



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

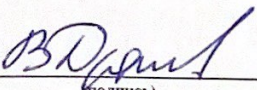
На тему «Оценка состояния окружающей среды на участке железной
дороги Санкт-Петербург-Бологое»

Исполнитель Маркелов Матвей Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат геолого-минералогических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Корвет Надежда Григорьевна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«25» 06 2024 г.

Санкт-Петербург

2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ - БОЛОГОЕ.....	6
1.1 Административное положение.....	6
1.2 Климат.....	9
1.3 Рельеф территории.....	12
1.4 Геологические, гидрогеологические и гидрологические условия.....	13
1.5 Геологические и инженерно-геологические процессы.....	14
1.6 Общая характеристика станции Тосно.....	17
ГЛАВА 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ.....	19
2.1 Объекты железной дороги как источники воздействия на окружающую среду	19
2.2 Мероприятия по снижению негативного воздействия объектов железной дороги на окружающую среду территории.....	27
ГЛАВА 3. СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ УЧАСТКА БЛИЗ СТАНЦИИ ТОСНО.....	33
3.1 Хозяйственное использование территории.....	33
3.2 Характеристика компонентов окружающей среды территории и их современное состояние	34
3.2.1 Состояние атмосферного воздуха.....	34
3.2.2 Состояние поверхностных и подземных вод.....	36
3.2.3 Состояние почвенного покрова.....	37
ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ УЧАСТКА САНКТ- ПЕТЕРБУРГ - БОЛОГОЕ.....	39

4.1 Основные источники и объекты негативного воздействия железной дороги на окружающую среду участка Санкт-Петербург- Бологое.....	39
4.2 Оценка воздействия объектов на компоненты окружающей среды.....	40
4.2.1 Воздействие на почвенный покров.....	40
4.2.2 Воздействие на водные ресурсы.....	41
4.2.3 Воздействие на растительный мир.....,,.....	42
4.2.4 Воздействие шума железнодорожного транспорта на население.....	42
4.3 Выбор мероприятий с целью предотвращения и снижения возможного воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду территории участка Санкт-Петербург - Бологое.....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	51

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Железнодорожный транспорт является одной из наиболее важных и эффективных систем передвижения грузов и пассажиров. Он играет ключевую роль в развитии экономики, обеспечивая надежную и быструю доставку товаров по всей стране. Однако, железнодорожный транспорт является причиной различных видов экологических нарушений и воздействий на природную среду: деструкционных, эмиссионных, параметрических. Совместное действие различных загрязняющих веществ, пыли, сажи, поступающих от объектов железнодорожного комплекса, может дать более высокотоксичный результат, чем воздействие этих компонентов по отдельности.

Участок железной дороги Санкт-Петербург - Бологое является одной из ключевых железнодорожных магистралей России. Его длина составляет около 650 километров, каждый день через этот участок проходят сотни поездов. В связи с этим возникает необходимость более тщательного изучения основных источников и объектов негативного воздействия железной дороги на окружающую среду данного участка. Анализ этих факторов поможет разработать меры по снижению экологического риска и повышению качества жизни для жителей прилегающих территорий.

Актуальность темы определяет цель исследования.

Цель исследования заключается в анализе состояния окружающей среды на участке железной дороги Санкт-Петербург - Бологое (станция Тосно) в результате воздействия железнодорожного транспорта.

В соответствии с поставленной целью необходимо выполнить следующие задачи:

1. Рассмотреть физико-географическую характеристику железной дороги Санкт-Петербург - Бологое.
2. Выявить объекты железной дороги, являющиеся источниками воздействия на близлежащие территории.

3. Выделить мероприятия по снижению негативного экологического влияния объектов железной дороги.
4. Изучить состояние окружающей среды вблизи станции Тосно.
5. Оценить влияние объектов железной дороги на компоненты окружающей среды Санкт-Петербург – Бологое.

Предметом исследования выступает экологическое состояние прилегающей территории к железной дороге Санкт-Петербург – Бологое.

Информационно-эмпирической базой исследования являлись научные труды отечественных и зарубежных ученых, законодательные материалы, аналитические отчеты и обзоры, базы статистических данных Федеральной службы государственной статистики.

Практическая значимость данной работы заключается в разработке рекомендаций, направленных на снижение негативного воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду, которые могут быть использованы при планировании и проведении мероприятий по охране окружающей среды на участках железной дороги, аналогичных рассматриваемому участку Санкт-Петербург – Бологое. Кроме того, результаты исследования могут служить основой для разработки экологически безопасных технологий эксплуатации и обслуживания железнодорожного транспорта, а также для подготовки нормативно-правовых актов в области экологической безопасности транспортных объектов.

ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ – БОЛОГОЕ

1.1 Административное положение

Административное положение позволяет определить, какие органы власти ответственны за мониторинг и улучшение экологической ситуации, какое распределение финансовых и людских ресурсов для реализации экологических программ и проектов присуще данной местности.

Рассмотрим административное положение участка железной дороги Санкт-Петербург - Бологое. Данный участок, включающий город Тосно, который был выбран для детального анализа благодаря его стратегическому положению - близость к Санкт-Петербургу и пересечению крупных транспортных артерий. Тосненский район пересекается несколькими важными железнодорожными линиями:

а. Железная дорога Санкт-Петербург – Москва является одной из важнейших магистралей страны, связывающих два крупнейших города России и обеспечивающих пассажироперевозки и грузоперевозки.

б. Железная дорога Мга – Ивангород является одной из немногих дорог, обеспечивающих связь с приграничными территориями и Европейским союзом, что важно для международных перевозок и торговли.

Железнодорожная станция Тосно находится в самом центре города Тосно, который является административным центром Тосненского муниципального района и Тосненского городского поселения. Город Тосно расположен в центральной части Ленинградской области (Северо-Западный федеральный округ), карта представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 Город Тосно на карте Ленинградской области

Город расположен в 62 км к юго-востоку от Санкт-Петербурга, по обоим берегам реки Тосна (бассейн реки Невы). Население города Тосно по данным на май 2024 года составляет 34 066 жителей [15].

В Тосно и Тосненском районе действуют различные государственные и муниципальные структуры, которые занимаются управлением и контролем за состоянием окружающей среды:

а. Администрация Тосненского муниципального района: Главный орган управления, ответственный за разработку и реализацию местных экологических программ и проектов. В задачи администрации входят контроль за качеством воздуха, воды и почвы, а также проведение мероприятий по охране окружающей среды.

б. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Ленинградской области: Региональный орган, координирующий природоохранные действия на уровне области и обеспечивающий соблюдение экологических норм и стандартов.

в. Федеральные органы: Росприроднадзор и Роспотребнадзор осуществляют федеральный контроль за состоянием окружающей среды и соблюдением экологических требований.

Тосненский район активно участвует в различных экологических инициативах и программах, направленных на улучшение состояния окружающей среды. Одним из наиболее значимых мероприятий является участие в XI экологическом субботнике «Зеленая Весна – 2024», одном из самых массовых экологических марафонов страны, организованном Фондом имени В.И. Вернадского. Это мероприятие направлено на улучшение экологической обстановки и привлечение внимания общественности к вопросам охраны природы [20].

Также в 2021 году в рамках одной из экологических программ на территории Тосненского района было высажено более 10 тысяч хвойных деревьев на площади 4,8 гектар. Эта инициатива направлена на восстановление лесных массивов и улучшение качества воздуха, что имеет важное значение для экосистемы региона.

Но наиболее значимым проектом этого региона является - ежегодный городской фестиваль «Чистые игры», который представляет собой соревнование по очистке леса от мусора, привлекая внимание жителей к проблемам загрязнения окружающей среды. Главным отличием «Чистых игр» в Тосно является конкурс «Артифакт», в рамках которого участники ищут уникальные объекты, чем вовлекают больше людей. Это мероприятие вовлекает более 150 жителей и позволяет убрать до 9 тонн мусора [20]. Важно отметить, что собранный мусор сортируется и направляется на переработку, что способствует снижению нагрузки на полигоны и улучшению экологической ситуации.

Эти примеры лишь частично отражают активность Тосненского района в области охраны окружающей среды. Власти и жители региона активно вовлечены в разнообразные проекты и инициативы, направленные на улучшение экологического качества жизни и охрану природных ресурсов.

Таким образом, анализ административного положения является важной частью оценки состояния окружающей среды на участке железной дороги Санкт-Петербург - Бологое. Это позволяет определить, какие меры предпринимаются для улучшения экологической ситуации, и какие ресурсы и инструменты доступны для реализации природоохранных проектов.

1.2 Климат

Тосенский район, через который проходит железнодорожный путь Санкт-Петербург - Бологое, находится в атлантико-континентальной климате. Атлантико-континентальный климат сочетает морские и континентальные черты, характеризуется значительными сезонными колебаниями температуры и стабильными погодными условиями. Лето обычно теплое или жаркое, а зима холодная, с значительной разницей в температуре между сезонами. Уровень осадков различается, обычно включая умеренное или обильное количество, распределенное в течение года под влиянием морских атлантических воздушных масс с северо-запада, арктических воздушных масс с северо-востока, так и более сухих континентальных воздушных масс с суши с юго-востока. В этом климатическом поясе четко выражены сезоны, с относительно короткими переходами между весной и осенью [27].

В Тосенском районе равномерно распределены морские и континентальные воздушные массы. Зимой ветер достигает в среднем 2,7 м/с и движется с юго-восточной или с юго-западной части, весной и осенью в среднем 2,3 м/с с юго-запада или северо-запада, а летом 1,9 м/с преимущественно с запада. Данные о среднемесечной скорости ветра представлены в таблице 1.

Таблица 1

Среднемесячная динамика скорости ветра в городе Тосно

	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Скорость ветра (км/ч)	9,9	9,6	9,1	8,4	7,6	7	6,6	6,9	7,6	8,5	9,2	9,8
Скорость ветра (м/с)	2,8	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,9	2,1	2,4	2,6	2,7

Зимой здесь умеренно-холодная погода, средняя температура с декабря по февраль составляет от -2 до -10 °С. Летом же наступает теплая, влажная погода, температура которой колеблется в среднем от 9 до 23 °С. Данные о среднемесячном температурном режиме территории представлены в таблице 2.

Таблица 2

Среднемесячная динамика температуры в городе Тосно

Средняя Т °С	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Максимальная	-4	-3	2	10	17	20	23	21	15	8	2	-2
Темп.	-7	-7	-2	5	11	15	18	16	11	5	-1	-5
Минимальная	-10	-10	-6	-0	5	9	12	10	6	2	-3	-8

В Тосенском районе всегда высокая влажность воздуха, так как среднегодовое количество осадков достигает примерно семисот миллиметров, а испаряемость за год составляет около трехсот миллиметров [27]. Это приводит к накоплению влаги в почве и атмосфере, поддерживая постоянную влажность. Коэффициент увлажнения территории больше единицы, что характеризует промывной тип водного режима. Динамика осадков в рассматриваемой территории представлена в таблице 3.

Таблица 3

Среднемесячная динамика осадков в городе Тосно

	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Дождь, дни	2,0	1,6	3,1	5,7	8,6	10,3	10,2	10,3	8,8	8,2	5,0	2,3
Снег с дождем, дни	1,4	1,0	1,4	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,3	1,6
Снег, дни	3,5	2,8	1,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,2	3,7
Дождь, мм	9,6	7,7	14,6	29,3	50,1	70,4	67,6	68,2	52,2	44,6	29,8	11,8
Снег, мм	152,7	114,1	78,0	41,5	1,7	0,0	0,0	0,0	0,8	35,8	118,4	172,8

В Тосно средний процент небесного свода, покрытого облаками, испытывает значительные годовые колебания. Период с более ясной погодой начинается приблизительно с середины апреля и длится около 5 месяцев, до приблизительно конца сентября. Июль является наиболее ясным месяцем года в этом районе, когда небо в среднем остаётся ясным, преимущественно без облаков или с переменной облачностью в 50% времени [27]. Более облачный период продолжается приблизительно с конца сентября и до примерно середины апреля, составляет около 7 месяцев. Динамика облачности на рассматриваемой территории представлена в таблице 4.

Таблица 4

Среднемесячная динамика облачности в городе Тосно

Доля	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Более облачно	81 %	80 %	73 %	62 %	51 %	48 %	45 %	50 %	60 %	74 %	79 %	80 %
Более ясно	19 %	20 %	27 %	38 %	49 %	52 %	55 %	50 %	40 %	26 %	21 %	20 %

Эти климатические особенности оказывают значительное влияние на природные условия, сельское хозяйство и экологическое состояние Тосенского района, играя ключевую роль в формировании местных экосистем и жизнедеятельности населения.

1.3 Рельеф территории

Район представлен чередующимися абразивно – озерно – ледниковыми и аккумулятивными террасированными озерно – ледниковыми равнинами, по которым разбросаны массивы верховых болот. Восточнее города Тосно находится обширный массив холмисто-котловинного камового рельефа, а юго-западнее в его рельефе выделяются озовые гряды.

Основной закономерностью современного рельефа является наличие на обширных повышенных равнинах элементов рельефа, созданных ледником и его текучими водами (холмисто-моренный рельеф, песчаные равнины – зандры и моренные равнины).

В целом для всей Ленинградской области четко выделяют три этапа образования рельефа: доледниковый, ледниковый и послеледниковый. Первый этап формирования связан с длительным воздействием речных потоков на породу, в результате которого и образовались наиболее выраженные формы рельефа, сложившие в своей совокупности Ордовикское плато, ограниченное с севера Балтийско-Ладожским уступом.

В плейстоцене рассматриваемая территория покрывалась льдами, приходившими со стороны Фенноскандии. Последнее оледенение, именуемое Валдайским, в ходе ряда денудационных стадий с образованием четвертичных отложений, вымыванием и заполнением котловин при стаивании ледника и определило в итоге значительную часть особенностей современного рельефа территории. В свою очередь послеледниковый период (голоцен) характеризуется активной рельефоформирующей деятельностью рек, возникших в долинах после спада ледниковых вод.

Исследуемая территория располагается на Путиловском плато – восточной части Ижорской возвышенности, которая, в свою очередь, является большей частью Ордовикского плато, одного из орографических районов Прибалтийской низменности. Слагающие Путиловское плато известняки, мергели и доломиты лежат ниже, чем в других частях Ижорской возвышенности, а слой покрывающих их ледниковых отложений — толще. В

связи с этим в условиях господствующего здесь плоскоравнинного рельефа, с абсолютными высотами большей частью в пределах 25-50 метров, происходит выраженное заболачивание земель. Местами отмечаются явные выходы четвертичных отложений, в большинстве своём в виде известняка и глин по берегам рек.

1.4 Геологические, гидрогеологические и гидрологические условия

На юге Тосненского района, в пределах Ильмень-Волховской низины, преобладают девонские известняки и песчаники, которые обнажаются в долине реки Тигода. Севернее, на Путиловском плато, встречаются ордовикские глинистые известняки и доломиты, образующие уступ к Приладожской низине. Эти коренные породы покрыты слоем моренного суглинка, на юге дополненного ленточными глинами. В отдельных местах четвертичные отложения представлены супесями и легкими суглинками.

Гидрогеологическое строение района исследовано до глубины 150 метров и включает два комплекса водоносных пород: девонский и ордовикский. Девонские породы, включающие пески, слабосцементированные песчаники, алевролиты и глины, залегают под четвертичными отложениями на глубине 20-60 метров. Под ними расположен более продуктивный ордовикский водоносный комплекс [6], состоящий из трещиноватых и закарстованных известняков и доломитов. Толщина этого комплекса возрастает в юго-восточном направлении от 5 до 130 метров. Степень трещиноватости карбонатных пород варьируется как по горизонтали, так и по вертикали, достигая максимума на Ижорской возвышенности (до 40-50 метров). Коэффициент водопроницаемости на большей части плато составляет 500–2500 м²/сут. Воды комплекса в основном безнапорные или слабонапорные, с увеличением напора в юго-восточном направлении от 2 до 190 метров. Подземные воды питаются атмосферными осадками и разгружаются через родники на периферии ордовикского плато или

поступают в нижележащий кембро-ордовикский водоносный комплекс. Водоносный комплекс интенсивно используется для водозаборов.

Бурение скважин в Тосненском районе чаще всего проводится на ордовикский водоносный горизонт в известняках или на девонские водоносные пески и песчаники при достаточной толщине слоя. Девонские горизонты обычно имеют слабый напор, и глубина таких скважин редко превышает 40 метров [1]. Воды из этих скважин пресные, но иногда содержание железа превышает ПДК. Ордовикский водоносный горизонт характеризуется достаточным напором и высокой водоотдачей; глубина скважин на этот горизонт колеблется от 25 до 80 метров и более [1]. Часто наблюдается повышенная общая жесткость вод.

Главная река района — Тосна. Она протекает с юга на север через западную часть района, ее длина составляет 121 км, расход воды в устье достигает 13 кубометров в секунду, а площадь водосборного бассейна — 1640 км². Севернее Ульяновки в Тосну впадает левый приток — река Саблинка, образующая глубокий и узкий каньон на своем небольшом протяжении.

Территория Тосненского района сильно заболочена из-за плоского рельефа и близкого залегания водоупорных пород. Болотами занято 12,5% всей площади, и большинство из них — осоково-сфагновые болота переходного типа. Наиболее крупные болота находятся на водоразделе рек Тосна и Тигода в центральной и южной частях района, а также на водоразделах рек Тосна, Мга и Назия на севере.

1.5 Геологические и инженерно-геологические процессы

Геологические процессы формируют земную поверхность и недра Земли естественным путем: выветривание, эрозия, седиментация и тектоническая активность играют ключевую роль в создании ландшафтов и геологических структур. Инженерно-геологические процессы, напротив, связаны с воздействием человека на геологические материалы и ландшафты через добычу полезных ископаемых, строительство и управление геологическими рисками, такими как оползни и просадки. Геологические процессы

естественные и непрерывные, в то время как инженерно-геологические процессы направлены на регулирование и смягчение их влияния на жизнедеятельность человека и инфраструктуру.

Экзогенные процессы, развивающиеся в Тосненском районе, такие как овражная и речная эрозия, подтопление и заболачивание, играют ключевую роль в формировании ландшафтов: овражная эрозия вызывает образование глубоких оврагов под воздействием воды; речная эрозия приводит к изменению русел и износу береговых участков, которые приводят к возникновению оползней, затрагивающих транспортную и жилищную инфраструктуру; подтопление приводит к затоплению земель и инфраструктуры; заболачивание вызывает образование болотных участков из-за накопления воды и органических материалов, что существенно влияет на экологическое равновесие и управление природными ресурсами [17].

В соответствии с СП 11-105-97 пункт 4.1 «Под оползнями понимается движение (скольжение, вязкопластическое течение) масс пород на склоне, происходящее без потери контакта между смещающейся массой и подстилающим неподвижным массивом. Следует выделять оползни современные и древние (открытые, погребенные)» [17].

Общая классификация геодинамических процессов по Ломтадзе В.Д. представлена в таблице 5.

Таблица 5

классификация геодинамических процессов по Ломтадзе В.Д.

Тип процесса	Описание	Виды
Оползни	Смещение масс горных пород и грунтов вниз по склону	Структурно-пластические, структурно-механические, пластично-динамические оползни
<u>Оплывины</u>	Пластичные деформации рыхлых или полускальных пород, насыщенных водой	Массы грунта, медленно текущие вниз по склону

Обвалы и осыпи	Быстрое падение горных пород или грунтов с крутых склонов или обрывов	Камнепады, лавины камней, обвалы скальных пород
Сели	Массивные потоки воды с включениями камней, грязи и других отложений	Грязекаменные потоки, происходящие во время интенсивных дождей или таяния снега
Карстовые процессы	Процессы, связанные с растворением пород и образованием подземных пустот и пещер	Провалы, карстовые воронки, пещеры
Эрозионные процессы	Разрушение и перенос грунтов и горных пород под действием воды, ветра или льда	Речная эрозия, береговая эрозия, дефляция (ветровая эрозия)
Тектонические движения	Деформации земной коры, вызванные тектоническими силами	Складкообразование, разломы, поднятия и опускания земной коры
Криогенные процессы	Процессы, связанные с замерзанием и оттаиванием грунтов	Термоэрозия, морозное пучение, термокарст

Согласно этой классификации для Тосенского района вдоль рек Тосна и Сабринка на склонах часто происходят структурно-пластические оползни [13]. Структурно-пластические оползни представляют собой тип оползней, где движение материала, горных пород происходит по структурным слабостям в грунтах, породах, таким как трещины или слоистость, в результате чего образуется поверхность скольжения. Они характеризуются значительными пластическими деформациями, при которых материал изменяет форму, часто происходит перемещение материала по месту скольжения, что может приводить к образованию кашистых масс из грунтов или пород. Этот процесс обусловлен сочетанием пластических деформаций, наличием кембрийских глин и разрушением структуры материала, особенно при наличии высокой влажности или других факторов, которые могут уменьшить его прочность.

1.6 Общая характеристика станции Тосно

Станция Тосно специализируется на участковом обслуживании. По объему и сложности задач она отнесена ко второму классу, что подразумевает выполнение работ, связанных с техническим обслуживанием, текущим отцепочным ремонтом вагонов, осуществлением транзитных операций с различными грузами и пассажирскими перевозками, осуществляется коммерческий осмотр вагонов после выхода локомотивов из планового или капитального ремонта с целью допуска его на пути общественного пользования, а также обслуживаются пути необщего пользования, примыкающие к промышленным предприятиям. Расположение станции находится на участке между Санкт-Петербургом и Москвой, а также на направлениях Тосно-Гатчина и Тосно-Шапки. Пути необщего пользования, примыкающих к станции Тосно, приведены в таблице 6.

Таблица 6

Характеристика путей необщего пользования, примыкающих к станции
Тосно

Наименование предприятия	Место примыкания	Развернутая длина п.м.	Скорость движения	Мах состав по весу
РПКФ СПб ф-л ОАО «Зарубежстроймонтаж»	Стрелка №3 к пути н/п ОАО «тепловые сети»	1470	15	1050
ОАО «Тепловые сети»	Стрелка №201 к 1Г пути гатчинского парка	1342	15	500
СПб ф-л ОАО «севзапэлектросетьстрой УПТК и РС»	Стрелка №7 к путин/п тяговой подстанции Тосно	946	15	1500
ООО «Тритон»	Стрелка к пути н/п «Ветка №1»	328	5	1040
ОАО «Хенкель-Эра»	Стрелка №3 к соединительному пути «Ветка №1»	5847	5	1200
ООО «Катерпиллар Тосно»	Стрелка № 1А к пути н/п ОАО «Хенкель-Эра»	1377	15	1600
ОАО «Завод стройдеталь»	Стрелка № 2 к пути н/п «Ветка № 1»	3814	15	1800

На участке Тосно пассажиро-загруженность с 2022 года выросла на 7%, среднесуточно станция обрабатывает 18 вагонов для погрузки и 28 вагонов с разгрузкой. Основные типы грузов включают нефтепродукты, метизы, металлолом, химикаты, комбикорм, лес и другие товары, отправляемые на Северную, Западно-Сибирскую, Свердловскую, Московскую, Дальневосточную и Финскую железные дороги.

ГЛАВА 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

2.1 Объекты железной дороги как источники воздействия на окружающую среду

Железнодорожные объекты, неотъемлемые элементы транспортной инфраструктуры, играют ключевую роль в оформлении как городских, так и сельских пейзажей. Несмотря на их значительные преимущества в обеспечении эффективного пассажирского и грузового транспорта, они также оказывают отрицательное влияние на окружающую среду. Понимание этих последствий критически важно для разработки устойчивых подходов и минимизации экологического ущерба при использовании железнодорожного транспорта. Эти воздействия можно разделить по следующим критериям:

а. Параметрические воздействия - включают в себя физическое влияние, например, тепловое, электрическое, электромагнитное излучение, аэродинамические эффекты (инфразвук, ультразвук, вибрацию) и другие.

б. Деструкционное (механическое) воздействие - проявляется в вырубке лесов для прокладывания новых железнодорожных направлений, появление твёрдых отходов, выемка грунта, изменение естественных ландшафтов.

в. Эмиссионное (химическое) воздействие - включает в себя загрязнение компонентов природной среды нефтепродуктами и маслами, тяжелыми металлами в том числе металлической и тормозной пылью, летучими органическими соединениями, твердыми частицами, ароматическими углеводородами, кислотами и другими химическими соединениями.

г. Биологическое воздействие – включает в себя фрагментацию ареалов обитания и препятствия для миграции животных, ухудшение качества воздуха и воды, повреждение растений, снижение биоразнообразия и изменение микрофлоры почвы.

Увеличение транспортных маршрутов, их загруженности несет не только потенциал загрязнения окружающей среды, включая тяжелые металлы, но и усиливает процессы эрозии почвы, вызванные строительством и эксплуатацией путей, загрязнение от разливов топлива и масел, изменяет физико-химических свойств почвы, что ухудшает ее плодородие, проницаемость и способность поддерживать биологическое разнообразие. Почвы вдоль транспортных маршрутов часто являются компактными, с примесями бытовых отходов и материалов, транспортируемых по ним. Уборка снега с дорог зимой влияет на температурный режим и приводит к глубокому замерзанию почвы, что наносит серьезный ущерб придорожной растительности.

Неправильное проектирование и эксплуатация водоотведения с дорожных покрытий способствует развитию овражных систем. Кроме того, строительство дорог меняет рельеф местности, что значительно влияет на физико-географические условия, включая микроклимат, ландшафт и орографию.

Железнодорожные трассы пересекают миграционные коридоры животных, что приводит к тому, что дикие животные в поисках еды, мест отдыха, увеличения популяции вынуждены пересекать железнодорожные пути. Столкновение с поездом обусловлено тем, что локомотив не воспринимается как объект опасности, поэтому животные неспособны быстро реагировать на приближающийся железнодорожный транспорт, особенно на высокоскоростной, например, «Сапсан». Столкновения с крупными млекопитающими, такими как медведи, копытные животные, стада представляют серьезную угрозу для безопасности поездов, что может привести к крупным повреждениям локомотива, задержкам и даже, в редких случаях, к дерайлментам. Но не менее важной проблемой является то, что это также может привести к "эффекту поведенческого барьера" [23], который приостанавливает миграцию животных и приводит к разрыву их обитателей, что негативно влияет на экосистему.

Считается, что выбросы в атмосферу от железнодорожного транспорта ниже, чем от других видов транспорта, что подтверждается рисунком 2, где показана динамика выбросов CO₂ для различных видов транспорта за период 2000–2018 гг. [26], при этом наибольший вред приносит именно легковой автомобильный транспорт, а на железнодорожный транспорт приходится лишь около 0,3% прямых выбросов CO₂. Кроме того, железнодорожный транспорт отличается высокой энергоэффективностью. По этим причинам развитие железных дорог активно продвигается в качестве устойчивого транспортного решения. Однако это не означает, что эта отрасль транспорта полностью нейтральна с экологической точки зрения, она также характеризуется выделением вредных загрязняющих веществ.

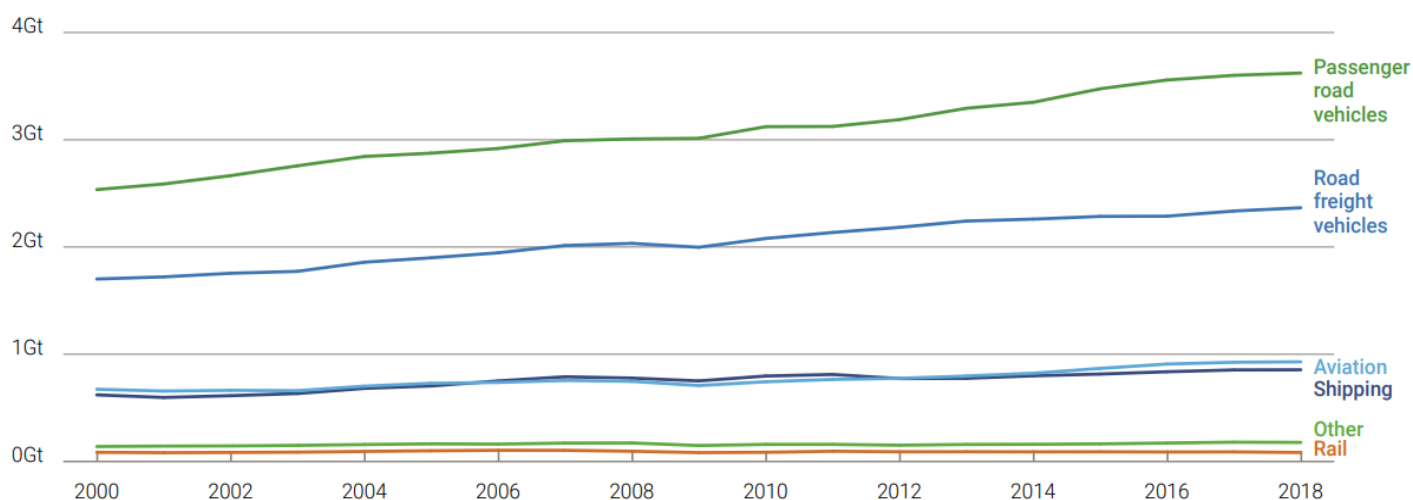


Рисунок 2 Выбросы CO₂ по видам транспорта (2000-2018)

Источник: Sustainable transport, sustainable development / Организация объединенных наций / редактор: Кэтрин Платцер. — 2021. — 110 с.

Выбросы можно разделить на прямые и косвенные. Прямые выбросы образуются при использовании железнодорожного транспорта, преимущественно движущиеся за счет использования углеводородных материалов (нефть, дизель, газ и уголь). К таким выбросам относят парниковые газы: диоксид углерода (CO₂), оксид водорода (H₂), оксид азота (NO_x) [23]. Проблемой загрязнения также является наличие в атмосфере

твердых частиц, которые могут быть как мелкими, так и крупными аэрозолями. Источником твердых частиц преимущественно является эксплуатация локомотива при торможении и силе трения с рельсами, а также выхлопом газов от двигателя.

Косвенные выбросы образуются в результате эксплуатации прилегающей железнодорожной инфраструктуры, которые служат неотъемлемой частью для функционирования железнодорожной системы. К таким косвенным выбросам относят выбросы пыли и химических веществ в результате строительства и обслуживания путей, энергетические потребности станций и депо приводят к выбросам парниковых газов и твердых частиц от электростанций, потенциальные утечки вредных веществ.

В целом, железнодорожный транспорт относится к числу наиболее экологически безопасных видов транспорта. Они производят на 80% меньше выхлопных газов, чем автомобили, и в 2019 году на их долю пришлось менее 2% выбросов в атмосферу в стране.

Но непосредственно вблизи железнодорожных путей основным фактором воздействия стал шум.

Шумовое загрязнение представляет из себя излишний уровень звукового давления, который имеет серьезные психически, эмоциональные и физические последствия как для человека, так и для дикой природы. У людей оно может вызывать временные эффекты, такие как утомление, нарушение сна, раздражительность, тревожность и нарушение концентрации, а также долгосрочные проблемы, включая стрессы, нарушение слуха и увеличение риска сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонии. Шум также влияет на животных, вызывая изменения в их поведении, миграции и способности общаться, что может нарушать экосистемы и их жизненные пространства.

К показателям шумового загрязнения включают уровень звукового давления, которое с помощью звуковых волн оказывает влияние на барабанную перепонку уха, измеряется в децибелах (дБ), а также высота и продолжительность воздействия. Основные методы измерения и оценки шума

включают долгосрочные измерения (например, среднесуточный уровень шума), краткосрочные измерения (например, максимальный уровень шума за определенный период времени), а также оценку частотного спектра шума для выявления его характеристик и возможных источников. Кроме того, используются специализированные индексы, такие как индекс шума, чтобы оценить общий уровень шумового воздействия на конкретные территории и население.

Высота звуковой волны, известная как ее амплитуда (частота колебаний), представляет собой максимальное смещение частиц от их равновесного положения. Амплитуда напрямую влияет на восприятие громкости и интенсивности звуков, более высокие амплитуды представляют собой более громкие звуки, а более низкие амплитуды — тихие. Частота колебаний на практике измеряется в герцах (Гц). Кроме того, на организм человека также влияют инфразвуки, которые находятся ниже предела слышимости человека (ниже 20 Гц). Инфразвук, генерируемый железными дорогами, в первую очередь возникает из-за динамики работы поездов, включая качение колес по путям и аэродинамические взаимодействия при прохождении поездов через туннели или по мостам, из-за работы тормозной системы, электродвигателя и другое. Пороговое значение инфразвука составляет до 155 дБА.

Продолжительность воздействия звуковой волны относится к физической длине волны, измеряемой от одного пика до другого, а частота указывает, сколько волн проходит через точку в секунду. Продолжительность влияет на то, как далеко распространяется звук и его способность распространяться в различных средах. Частота звука движущегося поезда обычно находится в диапазоне 500-800 Гц. Понимание продолжительности и частоты звуковых волн имеет решающее значение для оценки их потенциального воздействия на здоровье, поведение диких животных и качество окружающей среды, а также для разработки политики и практики по

смягчению неблагоприятных воздействий и одновременному использованию полезного использования звука в различных приложениях.

Распределение шумовой нагрузки в селитебных зонах включает следующие основные источники: около 40-50% шума создают городские транспортные средства, такие как автомобили и автобусы; примерно 30-40% идет от нерегулярных источников, включая сельскохозяйственную технику и домашних животных; железнодорожный транспорт вносит около 5-10%; остальные 10-20% приходятся на различные источники, такие как промышленные объекты и отдыхающие [25]. Распределение может изменяться в зависимости от конкретного региона, наличия транспортных магистралей.

Таблица 7

Статистика по индивидуальному воздействию шума в минуту в зависимости от вида транспорта

дБ(А)	Q1	Означает	Медиана	Q3	П95	СД	РА	APP	
Легковой автомобиль	60,23	63,76	66,84	66,46	69,26	75,16	4,56	—	—
Велосипед	61,87	65,91	68,77	68,7	71,56	75,48	4,29	1,03	1,03
Общественный транспорт	61,2	69,48	73,95	74,58	79,77	83,08	6,79	1,11	1,10

Электромагнитные излучения (ЭМИ) в железнодорожном транспорте являются важным аспектом, требующим внимания как в области технологического развития, так и в области обеспечения безопасности и здоровья. Они возникают от различных источников, связанных с электрическими системами тяги, сигнализацией, коммуникационными устройствами и другими электротехническими установками.

Одним из основных источников электромагнитных излучений в железнодорожном транспорте являются электрические поезда. Подстанции и трансформаторы, используемые для подачи электроэнергии на локомотивы или электрические поезда, создают электромагнитные поля (ЭМП) различной частоты и интенсивности. Электромагнитное поле — это физическое поле, образуемое электрическими зарядами и токами. Оно состоит из

электрического и магнитного компонентов, распространяется в виде волн различной частоты (от низких до высоких). Эти поля могут распространяться как вокруг трассы, так и внутри поездов.

Поглощаемость электрических и магнитных полей определяется способностью материалов поглощать и ослаблять эти поля при их прохождении. Она зависит от частоты полей и свойств среды: высокочастотные электрические поля часто могут глубже проникать в материалы из-за внутренних токов, низкочастотные же поля обычно поглощаются материалами, например естественными преградами. Магнитные поля, в свою очередь, могут проникать через различные вещества.

Важно отметить, что воздействие электромагнитных полей на человека и окружающую среду требует регулярного мониторинга и соблюдения соответствующих нормативов и стандартов безопасности. Поэтому проектирование и эксплуатация систем железнодорожного транспорта должны учитывать не только эффективность и надежность, но и минимизацию потенциальных воздействий на здоровье пассажиров и работников.

Стандарты и регуляции, касающиеся электромагнитных полей в железнодорожном транспорте, разрабатываются национальными и международными организациями. Они определяют допустимые уровни экспозиции и предписывают меры по контролю и управлению рисками. Так предельно допустимые значения электрической экспозиции по СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 [16] представлены в таблице 8 -9.

Таблица 8

Предельно допустимая энергетическая экспозиция на человека

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, (В/м) ² · ч	По магнитной составляющей, (А/м) ² · ч	По плотности потока энергии, (мкВт/см ²) · ч
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	-
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	-
30 - 50 МГц	800,0	0,72	-
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 МГц - 300 ГГц	-		200,0

Таблица 9

Предельно допустимая энергетическая плотность потока в зависимости
от продолжительности воздействия

Продолжительность воздействия Т, ч	ППЭ _{пду} , мкВт/см ²
8,0 и более	25
7,5	27
7,0	29
6,5	31
6,0	33
5,5	36
5,0	40
4,5	44
4,0	50
3,5	57
3,0	67
2,5	80
2,0	100
1,5	133
1,0	200
0,5	400
0,25	800
0,20 и менее	1000

Исследование, проведенное в Германии, показало, что машинисты электрических поездов, подвергающиеся высоким уровням электромагнитных полей, имели увеличенный риск развития опухолей головного мозга на 2.3 раза выше. В Швеции было обнаружено, что работники железнодорожного транспорта, часто экспонируемые к высоким уровням электромагнитного излучения, имели на 30% выше риск развития лейкемии, чем люди, не подвергающиеся такому воздействию. В Соединенных Штатах исследования показали, что профессионалы, работающие вблизи высоковольтных линий и других источников электромагнитных полей, имели до 20% выше вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний по сравнению с общим населением.

Ишемическая сердечная болезнь у машинистов электролокомотивов регистрируется, начиная с 20 лет, и встречается почти в 2 раза чаще, чем у машинистов пригородных электропоездов.

Современные технологии позволяют разрабатывать более эффективные и безопасные системы железнодорожного транспорта, учитывая влияние электромагнитных полей на окружающую среду и здоровье людей. Это включает использование экранирования, оптимизацию проектирования электротехнических систем и регулярные проверки соответствия стандартам безопасности.

Таким образом, электромагнитные излучения в железнодорожном транспорте являются комплексной проблемой, которая требует сбалансированного подхода для обеспечения безопасности и эффективности современных систем железнодорожного движения.

2.2 Мероприятия по снижению негативного воздействия объектов железной дороги на окружающую среду территории

Железная дорога играет большую роль в борьбе с изменением климата, так как является наиболее устойчивым и экологически чистым видом транспорта по сравнению с автомобильным транспортным средством, который является одним из лидеров по выбросу CO₂, однако даже железная дорога способна негативно влиять на окружающую среду, поэтому необходимо искать способы по минимизации воздействия во время строительства инфраструктуры, ее обслуживанию и использованию.

Проблема железнодорожного шума становится все более серьезной по мере увеличения скорости и пропускной способности железнодорожных путей, а шумовое и вибрационное загрязнение населения, проживающего вблизи железнодорожных линий, превратилось в серьезную социальную проблему по мере повышения уровня и качества жизни. В частности, из-за высокой плотности населения в некоторых крупных городах многоэтажные

жилые дома часто оказываются на железнодорожных путях, что еще больше усугубляет проблему железнодорожного шума.

Первый способ защиты селитебных территорий – установка шумозащитных барьеров [4]. Шумозащитные барьеры можно классифицировать в зависимости от их формы, основного материала и используемого метода звукопоглощения. Классификация звуконепроницаемых барьеров представлена на рисунке 3.

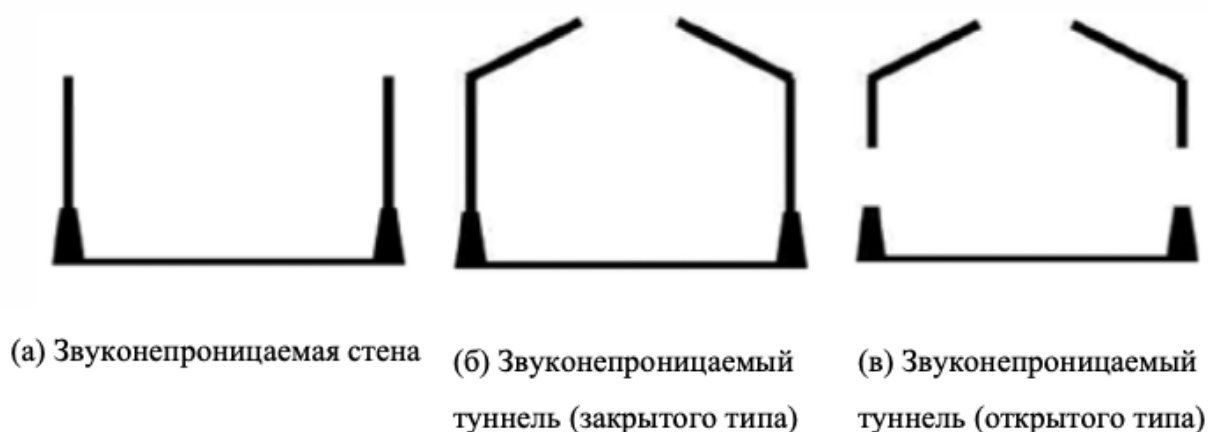


Рисунок 3 Классификация звуконепроницаемых барьеров

Результаты различных исследований неизменно свидетельствуют об эффективности шумозащитных барьеров, однако перед их применением следует учитывать определенные ограничения. Например, по мнению Тулера и Каевунруена шумозащитные барьеры и заглубленные стены являются слишком дорогостоящими мерами с большим углеродным следом, чем другие меры, и поэтому их следует использовать только в районах с высоким уровнем шума и вибраций или там, где вблизи железнодорожных путей расположены густонаселенные пункты.

Еще одним способом снижения механического воздействия железной дороги является использование звукопоглощающих материалов. Бетон и материалы на основе цемента являются основными материалами, используемыми в железнодорожной инфраструктуре, включая бетонные шпалы, бетонные плиты и бетонную обделку тоннелей. Многие исследователи

изучали их акустические характеристики и способы улучшения акустических качеств материалов на основе цемента. Для материалов на основе цемента обычно рассматриваются две основные стратегии: повышение звукопоглощающей способности материалов и акустическое проектирование формы поверхности бетонных конструкций.

Ну и наконец, рассмотрим установку демпферов и прокладок для рельсов. Демпфер рельса (также известный как поглотитель вибрации рельса) – это пассивный элемент, прикрепленный к обеим сторонам полотна рельса, который снижает уровень воздушного шума, вызванного вибрацией рельса. На рисунке 4 показано размещение рельсового демпфера. Динамический поглотитель способен снизить уровень шума рельсов на 2-5 дБ [24] за счет повышения способности рельса гасить вызывающие шум колебания, возникающие в результате контакта колеса с рельсом.

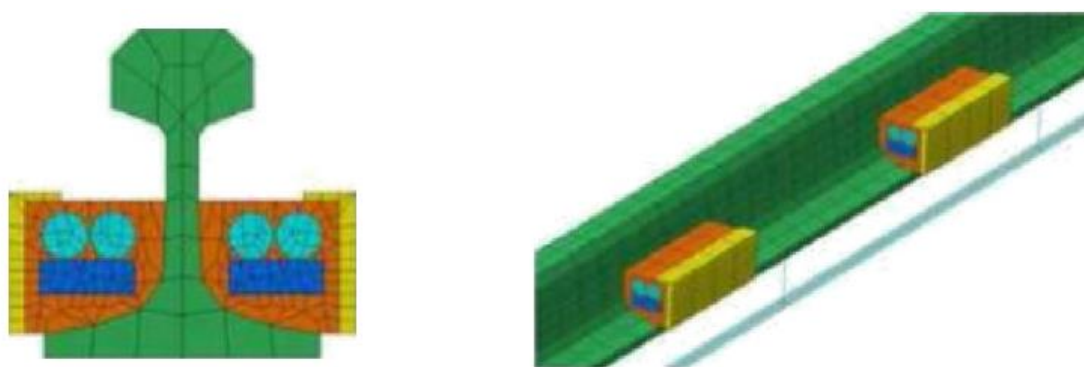


Рисунок 4 Конечно-элементарная модель пути с рельсовыми демпферами

Источник: Jang and Ryue, 2017.

Железнодорожный транспорт является значительным источником выбросов загрязняющих веществ, таких как оксиды азота (NO_x), диоксид серы (SO_2) и углеводороды. Для снижения экологического влияния применяются различные стратегии, включая оптимизацию топливной эффективности локомотивов и внедрение катализаторов для снижения выбросов NO_x . Введение более чистых видов топлива, таких как биодизель и электричество,

также способствует улучшению качества воздуха вблизи железнодорожных маршрутов и снижает общее воздействие на климатическую систему.

Для уменьшения поступления загрязняющих веществ в сторону от железной дороги используют придорожные защитные лесные насаждения. Лесная растительность интенсивно удерживает тяжелые металлы, выполняя функцию фильтра для природной среды и защищая от неблагоприятных аэродинамических эффектов. Концентрация тяжелых металлов в местах с защитными насаждениями в среднем ниже на 3% - 30%.

Для уменьшения количества столкновений диких животных и движущегося поезда часто устанавливаются ограждения и переходные сооружения, позволяющие снизить частоту столкновений на 80%, при этом при использовании переходных сооружений сохраняются связи между местообитаниями животных и важных точек их жизнедеятельности (источниками пищи, воды и так далее). Однако эти меры по смягчению последствий железнодорожных аварий являются дорогостоящими. К тому же, ограждение может также ограничить доступ животных к полезным источникам пищи, ограничить их миграцию. В качестве альтернативы ограждениям операторы дорожных транспортных средств иногда могут избежать столкновений с дикими животными, обнаруживая животных и снижая скорость, в свою очередь сигнал о приближающемся животном может поступать за счёт предупреждающих знаков (для мест сезонной миграции) или систем обнаружения животных. Однако, для того, что операторы поездов успели снизить скорость к потенциальному месту столкновения, необходимо получать сигнал за несколько минут. Однако снижение скорости может быть неэффективным и по итогу не самым экологичным способом борьбы с данной проблемой.

Альтернативный подход к уменьшению числа столкновений поездов с дикими животными заключается в оборудовании специальных систем отпугивания животных при приближающемся поезде. По причине отсутствия звукового предупреждения, в силу поглощения звука растительностью, за счёт

особенностей рельефа, глубокого снега или за счёт панического поведения животного при звуковом или световом сигнале поезда, оно (животное) может выбежать на железнодорожный путь. Вероятность столкновения можно было бы снизить, если бы предупреждающие сигналы подавались до прибытия поезда таким образом, чтобы они не могли быть рассеяны или удержаны и в конечном счёте доходили бы до животных. Животные могли бы научиться связывать эти предупреждающие сигналы с приближением поезда, если бы сигналы подавались в определенное время относительно прибытия поезда.

Проходящий ретранслятор использует сенсорное устройство для обнаружения поездов и передачи сигналов на дистанционное устройство предупреждения [23], как изображено на рисунке 4 (b). Датчик приближения использует вибрацию рельсов для обнаружения поездов на расстоянии и подачи встроенных предупреждающих сигналов, механизм изображён на рисунке 4 (c). В обеих системах оповещения мы полагаемся на животных, которые связывают сигналы оповещения с приближением поезда. Животные, которые усвоили эту ассоциацию, покидают рельсы при срабатывании предупреждения (Рисунке 5).

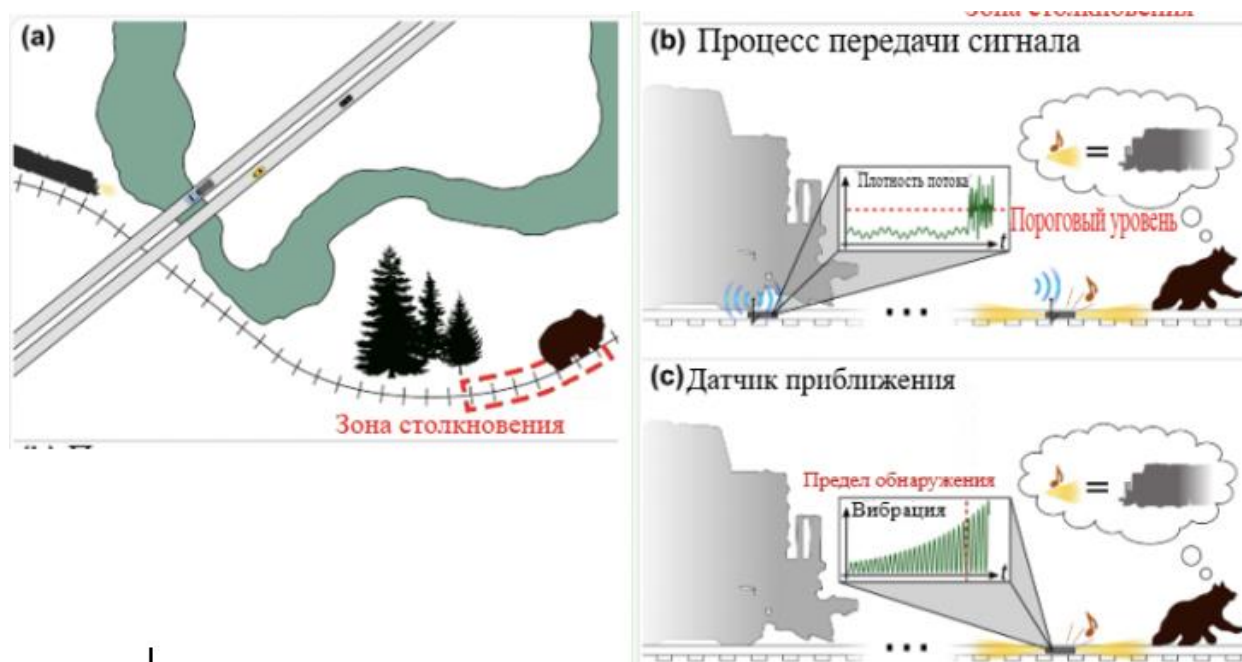


Рисунок 5 Концепция системы оповещения, запускаемой поездом

Источник: Backs, J.A.J.; Nychka, J.A.; St. Clair, C.C. Warning Systems Triggered by Trains Could Reduce Collisions with Wildlife. Ecol. Eng.2017, 106, 563–569.

Сводная таблица, характеризующая особенности воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду и меры по снижению негативного воздействия представлена в Приложении А.

ГЛАВА 3. СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ УЧАСТКА СТАНЦИИ ТОСНО

3.1 Хозяйственное использование территории

Более 60% общего оборота товаров, работ и услуг Тосненского района приходится на промышленные предприятия. Обрабатывающая промышленность составляет основу этой отрасли, на неё приходится около 30% рабочих мест в экономике района. Город Тосно (Тосненское городское поселение), город Федоровское, деревня Аннолово (Федоровское городское поселение), поселок Тельмана (Тельмановское сельское поселение), город Никольское (Никольское городское поселение) являются промышленными центрами Тосненского района. Более 91% производимой продукции приходится на данные территории.

Лидирующую позицию занимает химическая промышленность - 25%, [19] затем идут производство резиновых и пластмассовых изделий – 9%, неметаллических минеральных продуктов – 8%, готовых металлических изделий за исключением машин и оборудования – 8%, машин и оборудования, не включенных в другие группы – 7% и пищевая промышленность – 8% (Рисунок 6).

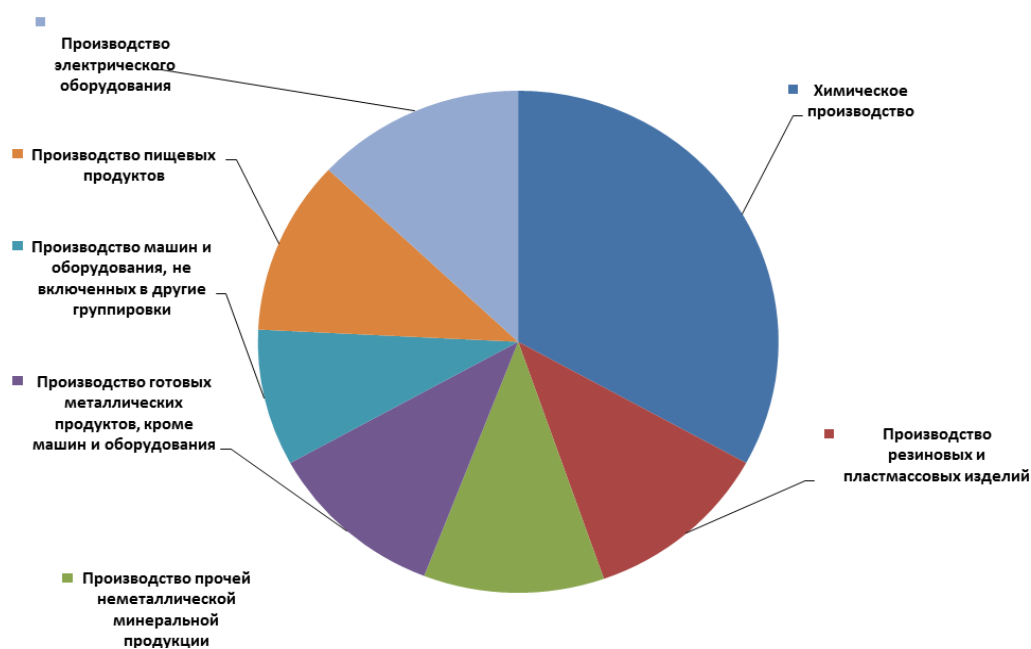


Рисунок 6 Отраслевая структура промышленности Тосненского района

В Тосненском районе Ленинградской области расположены несколько крупных промышленных предприятий и фермерских хозяйств. Среди ведущих предприятий можно выделить: ЗАО «Тосненский комбикормовый завод», ООО «МПК «Тосненский», ОАО «Хенкель-Эра», ООО «Хенкель Рус», АО «ТоМеЗ», ООО «Винипласт», ООО «Тепловое оборудование», ООО «Катерпиллар Тосно» и многие другие [19].

В сфере сельского хозяйства Тосненский район специализируется на овощеводстве, картофелеводстве и молочном животноводстве. Этот район является ведущим поставщиком овощей в области, обеспечивая около половины от общего объема и достигая урожайности более пятисот центнеров с гектара, что превышает средние показатели по области. Доля производства картофеля составляет 27% от регионального объема, с урожайностью 214 центнеров с гектара, что также выше среднего уровня по области.

3.2 Характеристика компонентов окружающей среды территории и их современное состояние

3.2.1 Состояние атмосферного воздуха

За последние годы стационарные предприятия Тосненского района выбрасывают в атмосферу примерно 4 тысячи тонн загрязняющих веществ - 2% от общего объема выбросов в Ленинградской области. Лидер региона по количеству выбросов в окружающую среду – промышленные предприятия по производству строй материалов в городе Никольском. Выбросы составляют приблизительно 1,46 тысячи тонн различных веществ, включая 0,41 тысячи тонн диоксида серы, 0,46 тысячи тонн оксида углерода, 0,3 тысячи тонн диоксида азота и 0,29 тысячи тонн пыли, содержащей кремний. Кроме того, эти предприятия выбрасывают 8,4 тонны фтористого водорода и 17,3 тысячи тонн хлористого водорода, являющихся веществами второго класса опасности.

В городе Тосно вклад в загрязнение воздуха составляет около 0,4 тысячи тонн, которые относятся в основном на предприятие "Тепловые сети".

Выбросы составляют 0,23 тысячи тонн диоксида азота, 0,1 тысячи тонн диоксида серы и примерно 0,07 тысячи тонн оксида углерода.

Тосненский район является районом Ленинградской области, где воздух наименее загрязнен и соответствует санитарным нормам. Основная зона техногенного загрязнения расположена в районе поселка Ивановское и города Никольское. В этом районе атмосферные осадки содержат значительно повышенные уровни сульфат-ионов (до 4,5 мг/л, при среднем показателе 1,7 мг/л для данного региона) и фтора (до 0,3 мг/л, при обычной концентрации около 0,05 мг/л). Кроме того, в осадках обнаружены некоторые тяжелые металлы. Среднее содержание серы и фтора в зимних осадках соответствует региональным значениям, но концентрация большинства тяжелых металлов превышает фоновый уровень.

Увеличение количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу района может объясняться введением новых производств, ростом объема производства, а также тем, что только 60% предприятий района оборудованы современными очистными сооружениями, способными эффективно снижать выбросы, что требует дополнительных инвестиций в модернизацию технологий улавливания загрязнений. Высокие уровни диоксида азота и фтористого водорода в атмосфере оказывают негативное влияние на здоровье местного населения, что затрагивает примерно 10% жителей, проживающих вблизи промышленных зон. В рамках плана по сокращению загрязнения на следующие три года планируется выделить 15 миллионов рублей на установку новых фильтров и современных технологий очистки у крупнейших предприятий района. Эти меры направлены на улучшение экологической ситуации и снижение влияния промышленных выбросов на окружающую среду и здоровье населения. Вместе с тем, отмечается снижение темпов роста объема выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на объем отгруженной продукции собственного производства.

3.2.2 Состояние поверхностных и подземных вод

В 2022 году в пункте п. Усть-Тосно [9] проводились гидрохимические наблюдения за состоянием реки Тосно, которые показали следующие результаты. Концентрации хлорорганических пестицидов оказались ниже пределов чувствительности используемых методов. В июне зафиксировано абсолютное содержание растворённого кислорода ниже нормативного уровня (5,5 мг/л). Относительное содержание кислорода оказалось ниже нормы в мае (66 %) и в июне (59 %). Среднегодовые значения превышали нормативы по ХПК (в 3,5 раза), БПК₅ (на уровне ПДК), нитритному азоту (в 1,2 раза выше ПДК), общему железу (в 5,7 раза выше ПДК), меди (в 5,3 раза выше ПДК), цинку (в 1,2 раза выше ПДК) и марганцу (в 3 раза выше ПДК). Снижение содержания кислорода свидетельствует о высоком уровне загрязнения воды. Основной вклад в общий индекс загрязнённости воды вносят ХПК, общее железо, медь и марганец. В 2022 году вода реки Тосно классифицировалась как сильно загрязнённая (УКИЗВ – 3,30; 3 класс, разряд «б»), аналогично состоянию в 2021 году (УКИЗВ – 3,72; 3 класс, разряд «б»).

Загрязнение реки Тосно железом, марганцем и органическими веществами во многом обусловлено природными факторами, такими как поступление болотных вод.

Грунтовые воды Тосненского района связаны с четвертичными и девонскими отложениями, залегающими близко к поверхности. Несмотря на высокую уязвимость этих вод к загрязнению с поверхности, они широко используются для нецентрализованного водоснабжения в сельской местности, обеспечивая многочисленные колодцы и скважины.

Жители города Тосно получают питьевую воду из Большого Невского водопровода (31 185 человек) и из скважин центрального участка месторождения подземных вод «Тосненское» (6163 человека). Вода из Большого Невского водопровода соответствует гигиеническим стандартам и считается качественной, в то время как вода из скважин месторождения «Тосненское» не отвечает этим требованиям. В 2018 году 83,5 % городского

населения Тосно были обеспечены качественной питьевой водой из централизованной системы водоснабжения.

3.2.3 Состояние почвенного покрова

В пределах Тосненского района основная зона начального загрязнения почвы тяжелыми металлами в природных ландшафтах располагается на северо-западе, образуя полосу шириной до 10-15 км. Эта полоса пролегает вдоль транспортных магистралей, соединяющих Санкт-Петербург с Мурманском, Москвой и Новгородом. Такая зона является частью широкой техногенной аномалии, охватывающей Санкт-Петербург и распространяющейся на восток и юго-восток. На участке между Красным Бором и Форносово зафиксирован более высокий уровень общего загрязнения почвы тяжелыми металлами; эта территория является продолжением значительной аномалии, охватывающей район Колпино. Начальные загрязнения почвы также выявлены вдоль дороги на Новгород, между поселком Радофинниково и деревней Каменка. Основными загрязняющими веществами являются цинк, медь, никель и свинец. Общая площадь территории с начальным уровнем техногенного загрязнения тяжелыми металлами составляет около 500 кв. км, что эквивалентно примерно 15% площади всего Тосненского района.

В Тосненском районе обследовали 26 тыс. га сельскохозяйственных угодий на содержание подвижных форм тяжелых металлов и фтора. Обнаружены значительные площади сельскохозяйственных земель с начальным загрязнением медью и цинком (по 1200 га каждая), а также свинцом, кадмием и мышьяком (по 300-400 га каждая). Самое распространенное начальное загрязнение почвы фтором обнаружено на 6700 га. Территории, где концентрация подвижных форм элементов превышает ПДК, встречаются реже: фтор - 370 га, цинк - 100 га, остальные элементы - до 50 га. Распространенность сельскохозяйственных угодий с начальным загрязнением тяжелыми металлами в Тосненском районе объясняется

влиянием Ижорского завода и инфраструктуры Санкт-Петербурга. Основная причина загрязнения сельскохозяйственных земель фтором связана с использованием фосфорных удобрений, содержащих этот элемент.

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ УЧАСТКА САНКТ- ПЕТЕРБУРГ – БОЛОГОЕ

4.1 Основные источники и объекты негативного воздействия железной дороги на окружающую среду участка Санкт-Петербург- Бологое

Воздействие железнодорожного транспорта на содержание тяжелых металлов в природных компонентах и окружающих территориях определяется несколькими факторами. Это включает влияние инфраструктуры железных дорог, транспортного движения и перевозки грузов. Плохое техническое состояние подвижного состава и железнодорожных путей снижает энергоэффективность и ухудшает экологическую безопасность отрасли. Повышение степени износа подвижного состава приводит к увеличению расхода энергоресурсов и увеличению выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Во время движения железнодорожного транспорта возникает шум, интенсивность и частотные характеристики которого определяются скоростью движения, типом поездов, состоянием пути и характером движения.

Шум, порождаемый железнодорожным транспортом, включает акустические волны, распространяющиеся в воздухе, и вибрации, передаваемые на землю во время движения поездов. Источники шума зависят от режима эксплуатации, конструкции поезда и инфраструктуры. Например, звуковые сигналы используются при проезде через переезды. Шум от конструкции поезда включает звуки двигателя, оборудования, аэродинамический шум при высоких скоростях, звук от тормозных систем, а также от элементов качения, например, колес и подшипников.

Один из основных источников шума — шум качения, возникающий при движении по прямой дороге и охватывающий широкий диапазон частот. Этот вид шума связан с контактом колеса с рельсом и зависит от степени износа

обоих элементов, что приводит к шероховатостям и неровностям. Также значительный импульсный шум может возникать при прохождении через рельсовые стыки и стрелочные переводы, особенно в городских районах с кривыми малого радиуса.

Проблемой также является передача низкочастотных вибраций на землю во время движения поездов — так называемые земляные вибрации. Это может негативно сказываться на здоровье людей и приводить к деградации инфраструктуры вблизи железнодорожных путей. Например, вибрации от проезжающих поездов могут повышать частоту сердечных сокращений во время сна на три удара в минуту, что в долгосрочной перспективе может повлиять на сердечно-сосудистую систему.

4.2 Оценка воздействия объектов на компоненты окружающей среды

4.2.1 Воздействие на почвенный покров

Почвы вдоль участка железной дороги Санкт-Петербург - Бологое загрязнены тяжёлыми металлами. На рассматриваемом участке наблюдается эрозия почвенного слоя, вторичное засоление, отмечается снижение плодородия. Почва имеет уплотненный характер, а ее горизонты перемешаны отходами, элементами и веществами, перевозимыми по железной дороге.

Зимняя уборка снега железных дорог приводит к удалению снежного покрова с почвы, что вызывает охлаждение и сильное промерзание грунтовых слоев. Это негативно сказывается на состоянии растительных сообществ вдоль дорог, способствуя появлению рудеральных и сорных видов растений.

При износе подвижного состава (проводов и рельсов), а также при утечках и рассыпании грузов в почву обочин, поступают тяжелые металлы, такие как Fe, Cr, Mn, Co, Pb и другие. Распространение этих веществ зависит от рельефа и метеорологических условий, формируя овальные зоны, вытянутые в определенных направлениях. Тяжелые металлы также попадают в почвы при перевозке в открытых вагонах и перегрузке различных руд, минеральных удобрений, а также при сгорании жидкого и твердого топлива на

стационарных и передвижных источниках. Среди тяжелых металлов в выбросах выхлопных газов двигателей тепловозов наибольшее количество составляют Pb, а также Cu, Ni, Cr. Все они присутствуют в продуктах переработки нефти, таких как бензин и дизельное топливо. При износе подвижного состава в окружающую среду поступает пыль, содержащая тонкодисперсные частицы, в которой наиболее токсичным элементом являются соединения Zn.

Также, почвенный покров вдоль участка близ железнодорожной станции Тосно загрязнён нефтепродуктами. Нефтепродукты поступают в почву в результате их утечки из цистерн, неисправных котлов, при заправке колесных букс.

Загрязнение почв нефтепродуктами и тяжелыми металлами наиболее интенсивно в непосредственной близости от железнодорожных путей, на расстоянии до 20 метров. Нефтепродукты накапливаются в верхних слоях почвы, а тяжелые металлы могут проникать глубже. Проникновение углеводородов между шпалами приводит к уплотнению насыпи, ухудшению дренажа и деформации путей.

Также, важно отметить, что вблизи железной дороги располагаются сельскохозяйственные угодья, дачи и жилые строения, где выращиваются растения для дальнейшего потребления. Из почв, загрязнённых тяжёлыми металлами, эти элементы поступают в растения, а после- в организм человека. Таким образом, вовлекаясь в пищевую цепочку, тяжёлые металлы могут непосредственно оказывать воздействие на здоровье людей.

4.2.2 Воздействие на водные ресурсы

Для реки Тосно в 2022 году наблюдались превышения нормативных показателей по железу общему (5,7 ПДК), меди (5,3 ПДК), цинку (1,2 ПДК) и марганцу (3,0 ПДК). Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды внесли железо общее, медь и марганец. В 2022 г. воды

характеризовались как очень загрязненные (УКИЗВ – 3,30; 3 класс, разряд «б»).

Загрязнение рассматриваемых водных объектов железом, марганцем, а также органическими соединениями имеет в существенной степени природный характер и обусловлена значительным вкладом в питание рек болотных вод. Однако, на участках непосредственно близ железнодорожной станции отмечается наибольшее превышение показателей ПДК по вышеперечисленным тяжёлым металлам, что может говорить о наличии антропогенного фактора в увеличении концентрации данных элементов в реке Тосно.

4.2.3 Воздействие на растительный мир

В непосредственной близости от железной дороги наряду с широко распространёнными видами (*Hierochloe odorata*, *Festuca rubra*, *F. ovina*, *Melilotus officinalis* и др.) были найдены сравнительно редкие, как для района, так и для области в целом виды: *Fragaria viridis*, *Agropyron pectinatum*, *Festuca trachyphylla*, *Salvia verticillata*, *Lappula squarrosa*, *Cynoglossum officinale*, *Veronica opaca*. По затопленным колеям вдоль железных дорог встречаются *Juncus bufonius*, *Stellaria alsine*, *Androsace filiformis*, *Peplis portula*, *Limosella aquatica*.

4.2.4 Воздействие шума железнодорожного транспорта на население

Согласно Государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году» среди основных санитарно-гигиенических факторов, которые определяли негативную нагрузку и формировали состояние здоровья населения в 2022 году названа комплексная нагрузка, связанная с физическими факторами среды обитания (шум, электромагнитное излучение, вибрация, ультразвук и иные), с численностью подверженного воздействию населения 60,4 млн человек в 28 субъектах Российской Федерации (41,3 %

населения). Наиболее значимым из физических факторов, оказывающих влияние на среду обитания человека, является шум. Доля измерений шума на территории жилой застройки, не соответствующих гигиеническим нормативам, в 2022 г. составила 17,4 %. Ведущим источником шума в населенных пунктах по-прежнему является транспорт. Постоянное акустическое загрязнение в основном городских территорий, является причиной заболеваний сердечно-сосудистой, нервной систем и органов слуха.

Реакции организма на шум подразделяются на реакции защиты и ориентации, или на реакции патологические и физиологические. Наиболее сильные реакции вызывает шум более 70 дБ. Воздействие шума может приводить к формированию заболеваний сердечно-сосудистой, нервной или пищеварительной системы. Уровень звука свыше 65 дБА является фактором риска развития ишемической болезни сердца и инфаркта миокарда. Длительное сверхнормативное шумовое воздействие может привести к заметному (в пределах 8–12 лет) сокращению жизни населения, проживающего в крупных городах. Следует отметить, что особенность воздействия шума на человека заключается в неспецифическом физиологическом проявлении при уровне шума на 7–15 дБ ниже того, при котором возникает риск для органов слуха. Выявление достоверной связи между ростом числа заболеваний и уровнем шума является трудоемкой задачей, так как во многих случаях акустический фактор не является основным источником развития патологии, но вместе с тем способствует ее формированию. Изучение динамики показателей первичной заболеваемости населения Санкт-Петербурга болезнями, развитие которых может быть связано с влиянием акустического фактора, свидетельствует о росте этих показателей: за десятилетний период (2000–2009 гг.) заболеваемость болезнями системы кровообращения (в том числе характеризующимися повышенным кровяным давлением) увеличилась в 1,9 раза, болезнями нервной системы – в 1,7 раза.

4.3 Выбор мероприятий с целью предотвращения и снижения возможного воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду территории участки Санкт-Петербург - Бологое

На участке железнодорожного транспорта Санкт-Петербург - Бологое важно принять эффективные меры для предотвращения и снижения возможного негативного воздействия на окружающую среду.

Первоначальным этапом является проведение комплексной экологической оценки данного участка железной дороги. Необходимо изучить уровень шумового загрязнения, выбросов вредных веществ, состояние почвы и водоемов вдоль пути и около него. Также важно оценить влияние на флору и фауну региона.

После проведения оценки необходимо определить конкретные мероприятия по снижению воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду. Важно учитывать специфику данного участка, его особенности и основные источники негативного влияния.

С учётом результатов оценки и анализа предлагается ряд мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду на участке Санкт-Петербург - Бологое:

- Внедрение современных энергоэффективных технологий в работу локомотивов и поездов для уменьшения выбросов;
- Проведение регулярного мониторинга и контроля за качеством воздуха вдоль пути и принятие мер по уменьшению загрязнения;
- Создание зеленых насаждений вблизи железнодорожных путей для предотвращения миграции загрязняющих веществ в окружающую среду и снижения шума;
- Внедрение практик соблюдения природоохранных норм и проведение регулярного экологического мониторинга

После внедрения выбранных мероприятий необходим системный мониторинг и оценка их эффективности на участке Санкт-Петербург - Бологое. При необходимости следует проводить корректировку и доработку

принятых мер для достижения наилучших результатов по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Чтобы уменьшить негативное влияние шума от потоков железнодорожного транспорта, используются различные меры и конструкции. Одно из средств защиты от шума, создаваемого железнодорожным транспортом, — акустические экраны. Акустический экран — это преграда, которая устанавливается между железнодорожными путями и защищаемыми объектами (жилыми домами, гостиницами, больницами, школами и т. д.), снижая уровень шума до санитарных норм или требуемых значений.

Железнодорожные транспортные средства могут быть модернизированы с целью снижения уровня шума. Для этого могут быть использованы различные технологии, такие как установка шумозащитных экранов в компонентах транспортных средств, оптимизация геометрии колес, применение специализированных подвесок и амортизаторов. Высокоскоростные поезда также могут быть улучшены путем оптимизации аэродинамики. Важным аспектом является замена материалов в компонентах рельсового транспорта или изменение их динамических свойств, что способствует снижению шума и вибрации.

Инфраструктурные решения включают в себя модернизацию железнодорожных путей с применением несъемных рельсов, таких как рельсы с непрерывной сваркой, что уменьшает импульсный шум и время простоя, используя амортизирующие шпалы. Техническое обслуживание также играет ключевую роль в поддержании эффективности модернизированной инфраструктуры, включая такие меры, как шлифовка рельсов для снижения уровня шума.

Для сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу железнодорожные транспортные средства могут быть переведены на более экологически чистые источники энергии, такие как электрификация железнодорожных линий. Это требует инвестиций в тяговую инфраструктуру для обеспечения электроэнергией, что позволяет полностью отказаться от

использования дизельных двигателей на электрифицированных участках, что существенно снижает выбросы в атмосферу. Для достижения нулевого уровня выбросов также важно обновление источников электроэнергии, используемых для питания железнодорожной инфраструктуры, включая замену устаревших электростанций на возобновляемые источники энергии или ядерную энергию.

Повышение энергоэффективности подвижного состава также является ключевым аспектом устойчивости железнодорожного транспорта. Это может быть достигнуто путем использования легких материалов в поездах, внедрения регенеративных тормозных систем и улучшения аэродинамических свойств вагонов. Оптимизация маршрутов и остановок также способствует снижению энергопотребления и выбросов в атмосферу, особенно для междугородних и экспресс-поездов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Было продемонстрировано негативное влияние железнодорожного транспорта на близлежащие территории. Многолетнее загрязнение воздуха отражается в значительном накоплении токсичных веществ растениями и верхним слоем почвы. На основе исследования основных источников и объектов негативного воздействия железной дороги на окружающую среду на участке Санкт-Петербург-Бологое были сделаны следующие выводы:

- Вредные выбросы от электропоездов, локомотивов и другой железнодорожной техники, а также шумовое загрязнение являются основными проблемами на данном участке. Они негативно влияют на атмосферу и здоровье людей, которые проживают вблизи железнодорожной инфраструктуры.

- Для снижения негативного воздействия железной дороги на окружающую среду на участке Санкт-Петербург-Бологое рекомендуется применение современных технических решений. В частности, следует установить фильтры и системы очистки выбросов на железнодорожной технике. Это позволит снизить количество выхлопных газов и других вредных веществ, попадающих в атмосферу.

- Наиболее распространёнными веществами, загрязняющими участок являются органические вещества и продукты их сгорания (нефть, нефтепродукты, мазут, топливо, смазочные материалы, полициклические ароматические углеводороды) и тяжелые металлы (железо, марганец, свинец, медь, цинк, кобальт и др.).

В пределах участка железной дороги Санкт-Петербург - Бологое железнодорожный транспорт является поставщиком в почвы в наиболее высоких концентрациях железа, марганца и меди. Характер распространения тяжелых металлов указывает на ведущую роль данного вида транспорта в техногенном загрязнении окружающей среды наряду с автомобильным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. БК «Нептун»: [официальный сайт] - <https://skvazhina78.ru/>
2. Гидрогеология СССР: в 45 т./ гл. ред. А. В. Сидоренко. Т. III: Ленинградская, Псковская и Новгородская области / отв. ред. И. К. Зайцев. М.: Недра, 1967. 328 стр.
3. ГОСТ 33325—2015 Шум. Методы расчета уровней внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом.
4. ГОСТ 33329- 2015 Экраны акустические для железнодорожного транспорта. Технические требования.
5. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году». М.; 2023
6. Грейсер Е.Л. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ / Грейсер Е.Л., Иванова — URL: Н.Г.https://elibrary.ru/download/elibrary_12137995_19476754.pdf
7. Даринский А. В. Ленинградская область. — Л.: Лениздат, 1975. — 384 с.
8. Действующие метеорологические станции сети Росгидромета (RU_RIHMI-WDC_2667): [Электронный ресурс]. URL: esimo.ru/dataview/viewresource?resourceId=RU_RIHMI-WDC_2667 . (Дата обращения: 15.05.2024).
9. Доклад об экологической ситуации в Ленинградской области в 2022 году— URL: https://kpr.lenobl.ru/media/uploads/userfiles/2023/07/04/%D0%94%D0%9E%D0%9A%D0%9B%D0%90%D0%94_%D0%9E%D0%91_%D0%AD%D0%9A%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%98%D0%A7%D0%95%D0%A1%D0%9A%D0%9E%D0%99_%D0%A1%D0%98%D0%A2%D0%A3%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%98_%D0%92_%D0%9B%D0%95%D0%9D%D0%9E%D0%91%D0%9B%D0%90%D0%A1%D0%A2%D0%98_%D0%92_2022_%D0%93%D0%9E%D0%94%D0%A3.pdf
10. Инженерная биология : учебник / Ю. И. Сухоруких, Б. С. Маслов, Н. Г. Ковалев, К. Н. Кулик. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-1966-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209882> (дата обращения: 03.02.2024).
11. К вопросу оценки качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения в современных условиях / Ю. А. Новикова, К. Б.

- Фридман, В. Н. Федоров [и др.] // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 6. – С. 563-568. – DOI 10.47470/0016-9900-2020-99-6-563-568. – EDN ILFWUS.
12. Копытенкова Ольга Ивановна, Курепин Д.Е., Фридман К.Б., Кузнецова Е.Б. Подходы при изучении воздействия шума железнодорожного транспорта на основе методологии оценки риска // Гигиена и санитария. 2017. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-pri-izuchenii-vozdeystviya-shuma-zheleznodorozhnogo-transport>
 13. Ломтадзе, В. Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. / В.Д. Ломтадзе. - Л., «Недра», 1977. - 479 с
 14. Морачевская К. А., Павлинов П. С. Тосно // Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал – URL: <https://bigenc.ru/c/tosno-ec8267/?v=5314689> (Дата обращения: 28.02.2024)
 15. Росстат: [официальный сайт]. - Москва, 1999 – 2024. - URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 15.04.2024).
 16. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96
 17. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства: в 6 ч. – М.: ПНИИИС Госстроя России, 2000. – 93 с. – ч.2.
 18. Тектоника Ижорской возвышенности: [Электронный ресурс]. URL: vodabur.ru/articles/tectonics-of-the-izhora-hills . (Дата обращения: 15.05.2024).
 19. Тосненский район: [Электронный ресурс]/ Промышленность — URL: <https://tosno.online/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C/>
 20. Тосненский район: [Электронный ресурс]/ Экоактивность — URL: <https://tosno.online/2023/11/28/%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F-%D1%8D%D0%BA%D0%BE-%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C-%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F-%D0%B8-%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80/?ysclid=lxnnrc2kee280994099>
 21. Транспортная инфраструктура: учеб. пособие / Е. В. Фомин, Е.С. Воеводин, А. С. Кашура [и др.]. — Красноярск: Сиб федер. ун-т, 2020. — 114 с. [Электронный ресурс] // URL: <https://proxy.library.spbu.ru:7813/read?id=379860> / (дата обращения: 30.05.2024).

22. Green transportation for sustainability: Review of current barriers, strategies, and innovative technologies / Kinjal J. Shah, Shu-Yuan Pan, Ingyu Lee [и др.] // Journal of Cleaner Production. — 2021.— №326. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621035769> / (дата обращения: 02.06.2024)
23. J. Milewicz. Environmental Impact Evaluation as a Key Element in Ensuring Sustainable Development of Rail Transport — URL: https://mdpi-res.com/d_attachment/sustainability/sustainability-15-13754/article_deploy/sustainability-15-13754.pdf?version=1694750284.
24. J. Yoon. A Review of Mitigation Measures for Reducing Railway Rolling Noise from an Infrastructure Point of View — URL: https://www.researchgate.net/profile/Sukhoon-Pyo-2/publication/333823640_A_Review_of_Mitigation_Measures_for_Reducing_Railway_Rolling_Noise_from_an_Infrastructure_Point_of_View/links/5f7eb6a2299
25. P. Apparicio. Exposure to noise and air pollution by mode of transportation during rush T hours in Montreal — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692317308451>
26. Sustainable transport, sustainable development / Организация объединенных наций / редактор: Кэтрин Платцер. — 2021. — 110 с. [Электронный ресурс] // URL: https://sdgs.un.org/sites/default/files/2021-10/Transportation%20Report%202021_FullReport_Digital.pdf / (дата обращения: 02.06.2024)
27. Weather Spark: [Электронный ресурс]/ Климат в Тосно — URL: <https://ru.weatherspark.com/y/96722/%D0%9E%D0%B1%D1%8B%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0-%D0%B2-%D0%A2%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE-%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F-%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%8C-%D0%B3%D0%BE%D0%B4>

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Вид процесса	Вид воздействия	Изменения в природе	Меры по снижению последствий
Наличие железных дорог	Создание экологических барьеров	Нарушение путей миграции диких животных	Прокладка трассы с учётом особенностей миграции животных, создание переходов
Эксплуатация подвижного состава	-Шумовое воздействие вследствие трения колёс о рельсы -Вытекание масла через неплотности агрегатов локомотивов и узлов вагонов	-Ухудшения психологического и физиологического состояния населения, снижение фертильности и ухудшение когнитивных функций животных -Загрязнение почв, поверхностных и подземных вод	-Шлифовка поверхности рельсов и обточка колёс, устройство бесстыкового пути -Перевод парков грузовых вагонов на роликовые подшипники
Движение железнодорожного транспорта	Образование металлической пыли в процессе истирания тормозных колодок	Загрязнение водных объектов, воздуха, почвы, деградация растительности	Использование колодок из синтетических материалов
Эксплуатация дизельных локомотивов	Выбросы отработавших и картерных газов, испарение топлива	Загрязнение воздуха и почв, ухудшение среды обитания животных	Использование антидымных присадок и альтернативных видов топлива
Перевозка пассажиров	Сброс мусора и фекальных стоков	Загрязнение почвы, поверхностных и подземных вод, воздуха	Централизованный сброс фекальных стоков, переработка мусора, очистка стоков
Погрузка сыпучих грузов	Выброс в атмосферу пылевидных фракций	Загрязнение водных объектов, воздуха, почвы, деградация растительности	Применение на грузовых дворах устройств пневмопогрузки
Работа локомотивных и вагонных депо (мойка и ремонт подвижного состава)	Сброс загрязнённых сточных вод, содержащих кислоты, щёлочи, нефтепродукты	Загрязнение поверхностных вод, ухудшение условий обитания гидробионтов	Оборотное водоснабжение, очистка сточных вод методами отстаивания, флотации, фильтрации