорий, что в дальнейшем приводит к потере прибрежных площадей.

Для снижения влияния отрицательных природных процессов на уровень жизни населения необходимо строительство сооружений инженерной защиты селитебных территорий. Возведение сооружений может оказывать негативное воздействие на компоненты окружающей среды. Чтобы в дальнейшем его минимизировать проводятся исследования в этой области.

Возможными источниками и видами воздействия на водную среду являются: изъятие земель водного фонда реки Амур и поймы под сооружение инженерной защиты территории; забор воды на технологические нужды; нарушение (изъятие) и заиление дна при строительстве сооружения. Следствием этих воздействий может быть: ухудшение обитания гидробионтов; неорганизованный вынос загрязняющих веществ с территорий рабочих зон; воздействие, связанное с условиями жизнеобеспечения строительных рабочих; загрязнение воды с работающего технологического оборудования горюче-смазочными материалами; попадание в воду нефтесодержащих вод, хозяйственно-бытовых стоков, твердых бытовых отходов и сухого мусора при работе технического и транспортного флота. Загрязнение воды и донных отложений является серьезной современной экологической проблемой [9].

Воздействие на почвенный покров в период строительных работ возможно при передвижении техники, автотранспорта и загрязнении придорожной территории мусором. За последние два десятилетия загрязнение почв привлекло внимание всего мира [10, 11]. Для оценки качества исследуемой территории проведено экологическое обследование почвы и агроэкологическое состояние почвенного покрова. Основное внимание при этом уделялось содержанию и запасам в нем органического вещества (гумуса), являющегося одним из показателей оценки пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания.

Воздействие на атмосферный воздух может выразиться в загрязнении его газообразными выбросами

двигателей работающей техники, высокой запыленности отдельных строительных процессов [12]. Это воздействие снижается, так как климатические условия Амурской области и уровень грунтовых вод определяют ситуацию, при которой все естественные грунты находятся в увлажненном состоянии.

### Материалы и методы исследования

Расчет загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами в период строительства выполнен в программном комплексе «УПРЗА (унифицированная программа расчета загрязнений атмосферы) Эколог» версия 3.0, которая реализует положения «Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий»<sup>1</sup>. Оценка качества исследуемых донных отложений выполнена в соответствии с требованиями гигиенических нормативов для почв<sup>2, 3</sup> и норм радиационной безопасности НРБ-99–2009<sup>4</sup>, а также в соответствии ГОСТ 26483–85<sup>5</sup>. Методика выполнения измерений массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, донных отложений и твердых отходов — высокоэффективная жидкостная хроматография с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02» в качестве флюориметрического детектора.

### Результаты и их обсуждение

Объект проектирования располагается на территории Орловского сельского поселения Константиновского района Амурской области. Проектируемое защитное сооружение (берегоукрепление) представляет собой первоначальную выборку некачественного (техногенного) грунта с планировкой откоса, отсыпкой из несортированного камня с последующей отсыпкой качественного грунта с послойным уплотнением и с укладкой геотекстиля, отсыпкой слоя щебня и камня 1,6 м с поверхностной защитой верхним слоем щебня с расклинкой мелкой фракцией. Также предусмотрено устройство подходной прорези (целесообразно выполнить в первую очередь) и огражде-

ния по верху отсыпанной насыпи (выполняется, как и отсыпка растительного грунта, в самую последнюю очередь), съездов и площадки из аэродромных плит.

Для оценки уровня загрязнения поверхностных вод реки Амур в районе расположения проектируемого объекта был проведен отбор двух проб воды из реки Амур выше и ниже по течению от рассматриваемых участков. Перечень исследуемых показателей включал: рН, ХПК, БПК<sub>5</sub>, взвешенные вещества, нефтепродукты, нитриты, нитраты, аммоний, железо общее, медь, цинк, никель, марганец, хлориды, сульфаты, фенол, полифосфаты, кислород растворенный. Анализ этих проб показал следующее превышение содержания над нормируемыми показателями: в пробе № 1 — нефтепродуктов на 0,04 мг/дм<sup>3</sup>, железа общего на 0,52 мг/дм<sup>3</sup>, БПК<sub>5</sub> на 1 мг/дм<sup>3</sup>; в пробе № 2 — ХПК на 25 мг/дм<sup>3</sup>, БПК<sub>5</sub> на 6 мг/дм<sup>3</sup>, железа общего на 0,48 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 1). Железо является характерным элементом природных вод зоны избыточного увлажнения, а его превышение объясняется наличием рядом расположенных сельскохозяйственных угодий, которые могут быть загрязнены удобрениями, отходами, химическими веществами, нефтепродуктами. Сельскохозяйствен-

Таблица 1. Анализ проб воды из реки

Наименование показателей	Показатели, мг/дм <sup>3</sup>		
	Проба № 1	Проба № 2	Норматив
рН	7,1	7,3	6,5–8,5
ХПК	28	55	30
БПК <sub>5</sub>	5	10	4
Взвешенные вещества	118	115	0,75 к фону
Нефтепродукты	0,09	0,041	0,05
Нитрит-ионы	< 0,005	< 0,005	3,3
Нитрат-ионы	< 1,0	< 1,0	45
Аммоний	0,92	0,65	1,5
Железо общее	0,82	0,78	0,3
Медь	< 0,001	< 0,001	1,0
Цинк	0,0094	< 0,005	1,0
Никель	< 0,002	< 0,002	0,02
Марганец	0,0099	0,0075	0,1
Хлориды	< 10	< 10	350
Сульфаты	42,1	50,5	500
Фенол	< 0,0005	< 0,0005	0,001
Полифосфаты	0,03	< 0,01	3,5
Кислород растворенный	9,0	8,3	Не менее 4

<sup>1</sup> Общесоюзный нормативный документ. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. РД 52.04.212–86.

<sup>2</sup> Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041–06, ГН 2.1.7.2042–06.

<sup>3</sup> Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.7.2511–09.

<sup>4</sup> Нормы радиационной безопасности. НРБ-99/2009. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523–09.

<sup>5</sup> Почвы. Определение рН солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО. ГОСТ 26483–85, ГОСТ 26490–85.

ные стоки влияют и на превышение по ХПК и БПК<sub>5</sub>. Разрушение берегов рек в затопленных районах также способствует загрязнению природных вод.

Исследования в области миграционных процессов донных отложений показывают, что с одной стороны они могут играть роль в самоочищении водоема, с другой — участвуют во вторичном загрязнении водной толщи при изменении гидродинамических условий в водоеме [13]. При проведении берегоукрепительных работ происходит непосредственное влияние на водный объект, что влечет за собой увеличение донных отложений в водной толще.

Анализ эколого-геохимической обстановки показывает, что одним из наиболее информативных факторов исследований являются донные отложения водных объектов. Аккумулируя загрязнители, поступающие с различных водосборов в течение длительного временного периода, донные осадки являются индикатором экологического состояния территории, своеобразным интегральным показателем уровня загрязненности. Содержание загрязняющих веществ в донных отложениях российскими нормативными документами не регламентируется. Поэтому оценка уровня загрязнения донных отложений в рассматриваемом районе проведена в соответствии с рекомендациями нормативных документов, на основе соответствия уровней содержания загрязняющих веществ критериям экологической оценки загрязненности грунтов в соответствии с зарубежными нормами (табл. 2).

Донные отложения при определении класса опасности рассматривались как отход расчетным методом. Соответственно, донные отложения можно отнести к четвертому классу опасности — малоопасным. Пре-

**Таблица 2.** Определение уровня загрязнения донных отложений

Наименование показателя	Показатели, мг/кг		
	Концентрация	Допустимая концентрация	Уровни, требующие вмешательства
Кадмий	0,02–0,1	0,8	12
Никель	1,0–5,5	35	210
Медь	0,7–2,6	36	190
Свинец	< 0,1–4,1	85	530
Цинк	5,8–14,8	140	720
Мышьяк	0,6–1,7	29	55
Хром	0,4–4,5	100	380
Кобальт	0,8–4,1	20	240
Ртуть	0,006	0,3	10
Нефтепродукты	17–40	50	5000

**Таблица 3.** Временные показатели пороговых уровней воздействия и уровней вероятного эффекта

Наименование показателя	Пороговые уровни воздействия, мг/кг сухого осадка	Уровни вероятного эффекта, мг/кг сухого осадка	Концентрация в пробе, мг/кг
Кадмий	0,68	4,2	0,02–0,1
Медь	18,7	108	0,7–2,6
Свинец	30,2	112	0,1–4,1
Цинк	124	271	5,8–14,8
Мышьяк	7,24	41,6	0,6–1,8
Ртуть	0,13	0,7	0,005–0,025

вышения уровней допустимых концентраций (ДК) и уровней, требующих вмешательства (УВ), в донных отложениях не зафиксировано.

Критерием оценки качества донных отложений с точки зрения возможности оказывать токсичный эффект на водные организмы могут служить уровни содержания некоторых токсикантов в донных отложениях, разработанные канадским Советом Министров по окружающей среде для защиты водной жизни<sup>6</sup>.

В табл. 3 приведены уровни содержания исследованных ингредиентов в донных отложениях, их пороговые уровни воздействия и уровни вероятного эффекта, выше которых достоверно наблюдаются биологические эффекты.

Сравнение данных табл. 3 с данными по установленному содержанию металлов и мышьяка в донных отложениях из водного объекта показывает, что концентрации не превышают пороговых уровней и уровней вероятного эффекта, способных негативно влиять на существование водных организмов.

При определении класса опасности отходов по степени воздействия на среду обитания и здоровье человека был рассчитан суммарный индекс опасности отхода, который во всех пробах равен менее 100 (табл. 4). Для окружающей природной среды, согласно критериям отнесения опасных отходов к классу опасности, исследуемые отходы неопасны, так как суммарный показатель степени опасности менее 10, что относится к пятому классу опасности.

При выполнении берегоукрепительных работ, согласно технологическим процессам, будет проводиться отсыпка качественного грунта с послойным

<sup>6</sup> CCME. Канадские рекомендации по качеству донных отложений для защиты водной флоры и фауны: сводные таблицы. Канадские экологические рекомендации. Канадский Совет министров окружающей среды, Виннипег, 2001. URL: <https://www.scrip.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=2015565>

Таблица 4. Оценка уровня загрязнения донных отложений

Вещество	Категория загрязнения							Класс опасности отхода				
	Тип почвы для определения значения ПДК (ОДК) — песчаная							Приказ МПР <sup>7</sup>		СП 2.1.7.1386–03 <sup>8</sup>		
	ПДК (ОДК)*, мг/кг	Ед. ПДК (ОДК)	$C_{фи}$ , мг/кг	$C_i$ , мг/кг	$K_{ci}$	$Z_c$	Категория загрязне- ния	$W_i$	$K_i$	$W_i$	$K_i$	
Кадмий	0,5	0,10	0,05	0,05	1,00	-7,4	Чистая	26,9	0,0019	1	0,0500	
Никель	20	0,05	6	1	0,17			128,8	0,0078	1	1,0000	
Медь	33	0,02	8	0,7	0,09			358,9	0,0020	16	0,0438	
Свинец	32	0,00	6	0,1	0,02			33,1	0,0030	4	0,0250	
Цинк	55	0,13	28	7	0,25			463,4	0,0151	63	0,1111	
Мышьяк	2	0,65	1,5	1,3	0,87			55	0,0236	1	1,3000	
Хром	–	–	83	1,2	0,01			100	0,0022	1	0,0000	
Кобальт	–	–	10	0,8	0,08			215,44	0,0800	7	0,0000	
Ртуть	2,1	0,00	0,05	0,006	0,12			–	10	0,0006	2,3	0,0026
Нефте- продукты	–	–	–	21	–			–	4342	0,0048	12 590	0,0017
Природные компоненты			999 968,839				1 000 000	1,0	–			
Суммарный показатель опасности отхода $K = \sum K_i$							1,35		2,54			
Критерии оценки класса опасности отхода/Класс опасности							$K < 10$	5	$K < 100$	4		

уплотнением и с укладкой геотекстиля, отсыпка слоя щебня и камня; устройство ограждения по верху отсыпанной насыпи, съездов и площадки из аэродромных плит, отсыпка растительного грунта, благоустройство прилегающей территории, демонтаж временных зданий и сооружений. На основании этого определено необходимое количество техники и оценено влияние различных видов работ на формирование выбросов в атмосферу.

Особенностью работ при строительстве данного сооружения является передвижение строительных машин, механизмов и транспортных средств по всему участку строительства по мере выполнения работ. Поэтому в период проведения строительства основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются автотранспорт, доставляющий грузы на стройплощадку, строительная и дорожная техника, работающая на площадке, работа дизельной электростанции.

От работы двигателей дорожной техники в атмосферу выделяются следующие загрязняющие вещества: азота диоксид, азота оксид, углерод (сажа), ангидрид сернистый, углерода оксид, бензин (нефтяной, малосернистый), керосин. В процессе проведе-

ния сварочных работ в атмосферу выделяются железа диоксид, марганец и его соединения, оксид углерода, оксид азота (IV), фториды газообразные, фториды плохо растворимые, пыль неорганическая: 70–20 % SiO<sub>2</sub>. В процессе перегрузки песчано-гравийной смеси в атмосферу выделяется пыль неорганическая (70–20 % SiO<sub>2</sub>).

При укладке асфальта выделяется смесь углеводородов предельных C<sub>6</sub>–C<sub>10</sub>. От работы двигателя компрессора из выхлопной трубы в атмосферу попадают: оксид углерода, оксид азота (IV), керосин, сажа, диоксид серы, формальдегид, бенз(а)пирен и оксид азота (II). Результаты исследований и перечень количества загрязняющих веществ в выбросах от источников приведены в табл. 5, 6.

Химическое загрязнение будет вызвано поступлением в атмосферный воздух загрязняющих веществ: оксидов азота, серы диоксида, углерода оксида, сажи, углеводородов, в том числе бензина, керосина в результате выбросов отработавших газов от машин и строительных механизмов, задействованных в процессе работ. Выбросы от пыления цемента не учитывались, поскольку цементно-бетонные растворы поступают на стройплощадку в готовом к употреблению виде. Ближайшая жилая застройка располагается на расстоянии 200 м в северном направлении от площадки строительства. На расстоянии 50 м в северном направлении располагается административное здание.

<sup>7</sup> Об утверждении порядка подтверждения отнесения отходов I–V классов опасности к конкретному классу опасности : Приказ Минприроды России от 08.12.2020 № 1027 (ред. от 06.12.2023). (Зарегистрировано в Минюсте России 25.12.2020 № 61833).

<sup>8</sup> Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления СП 2.1.7.1386–03.

**Таблица 5.** Результаты исследования атмосферного воздуха Амурского ЦГМС (центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды)

Наименование загрязняющего вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Фоновая концентрация (max), мг/м <sup>3</sup>	Фоновая концентрация, доли ПДК
Взвешенные вещества (пыль)	0,5	0,2	0,4
Диоксид серы	0,5	0,05	0,01
Оксид углерода	5	2,4	0,48
Диоксид азота	0,2	0,013	0,065

Для оценки негативного воздействия на атмосферный воздух в период строительных работ выполнен анализ результатов расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере.

При выполнении расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе учтено максимальное количество техники, работающей одновременно на строительной площадке. Анализ результатов расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе показал, что максимальные приземные концентрации по всем загрязняющим веществам, кроме диоксида азота, в контрольных точках не превышают 0,1 ПДК. А для диоксида азота выполняются условия  $C_m + C_\phi \leq 1,0$  ПДК.

Таким образом, результаты рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в период строительства сооружения инженерной защиты соот-

**Таблица 6.** Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу в результате строительства

Вещество	Критерий	Значение критерия	Класс опасности	Выброс загрязняющего вещества	
				г/с	т/год
Железо триоксид (железа оксид) (в пересчете на железо)	ПДК с/с	0,04	3	0,0000001	0,000001
Марганец и его соединения (в пересчете на марганца (IV) оксид)	ПДК м/р	0,01	2	0,0000001	0,000001
Азота диоксид (азот (IV) оксид)	ПДК м/р	0,20	3	1,6439021	4,450520
Азот (II) оксид (азота оксид)	ПДК м/р	0,40	3	0,2571340	0,723207
Углерод (сажа)	ПДК м/р	0,15	3	0,2454394	1,083584
Сера диоксид (ангидрид сернистый)	ПДК м/р	0,50	3	0,1948068	3,690966
Углерод оксид	ПДК м/р	5,00	4	2,450014	8,217482
Смесь углеводородов предельных C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	ОБУВ	30,0	3	0,0440660	0,013880
Бенз(а)пирен (3,4-бензапирен)	ПДК с/с	0,00000	1	0,0000008	0,000009
Фториды газообразные	ПДК м/р	0,02000	2	0,0000001	0,0000001
Фториды плохо растворимые	ПДК м/р	0,20000	2	0,0000001	0,0000001
Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	ПДК м/р	5,00000	4	0,1087685	0,005954
Формальдегид	ПДК м/р	0,03500	2	0,0089660	0,084372
Керосин	ОБУВ	1,20		0,8017957	1,331207
Пыль неорганическая: > 70 % SiO <sub>2</sub>	ПДК м/р	0,15000	3	3,1096921	29,84066
Пыль неорганическая: 70–20 % SiO <sub>2</sub>	ПДК м/р	0,30	3	0,9508665	11,031215
Пыль неорганическая: до 20 % SiO <sub>2</sub>	ПДК м/р	0,50	3	0,0247770	0,081130
Всего веществ: 17	–	–	–	9,8402292	60,554186
в том числе твердых: 8	–	–	–	4,3307761	42,036599
жидких/газообразных: 9	–	–	–	5,5094531	18,517587

Таблица 7. Содержание тяжелых металлов в почвенных образцах

Наименование показателя	Номер пробы, мг/кг					
	1	2	3	4	5	6
Кадмий (вал)	< 0,01	0,11	0,05	0,06	0,26	< 0,01
Никель (вал)	7,2	6,8	5,6	3,8	6,7	10,1
Медь (вал)	5,8	5,0	4,6	3,9	15,9	6,9
Свинец (вал)	0,7	4,0	10,7	7,2	12,4	10,8
Цинк (вал)	27,3	28,4	25,2	50,2	46,4	40,2
Мышьяк (вал)	4,5	3,6	3,7	2,0	1,9	4,6
Ртуть (вал)	0,016	0,012	0,011	0,007	0,022	0,019
3,4-бензапирен	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Нефтепродукты	26	24	29	37	64	24
pH	5,9	5,9	6,5	5,7	6,3	4,9
Глубина отбора, м	0,0–0,2	0,0–0,2	0,0–0,2	0,0–0,2	0,0–0,2	0,0–0,2
Тип пробы	Суглинок	Суглинок	Суглинок	Суглинок	Суглинок	Суглинок
Zc*	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

ветствуют санитарно-гигиеническим нормам и требованиям для содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Поскольку планируемая продолжительность строительных работ составит двенадцать месяцев, то воздействие на атмосферный воздух за этот период характеризуется как кратковременное. Неблагоприятное воздействие на окружающую среду будет сведено к минимуму при соблюдении всех технологических требований [14].

Воздействие на почвенный покров набережной и прилегающих к ней территорий в период строительных работ возможно при передвижении техники, автотранспорта и загрязнения придорожной территории мусором. В результате будет происходить частичное разрушение, уплотнение и изменение физических свойств почв. Наиболее сильное повреждение почвенного покрова будет происходить в местах выполнения земляных работ. Однако организация работ строго в отведенных границах с соблюдением технологии строительства и последующим проведением рекультивационных работ на территории должны минимизировать негативные последствия строительства [15].

При любом типе строительных работ также может оказываться химическое воздействие на почвы, наиболее вероятное при проливах и разливах горюче-смазочных материалов от используемой строительной техники, а также при несанкционированном обращении со строительными и бытовыми отходами, которые будут образовываться в процессе

строительства. Изменение физико-механических и химических свойств почвенного покрова будет приводить к изменению биологических свойств почвы. Содержание бенз(а)пирена в почве служит информативным показателем загрязнения почвенного горизонта полициклических ароматических углеводородов [16]. Были проведены анализы почвенных образцов на содержание тяжелых металлов (табл. 7).

В результате лабораторных исследований почвы по химическим показателям на земельных участках, предполагаемых под строительство струенаправляющей дамбы и укрепление левого берега реки Амур в исследуемом районе (глубина отбора 0,0–0,2 м), установлено: концентрации мышьяка, свинца, кадмия, цинка, меди, никеля, ртути, бенз(а)пирена в почве не превышают допустимых значений. Суммарный показатель загрязнения почвы в пробе 5 равен 7,7, в остальных пробах составляет менее 1. По химическим показателям почва в пробе 5 соответствует «допустимой» категории, в пробах 1; 2; 3; 4; 6 — «чистой» категории. Воздействия на почву при возведении инженерных сооружений будут временными, после чего необходимо проводить мероприятия по восстановлению ландшафта, почвенного покрова и растительности.

### Заключение

Источником загрязнения окружающей среды в районе расположения объекта проектирования в основ-

ном является железнодорожный и автомобильный транспорт. В рассматриваемом районе концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе не превышают санитарно-гигиенических нормативов. Отрицательное влияние строительства гидротехнических сооружений на исследуемый водный объект показали лабораторные анализы, для того чтобы его минимизировать, необходимо разработать природоохранные мероприятия. Превышения уровней допустимых концентраций и уровней, требующих вмешательства, в донных отложениях не зафиксировано. В результате исследований донных отложений по химическим и токсикологическим показателям установлено, что

они относятся к 4-му классу опасности как малоопасные отходы. Донные отложения, извлекаемые из реки Амур при строительстве объекта, могут быть использованы без ограничений. Отрицательное воздействие на территорию при строительстве объекта выражается в: механическом повреждении растительности и почвенного покрова в ходе проведения подготовительных работ; изменении свойств грунтов; загрязнении почвенного покрова и грунтов горюче-смазочными материалами. Почва, согласно лабораторным исследованиям, относится к категориям загрязнения «чистая» и «допустимая», поэтому грунт может быть использован для восстановления земель.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Uddin G., Nash S., Rahman A., Olbert A.I.* Performance analysis of the water quality index model for predicting water state using machine learning techniques // *Process Safety and Environmental Protection*. 2023. Vol. 169. Pp. 808–828. DOI: 10.1016/j.psep.2022.11.073
2. *Zhao C.S., Yang Y., Yang S.T., Xiang H., Wang F., Chen X., Zhang H.M., Yu Q.* Impact of spatial variations in water quality and hydrological factors on the food-web structure in urban aquatic environments // *Water Research*. 2019. Vol. 153. Pp. 121–133. DOI: 10.1016/j.watres.2019.01.015
3. *Ye C., Xu Z., Lei X., Liao W., Ding X., Liang Y.* Assessment of urban flood risk based on data-driven models: A case study in Fuzhou City, China // *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2022. Vol. 82. P. 103318. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2022.103318
4. *Senapati S.* Vulnerability and risk in the context of flood-related disasters: A district-level study of Bihar, India // *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2022. Vol. 82. P. 103368. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2022.103368
5. *Shalikovskiy A.* A series of floods in the Amur river basin: formation analysis and mechanisms of international cooperation // *Water sector of Russia problems technologies management*. 2022. Issue 2. Pp. 27–37. DOI: 10.35567/19994508\_2022\_2\_3
6. *Ishiwatari M., Sasaki D.* Investing in flood protection in Asia: An empirical study focusing on the relationship between investment and damage // *Progress in Disaster Science*. 2021. Vol. 12. Pp. 100197. DOI: 10.1016/j.pdisas.2021.100197
7. *Евтушкова Е.П.* Влияние затопления муниципальных земель на устойчивое развитие территории Исетского района Тюменской области // *International Agricultural Journal*. 2022. Т. 65. № 5. DOI: 10.55186/25876740\_2022\_6\_5\_7
8. *Gomez-Cunya L.-A., Fardhosseini M.S., Lee H.W., Choi K.* Analyzing investments in flood protection structures: A real options approach // *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2020. Vol. 43. P. 101377. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2019.101377
9. *Chettri U., Chakrabarty T.K., Joshi S.R.* Pollution index assessment of surface water and sediment quality with reference to heavy metals in Teesta River in Eastern Himalayan range, India // *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*. 2022. Vol. 18. P. 100742. DOI: 10.1016/j.enmm.2022.100742
10. *Yan K., Wang H., Lan Z., Zhou J., Fu H.Z., Wu L., Xu J.* Heavy metal pollution in the soil of contaminated sites in China: Research status and pollution assessment over the past two decades // *Journal of Cleaner Production*. 2022. Vol. 373. P. 133780. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.133780
11. *Valdiviezo Gonzales L.G., Castañeda-Olivera C.A., Cabello-Torres R.J., García Ávila F.F., Munive Cerón R.V., Alfaro Paredes E.A.* Scientometric study of treatment technologies of soil pollution: Present and future challenges // *Applied Soil Ecology*. 2023. Vol. 182. P. 104695. DOI: 10.1016/j.apsoil.2022.104695
12. *Гребенищикова Е.А., Шелковкина Н.С., Горбачева Н.А.* Оценка воздействия на окружающую среду при строительстве автомобильной дороги // *Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития* : мат. Всеросс. науч.-практ. конф. : в 4 т. Благовещенск, 20–21 апреля 2022 г. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. С. 285–292. DOI: 10.22450/9785964205494\_3\_43
13. *Валиев В.С., Иванов Д.В., Шагидуллин Р.Р.* Метод комплексной оценки загрязненности донных отложений // *Труды Карельского научного центра РАН. Сер. Лимнология*. 2019. № 9. С. 51–59. DOI: 10.17076/lim1122
14. *Шелковкина Н.С., Гребенищикова Е.А., Горбачева Н.А.* Влияние строительных работ на окружающую среду // *Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития* : мат. Всеросс. науч.-практ.

конференции : в 4 т. Благовещенск, 20–21 апреля 2022 г. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. С. 404–410. DOI: 10.22450/9785964205494\_3\_60

15. Юст Н.А., Бусыгина Е.В. Рекультивация лесных земель Амурской области // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : мат. Всеросс. науч.-практ. конф. : в 4-х т. Благовещенск, 20–21 апреля 2022 г. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. С. 388–394. DOI: 10.22450/9785964205470\_2\_56
16. Suchkov V.V., Khotimchenko S.A., Sazonova O.V., Gorbachev D.O., Ryazanova T.K., Semaeva E.A. Population health risk related to increased content of benzyrene in soil // *Health Risk Analysis*. 2017. No. 2. Pp. 65–72. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.07.eng

Об авторах: **Гребенщикова Елена Александровна** — кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры техносферной безопасности и природообустройства; **Дальневосточный государственный аграрный университет (Дальневосточный ГАУ)**; Российская Федерация, 675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д. 86; РИНЦ ID: 950683; e-mail: grebenshchikova72@mail.ru;

**Шелковкина Наталья Сергеевна** — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры строительного производства и инженерных конструкций; **Дальневосточный государственный аграрный университет (Дальневосточный ГАУ)**; Российская Федерация, 675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д. 86; РИНЦ ID: 480180; e-mail: shns@mail.ru;

**Горбачева Наталья Анатольевна** — старший преподаватель кафедры техносферной безопасности и природообустройства; **Дальневосточный государственный аграрный университет (Дальневосточный ГАУ)**; Российская Федерация, 675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д. 86; РИНЦ ID: 950682; e-mail: gorbacheva-na78@mail.ru.

## REFERENCES

1. Uddin G., Nash S., Rahman A., Olbert A.I. Performance analysis of the water quality index model for predicting water state using machine learning techniques. *Process Safety and Environmental Protection*. 2023; 169:808-828. DOI: 10.1016/j.psep.2022.11.073
2. Zhao C.S., Yang Y., Yang S.T., Xiang H., Wang F., Chen X., Zhang H.M., Yu Q. Impact of spatial variations in water quality and hydrological factors on the food-web structure in urban aquatic environments. *Water Research*. 2019; 153:121-133. DOI: 10.1016/j.watres.2019.01.015
3. Ye C., Xu Z., Lei X., Liao W., Ding X., Liang Y. Assessment of urban flood risk based on data-driven models: A case study in Fuzhou City, China. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2022; 82:103318. DOI: 10.1016/j.ijdr.2022.103318
4. Senapati S. Vulnerability and risk in the context of flood-related disasters: A district-level study of Bihar, India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2022; 82:103368. DOI: 10.1016/j.ijdr.2022.103368
5. Shalikovskiy A. A series of floods in the Amur river basin: formation analysis and mechanisms of international cooperation. *Water sector of Russia problems technologies management*. 2022; 2:27-37. DOI: 10.35567/19994508\_2022\_2\_3
6. Ishiwatari M., Sasaki D. Investing in flood protection in Asia: An empirical study focusing on the relationship between investment and damage. *Progress in Disaster Science*. 2021; 12:100197. DOI: 10.1016/j.pdisas.2021.100197
7. Evtushkova E.P. Influence of flooding of municipal lands on the sustainable development of the territory of the Isetsy district of the Tyumen region. *International Agricultural Journal*. 2022; 65(5). DOI: 10.55186/25876740\_2022\_6\_5\_7 (rus.).
8. Gomez-Cunya L.-A., Fardhosseini M.S., Lee H.W., Choi K. Analyzing investments in flood protection structures: A real options approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2020; 43:101377. DOI: 10.1016/j.ijdr.2019.101377
9. Chettri U., Chakrabarty T.K., Joshi S.R. Pollution index assessment of surface water and sediment quality with reference to heavy metals in Teesta River in Eastern Himalayan range, India. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*. 2022; 18:100742. DOI: 10.1016/j.enmm.2022.100742
10. Yan K., Wang H., Lan Z., Zhou J., Fu H.Z., Wu L., Xu J. Heavy metal pollution in the soil of contaminated sites in China: Research status and pollution assessment over the past two decades. *Journal of Cleaner Production*. 2022; 373:133780. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.133780
11. Valdiviezo Gonzales L.G., Castañeda-Olivera C.A., Cabello-Torres R.J., García Ávila F.F., Munive Cerrón R.V., Alfaro Paredes E.A. Scientometric study of treatment technologies of soil pollution: Present and future challenges. *Applied Soil Ecology*. 2023; 182:104695. DOI: 10.1016/j.apsoil.2022.104695
12. Grebenshchikova E.A., Shelkovkina N.S., Gorbacheva N.A. Environmental impact assessment during the construction of a highway. *Agro-industrial complex: problems and development prospects: Proceedings of the All-Russian*

- Scientific and Practical Conference : in 4 volumes, Blagoveshchensk, April 20–21, 2022.* Blagoveshchensk, Far Eastern State Agrarian University, 2022; 285-292. DOI: 10.22450/9785964205494\_3\_43 (rus.).
13. Valiev V.S., Ivanov D.V., Shagidullin R.R. Method of complex assessment of sediments contamination. *Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Limnology and Oceanology series.* 2019; 9:51-59. DOI: 10.17076/lim1122 (rus.).
  14. Shelkovkina N.S., Grebenshchikova E.A., Gorbacheva N.A. The impact of construction work on the environment. *Agro-industrial complex: problems and development prospects: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference. In 4 volumes, Blagoveshchensk, April 20–21, 2022.* Blagoveshchensk, Far Eastern State Agrarian University, 2022; 404-410. DOI: 10.22450/9785964205494\_3\_60 (rus.).
  15. Yust N.A. Recultivation of forest lands in the Amur region. *Agro-industrial complex: problems and development prospects: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference. In 4 volumes, Blagoveshchensk, April 20–21, 2022.* Blagoveshchensk, Far Eastern State Agrarian University, 2022; 388-394. DOI: 10.22450/9785964205470\_2\_56 (rus.).
  16. Suchkov V.V., Khotimchenko S.A., Sazonova O.V., Gorbachev D.O., Ryazanova T.K., Semaeva E.A. Population health risk related to increased content of benzpyrene in soil. *Health Risk Analysis.* 2017; 2:65-72. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.07.eng

About the authors: **Elena A. Grebenshchikova** — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technosphere Safety and Environmental Management; **Far Eastern State Agrarian University (Far Eastern SAU)**; 86 Politekhnicheskaya st., Blagoveshchensk, 675005, Russian Federation; ID RSCI: 950683; e-mail: grebenshchikova72@mail.ru;

**Natalya S. Shelkovkina** — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction Production and Engineering Structures; **Far Eastern State Agrarian University (Far Eastern SAU)**; 86 Politekhnicheskaya st., Blagoveshchensk, 675005, Russian Federation; ID RSCI: 480180; e-mail: shns@mail.ru;

**Natalya A. Gorbacheva** — Senior Lecturer at the Department of Technosphere Safety and Environmental Management; **Far Eastern State Agrarian University (Far Eastern SAU)**; 86 Politekhnicheskaya st., Blagoveshchensk, 675005, Russian Federation; ID RSCI: 950682; e-mail: gorbacheva-na78@mail.ru.