

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НАСЫПНОГО ТИПА, СПОСОБСТВУЮЩИХ МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

Цыганков Д.А.

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет»,
Новосибирск, e-mail: tsyankov@sibstrin.ru

В работе рассмотрены актуальные вопросы загрязнения окружающей среды при строительстве берегоукрепительных гидротехнических сооружений. На основе результатов анализа плановых сроков, объёмов и видов работ, выполняемых при возведении двух бун, удерживающих поступающие на берег волны, рекреационной зоны и пандуса для маломобильных категорий населения произведены расчёты выбросов и концентраций загрязняющих веществ в воздушной среде, которые осуществлялись с использованием программного обеспечения, основанного на утверждённых методиках. С учётом специфики природно-климатических условий Черноморского побережья Кавказа определены сроки начала подготовительного и основного периодов выполнения работ, снижающие экологические риски при строительстве гидротехнических сооружений. Определены основные производственные процессы, обуславливающие загрязнение воздушной, водной, земельной среды и образование отходов. По результатам проведённых исследований выяснилось, что наибольшие количества выбрасываемых токсичных веществ в подготовительный период строительства не связаны с их наибольшими концентрациями в воздушной среде в следствие их естественного перемещения в море преобладающими в июне-июле северными ветрами. Ввиду небольших объёмов и краткосрочности воздействия повышенные концентрации загрязнителей в воздушной среде в основной период строительства легко снижаются орошением перемещаемых строительных материалов имеющейся в избытке морской водой. В результате проделанной работы выяснилось, что отторжение береговой зоны шириной 35 м и длиной 170 м будет неизбежно и продиктовано размерами двух возводимых бун и формируемых морских волногасящих пляжей. При этом небольшое количество образующихся в результате производственной деятельности отходов не окажет значимого воздействия на окружающую среду ввиду их своевременной передачи специализированной организации для обращения.

Ключевые слова: экологические риски, гидротехнические сооружения, окружающая среда, загрязнитель, выброс, концентрация

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR THE CONSTRUCTION OF SHORE PROTECTION HYDRAULIC STRUCTURES OF THE BULK TYPE, HELPING TO MINIMIZE ENVIRONMENTAL RISKS

Tsyankov D.A.

Novosibirsk State University of architecture and Civil Engineering, Novosibirsk,
e-mail: tsyankov@sibstrin.ru

The work examines current issues of environmental pollution during the construction of coastal-protection hydraulic structures. Based on the results of an analysis of the planned dates, volumes and types of work performed during the construction of two buoys that hold back the waves arriving on the shore, a recreational area and a ramp for people with limited mobility, calculations of emissions and concentrations of pollutants in the air were made, which were carried out with using software based on approved methods. Taking into account the specific natural and climatic conditions of the Black Sea coast of the Caucasus, the start dates for the preparatory and main periods of work have been determined, reducing environmental risks during the construction of hydraulic structures. The main production processes that cause air, water, and land pollution and waste generation are identified. Based on the results of the studies, it turned out that the large quantities of toxic substances released during the preparatory period of construction are not associated with their highest concentrations in the air due to their natural movement to the sea by the northern winds prevailing in June-July. Due to the small volumes and short-term impact, increased concentrations of pollutants in the air during the main construction period are easily reduced by irrigating the transported building materials with abundant sea water. As a result of the work done, it became clear that the rejection of the coastal zone with a width of 35 and a length of 170 m will be inevitable and dictated by the size of the two groins being erected and the sea wave-absorbing beaches being formed. At the same time, a small amount of waste generated as a result of production activities will not have a significant impact on the environment due to its timely transfer to a specialized organization for treatment.

Keywords: environmental risks, hydraulic structures, environment, pollutant, release, concentration

Введение

Строительство гидротехнических сооружений насыпного типа связано с оказанием воздействия на окружающую среду. В случае, когда строительство происходит

в регионах, характеризующихся высокой стоимостью природных ресурсов, учёт фактических масштабов изменения воздушной, водной и земельной среды в результате хозяйственной деятельности человека носит

особый характер [1, с. 29]. Это обуславливает тщательный анализ всех возможных вариантов по срокам и объёмам выполняемых работ [2].

Цель исследования заключается в разработке рекомендаций по строительству берегоукрепительных гидротехнических сооружений насыпного типа, способствующих минимизации экологических рисков, возникающих в результате его воздействия на воздушную, водную и земельную среду.

Материал и методы исследования

Исходными данными для проведения исследований по оценке воздействия строительства на окружающую среду послужили результаты анализа плановых сроков, объёмов и видов работ, выполняемых при возведении двух бун, удерживающих поступающие на берег наносы, рекреационной зоны и пандуса для маломобильных категорий населения. Расчёты концентраций загрязняющих веществ в воздушной среде проводились с использованием программного обеспечения, основанного на утверждённых методиках [3, 4].

Результаты исследования и их обсуждение

Участок выполнения строительных работ расположен в пределах защитной полосы Чёрного моря, равной 50 м, а также его водоохранной зоны, равной 500 м. Строительство гидротехнических сооружений обеспечит создание устойчивых волногасящих пляжей общей шириной 35 м и длиной 170 м. Для формирования этих гидротехнических сооружений будет использован камень со средней крупностью 25 мм (рис. 1).

Западная буна будет покрыта железобетоном с целью организации прогулочных мероприятий и обеспечения доступа к голове сооружения, которое будет иметь длину 100 м и ширину по верху 5 м. При строительстве концевой участка длиной 10 м и шириной 3 м с вертикальными стенками будет применён железобетон с целью обеспечения возможности причаливания к нему судов маломерного флота. Эта часть сооружения будет оборудована необходимыми отбойными и швартовными устройствами. Оголовок бермы будет иметь откосы 1:3, а её тело – 1:2. Длина оголовка по оси бермы составит 30 м. Для формирования оголовка будет применён камень размерами 0,9-1 м общей массой 0,8-1,2 т, а для тела – размером 0,6-0,8 м общей массой 0,3-0,6 т.

Восточная буна будет представлять собой сооружение длиной 70 м и шириной по верху 5 м без какого-либо покрытия. Оголовок бермы имеет откосы 1:3, а её тело – 1:2. Длина оголовка по оси бермы – 30 м. Для формирования оголовка и тела сооружения будут использованы аналогичные строительные материалы.

Для предотвращения травматизма отдыхающих по контуру сухопутной части бун будет обустроено ограждение, а границы откосов в их подводной части будут обозначены плавучими буйками.

При строительстве пандуса, служащего для перемещения маломобильных категорий населения, будет применён железобетон, а его конструкция позволит людям передвигаться в прямом и обратном направлении. Дополнительно к этому предусматриваются ограждения высотой 0,4 м и шириной 1,2 м в каждом направлении.



Рис. 1. Схема участка строительства гидротехнических сооружений

Таблица 1

Основные технико-экономические показатели гидротехнических сооружений

Наименование показателя	Единица измерения	Количество
Западная буна		
Ширина по гребню	м	5
Длина по гребню	м	100
Зона для причаливания судов маломерного флота		
Ширина	м	3
Длина	м	10
Восточная буна		
Ширина по гребню	м	5
Длина по гребню	м	70
Дополнительные показатели		
Гравийно-галечниковый материал фракции 25 мм	м ³	7100
Камень фракции 0,6-0,8 м	м ³	1500
Камень фракции 0,9-1 м	м ³	1950
Бетон гидротехнический класса В25	м ³	180
Арматура А500С диаметром 12 мм	т	2,4
Арматура А240 диаметром 8 мм	т	0,125

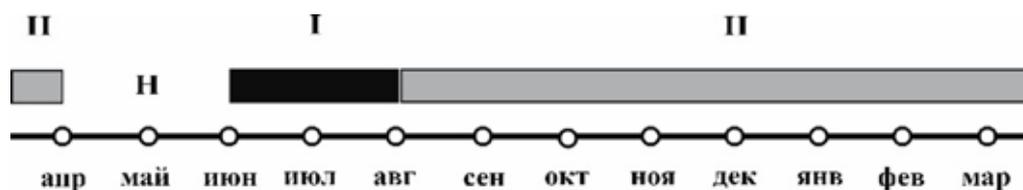


Рис. 2. Специфика ограничений на производство работ:
 I – подготовительный период; II – основной период; H – нерестовый период

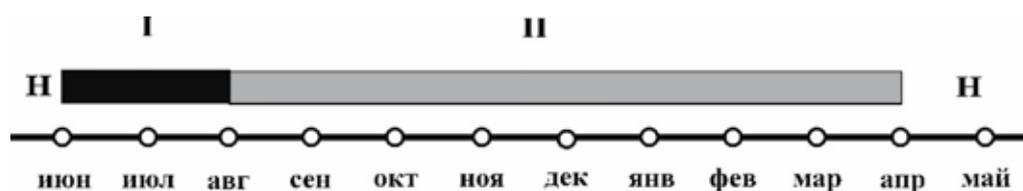


Рис. 3. График организации выполнения работ:
 I – подготовительный период; II – основной период; H – нерестовый период

Строительство бун, а также отсыпка камня, служащего для формирования пляжей и пандусов, будут осуществляться пионерным способом с исходных позиций, расположенных на суше. Это позволит использовать обычные строительные машины и механизмы [5, с. 65].

Основные технико-экономические показатели гидротехнических сооружений представлены в табл. 1.

Согласно местным условиям при проведении работ по созданию морских волнога-

сящих пляжей будут существовать следующие ограничения (рис. 2).

Согласно рис. 2, работы нельзя проводить в период с 1 апреля по 31 мая, так как эти сроки связаны с нерестом рыбы в акватории моря, затрагиваемой выполнением работ. При этом курортный сезон, длящийся с 1 мая по 30 сентября, обуславливает нежелательность проведения или резкое сокращение строительных работ в это время. Согласно местной специфике, северные ветры преобладают в период с 1 июня по 31 июля,

а западные и южные – с 1 августа по 31 мая. Направление береговой линии относительно сторон света таково, что северные ветры способствуют перемещению загрязнённого воздуха в сторону моря, а западные и южные – в сторону суши (рис. 1).

По результатам расчётов на выполнение всех видов работ, связанных со строительством морских волногасящих пляжей, потребуется 10 мес., включая подготовительный период длительностью 2 мес. В соответствии с решением задачи снижения экологических рисков с учётом местных природно-климатических и хозяйственных условий работы по возведению гидротехнических сооружений необходимо выполнять согласно графику, представленному на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что подготовительный период необходимо начинать 1 июня – после окончания нереста рыбы в затрагиваемой акватории и заканчивать 31 июля, а основной – с 1 августа по 31 марта. При дан-

ном графике организации работ нерестовый период рыбы не будет осложнён в связи с отсутствием сталкивания части насыпного материала в воду, а курортный сезон будет затронут минимально – в мае (начало) и сентябре (окончание).

По результатам анализа всех производственных процессов загрязнение воздушной среды происходит в результате поступления в неё: выхлопных газов от плавсредств, автомобильного транспорта, а также дорожных и строительных машин; загрязняющих веществ от заправки топливом и технического обслуживания строительной техники; загрязняющих веществ от проведения изоляционных, окрасочных, сварочных работ, а также газовой резки и сварки металла; пыли от перемещения каменных строительных материалов; загрязняющих веществ от обращения с отходами.

Выбросы токсичных веществ, осуществляемые в течение года, наглядно представлены на рис. 4.

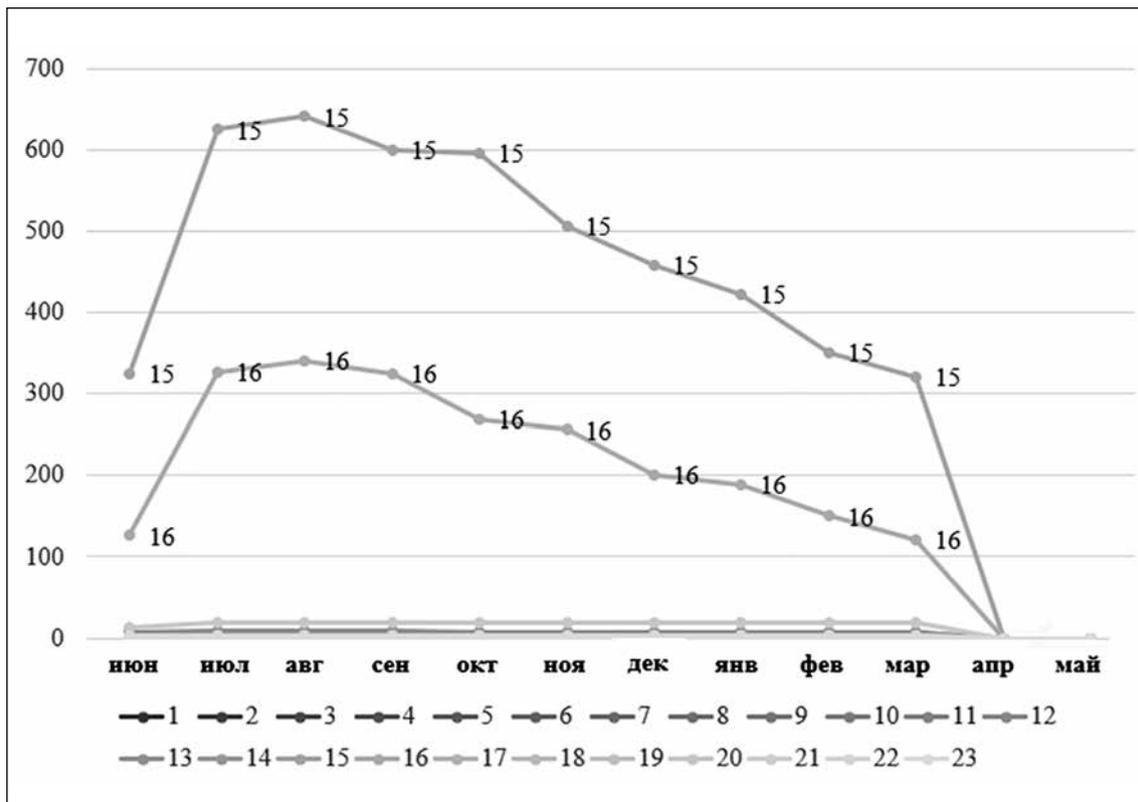


Рис. 4. Выбросы токсичных веществ при строительстве гидротехнических сооружений, кг: 1 – аммиак; 2 – ацетон; 3 – бенз/а/пирен; 4 – бензол; 5 – бутилацетат; 6 – диметилбензол; 7 – метан; 8 – оксид азота (II); 9 – оксид азота (IV); 10 – оксид железа (III); 11 – оксид марганца (IV); 12 – оксид серы (IV); 13 – оксид углерода (IV); 14 – предельные углеводороды; 15 – пыль неорганическая (20-70% диоксида кремния); 16 – пыль неорганическая (менее 20% диоксида кремния); 17 – сероводород; 18 – тетрафторид кремния; 19 – уайт-спирит; 20 – углерод (сажа); 21 – фенол; 22 – формальдегид; 23 – этилмеркаптан

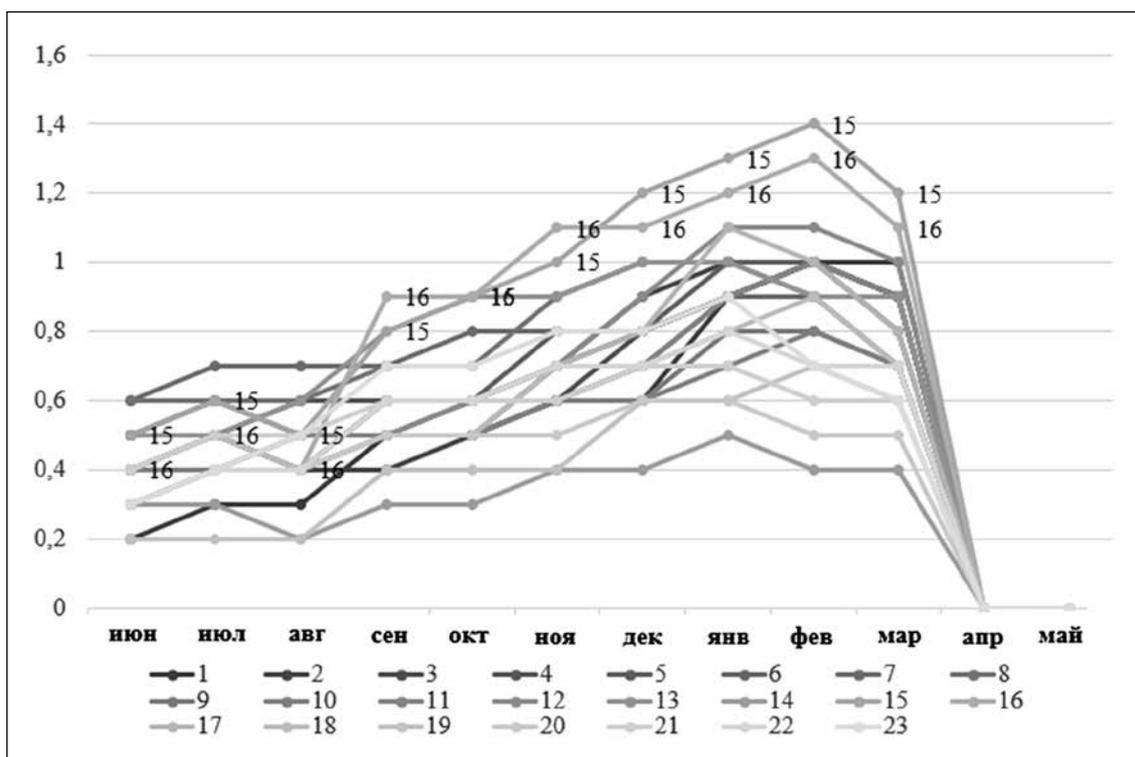


Рис. 5. Концентрации токсичных веществ в воздухе при строительстве гидротехнических сооружений, доли ПДК: 1 – аммиак; 2 – ацетон; 3 – бенз/а/пирен; 4 – бензол; 5 – бутилацетат; 6 – диметилбензол; 7 – метан; 8 – оксид азота (II); 9 – оксид азота (IV); 10 – оксид железа (III); 11 – оксид марганца (IV); 12 – оксид серы (IV); 13 – оксид углерода (IV); 14 – предельные углеводороды; 15 – пыль неорганическая (20-70% диоксида кремния); 16 – пыль неорганическая (менее 20% диоксида кремния); 17 – сероводород; 18 – тетрафторид кремния; 19 – уайт-спирит; 20 – углерод (сажа); 21 – фенол; 22 – формальдегид; 23 – этилмеркаптан

Из рис. 4 видно, что наибольшие объёмы выбросов загрязняющих веществ при строительстве гидротехнических сооружений будут связаны с поступлением неорганической пыли с различным содержанием диоксида кремния. Наибольшее удельное количество загрязнений воздушной среды этими загрязняющими веществами будет приходиться на подготовительный период строительства и ближайшее следующее за ним время. Это объясняется наибольшими объёмами перемещения каменных строительных материалов (июнь-август). Концентрации токсичных веществ, формирующиеся в воздушной среде в течение года, в сравнении с их предельно допустимыми концентрациями (ПДК), представлены на рис. 5.

Из рис. 5 видно, что наименьшие концентрации загрязняющих веществ, связанные с поступлением неорганической пыли с различным содержанием диоксида кремния, будут наблюдаться в период наибольших объёмов выбросов этих загрязняющих веществ в воздушную среду (июнь-август).

Это объясняется местными метеорологическими условиями, в результате присутствия которых все загрязнения естественным образом сдуваются в море посредством преобладающих в это время северных ветров. При этом наибольшие концентрации загрязняющих веществ будут формироваться в основной период выполнения работ и будут связаны с перемещением загрязнителей на сушу преобладающими в это время западными и южными ветрами (сентябрь-май).

При строительстве гидротехнических сооружений от рыбохозяйственного фонда будет полностью отторгнута территория, равная суммарной площади бун и пляжей. Отведение поверхностного стока со всей территории строительства невозможно, поскольку оно захватывает акваторию Чёрного моря. В этой связи все сточные воды будут собираться во временные накопительные ёмкости, исключаящие фильтрацию загрязнителей в подземные водоносные горизонты, а хозяйственно-бытовые стоки – отводиться в очистные сооружения [6].

Таблица 2

Отходы при строительстве гидротехнических сооружений

Формирующий процесс	Наименование	Класс опасности	Физико-химическая характеристика	Обращение
Проливы нефтепродуктов на грунт	Песок, загрязнённый нефтепродуктами на 15%	4	Дизельное топливо, песок	Контейнер, передача организации
Проливы нефтепродуктов на механизмы	Обтирочный материал, загрязнённый нефтепродуктами на 15%	4	Ткань, минеральные масла	Контейнер, передача организации
Окрасочные работы	Тара пластиковая, загрязнённая лакокрасочными материалами на 5%	4	Тара пластиковая	Контейнер, передача организации
Уборка помещений	Мусор бытовой, исключая крупногабаритный	4	Бумага, картон, текстиль, стекло, пластик	Контейнер, передача организации
Обслуживание биотуалетов	Отходы биотуалетов	4	Отходы биотуалетов	Накопительный вывоз
Монтаж строительных элементов	Остатки (огарки) электродов	5	Металл, обмазка	Контейнер, передача организации
Эксплуатация пляжа	Отходы биотуалетов	4	Отходы биотуалетов	Накопительный вывоз
Эксплуатация пляжа	Мусор и смёт от уборки территории	5	Бумага, картон, пищевые отходы, текстиль, стекло, пластик	Контейнер, передача организации

В результате строительства гидротехнических сооружений не предусматривается сокращение территорий землепользования [7, с. 45-47].

Особую актуальность при строительстве гидротехнических сооружений приобретёт проблема складирования, удаления и утилизации отходов. Оценка путей образования, степени опасности и способов обращения с ними приводится в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что строительство гидротехнических сооружений по показателю формирующихся отходов можно охарактеризовать как безопасное для человека и окружающей среды, а также установить минимальный размер временной санитарно-защитной зоны – 50 м [8, с. 25].

Рекомендации по снижению экологических рисков при возведении морских волногасящих пляжей заключаются в следующем:

- при определении сроков начала строительства гидротехнических сооружений необходимо исключить возможность их совпадения со временем нерестового периода в акватории Чёрного моря (апрель-май);

- в проекте организации строительства волногасящих пляжей необходимо учитывать направления преобладающих ветров. В этой связи проведение подготовительного периода необходимо предусмотреть в июне-июле;

- с целью максимального снижения воздействия проводимых работ на воздушную среду основной период строительства, предусматривающий перемещение наибольшего количества пылящих строительных материалов, необходимо проводить в августе-мае с применением предварительного орошения отсыпаемого щебня морской водой;

- для обеспечения недопустимости попадания небольшого количества образующихся производственных стоков в море их необходимо отводить в действующие очистные сооружения, а хозяйственно-бытовых – во временные септики (биотуалеты);

- образующиеся твёрдые производственные и хозяйственно-бытовые отходы должны временно удерживаться в пределах строительной площадки в специальных накопительных ёмкостях не свыше 7 суток с целью их последующей передачи специализированной организации для обращения.

Выводы

Таким образом, проведённые исследования показали, что в случае выполнения рекомендаций по снижению экологических рисков в ходе строительства гидротехнических сооружений, сверхнормативное воздействие на окружающую среду оказываться не будет.

Практическое значение проведённых исследований заключается в том, что:

- нерестовый период в акватории Чёрного моря, проходящий в апреле-мае, не будет нарушен в следствие исключения столкновения части дроблёного камня в воду ввиду проведения подготовительного периода строительства в июне-июле;

- основное загрязнение воздушной среды, связанное с выбросом неорганической пыли с различным содержанием диоксида кремния, в следствие преобладания северных ветров в подготовительный период строительства будет естественным путём перемещаться в море;

- повышенное загрязнение воздуха выбросами неорганической пыли с различным содержанием диоксида кремния в основной период строительства будет снижено предварительным увлажнением перемещаемого щебня имеющейся в избытке морской водой.

Результаты проведённых исследований могут быть использованы в области экологической оценки последствий морского гидротехнического строительства.

Список литературы

1. Колесников Е.Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для вузов. М.: Юрайт, 2023. 471 с.
2. Приложение к приказу Минприроды России от 01.12.2020 № 999. Требования к материалам оценки воздействия на окружающую среду. [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=389233/> (дата обращения: 09.05.2024).
3. МРР-2017. Методы расчётов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=310516/> (дата обращения: 08.05.2024).
4. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Утв. Росгидрометом 03.12.2002. [Электронный ресурс]. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/10d/4293831806.pdf/> (дата обращения: 12.05.2024).
5. Крутов Д.А. Гидротехнические сооружения. М.: Юрайт, 2024. 238 с.
6. СанПиН 2.2.3.1384-03. Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ. [Электронный ресурс]. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/496/4294815030.pdf/> (дата обращения: 08.05.2024).
7. Васильева Н.В. Основы землепользования и землеустройства. М.: Юрайт, 2024. 401 с.
8. Ломан В.А., Удальцов Е.А. Мониторинг среды обитания. Расчёт санитарно-защитной зоны. Новосибирск: НГТУ, 2022. 95 с.