



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
(магистерская диссертация)

На тему «Оценка влияния техногенных факторов на окружающую среду Нарвского водохранилища»

Исполнитель _____ Полякова Ксения Вячеславовна
(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 биологических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

_____ Мухин Иван Андреевич
(фамилия, имя, отчество)

« ____ » _____ 2025 г.

Санкт-Петербург

2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О НАРВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ.....	7
1.1 Местоположение района исследования.....	7
1.1 История создание Нарвского водохранилища.....	8
1.2 Характеристика Нарвского водохранилища как части трансграничной водной системы.....	8
1.3 Основные параметры Нарвского водохранилища.....	10
1.4 Классификация и районирование берегов Нарвского водохранилища.....	12
ГЛАВА 2 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ НАРВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	15
2.1 Климатическая характеристика.....	15
2.2 Рельеф исследуемой территории.....	16
2.3 Почвенно-растительные условия.....	18
2.4 Геологическая характеристика Нарвского водохранилища.....	22
2.5 Гидрологические условия Нарвского водохранилища.....	26
ГЛАВА 3 ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	28
3.1 Основные сведения о природных факторах, определяющих состояние окружающей среды водохранилища.....	28
3.2 Основные сведения о техногенных факторах, определяющих состояние окружающей среды водохранилища.....	34
ГЛАВА 4 ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИИ НАРВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ.....	38
4.1 Результаты оценки изменения компонентов окружающей среды Нарвского водохранилища под влиянием природных факторов.....	38

4.1.1 Оценка изменения качества воды Нарвского водохранилища.....	38
4.1.2 Оценка изменения донных осадков Нарвского водохранилища.....	47
4.2 Результаты оценки изменения компонентов окружающей среды Нарвского водохранилища под влиянием техногенных факторов	56
4.2.1 Оценка изменения качества воды Нарвского водохранилища.....	56
4.2.2 Оценка изменения качества донных отложений Нарвского водохранилища.....	57
ГЛАВА 5 МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ И СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НАРВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	60
5.1 Схема ведения мониторинга Нарвского водохранилища	60
5.2 Мероприятия для выявления и прогнозирования изменения компонентов окружающей среды Нарвского водохранилища.....	63
5.2.1 Мониторинг состояния донных отложений	63
5.2.2 Мероприятия в программе гидрохимического мониторинга водных объектов.....	64
5.2.3 Мероприятия по организации гидробиологических наблюдений ..	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	70
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ В	79

ВВЕДЕНИЕ

Развитие промышленности в 1950-1960-х годах в СССР вызвало необходимость большого строительства ГЭС и водохранилищ. Гидроэлектростанции способствовали экономическому развитию целых регионов необъятной страны.

Возведение таких сооружений требовало не только больших материальных вложений, но и кардинальных изменений природных экосистем. Затоплению подлежали большие территории, наносился значительный, а зачастую невосполнимый урон местной флоре и фауне, большое количество людей вынуждены были навсегда покинуть свои дома. Экономические выгоды от эксплуатации ГЭС и водохранилищ стояли на первом месте, но полностью просчитать все антропогенную нагрузку на окружающую среду на момент строительства гидросооружений и при длительной эксплуатации не представлялось возможным.

Вынужденное затопление значительных территорий, изменение естественного течения рек вело к нарушению миграции рыб, нарушению экологического равновесия окружающей среды. Кроме того, при создании и функционировании водохранилищ могут возникать различные геологические и ландшафтные проблемы.

В связи с этим требуются комплексные мониторинговые исследования, затрагивающие как водные слои на предмет гидрохимического режима и загрязнения водных масс, так и оценки биологичкой продуктивности и стабильности геологичкой среды ложа водохранилища. Важной задачей является также поддержание высокой надёжности гидротехнических сооружений, обеспечивающих режим функционирования водохранилища, предотвращение аварийных ситуаций с тяжелыми последствиями.

Объектом исследования являются природные компоненты (вода, донные отложения) в районе Нарвского водохранилища.

Предметом исследования выступают техногенные факторы и их влияние на экологическое состояние территории.

Цель работы: оценить влияние техногенных факторов на компоненты природной среды Нарвского водохранилища.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих основных задач:

1. Охарактеризовать на основе литературных данных основные физико-географические, климатические, геологические и гидрологические особенности территории;
2. Определить основные природные и техногенные факторы, влияющие на компоненты окружающей среды территории;
3. Провести оценку изменения компонентов окружающей среды Нарвского водохранилища в результате воздействия природных и техногенных факторов;
4. Определить негативные последствия изменения природных компонентов территории;
5. Предложить рекомендации по предотвращению и снижению неблагоприятных последствий для окружающей среды территории.

ГЛАВА 1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О НАРВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

1.1 Местоположение района исследования

Нарвское водохранилище находится на западе Ленинградской области, на границе России и Эстонии, представляющее трансграничный водный объект на реке Нарве и её притоке Плюссе. До его создания значительную часть территории занимали болота (40 % площади). Нарвское водохранилище занимает среднее течение реки Нарва (Рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 - Карта расположения Нарвского водохранилища [11]

1.1 История создание Нарвского водохранилища

Нарвское водохранилище было образовано в нижнем течении р. Нарвы в 1955 - 1956 гг. для работы Нарвской ГЭС, строительство которой началось в 1949 году по проекту Ленинградского отделения института «Гидроэнергопроект», и после ввода в эксплуатацию Нарвская ГЭС была передана в ведение районного энергетического управления "Ленэнерго".

После распада СССР в 1991 году часть сооружений Нарвской ГЭС оказалась на территории Эстонии: левобережная плотина, половина водосливной плотины, часть Нарвского водохранилища. Однако эти объекты продолжают использоваться для обеспечения работы российской части ГЭС в координации с эстонской стороной. В 2000-2010 годы на станции была проведена масштабная реконструкция: Модернизирована система автоматического управления гидроагрегатами, выполнен капитальный ремонт оборудования, внедрены инновационные системы тепло- и виброконтроля.

Нарвская ГЭС является частью Единой энергосистемы страны, выполняя следующие задачи: выработка электроэнергии, участие в регулировании нагрузок, обеспечение резерва мощности. В случае аварии на Ленинградской АЭС, Нарвская ГЭС должна обеспечить энергоснабжение собственных нужд станции [2]. Сегодня Нарвская ГЭС продолжает играть важную роль в энергосистеме региона. Регулирование Нарвского водохранилища ГЭС участвует в регулировании стока реки Нарва, расположенной на территории России и Эстонии.

1.2 Характеристика Нарвского водохранилища как части трансграничной водной системы

Нарвское водохранилище является частью большой водной системы Псковско-Чудское озеро - река Нарва - Нарвское водохранилище - река Нарва -

Финский залив, которая представляет собой самый большой трансграничный объект Европы [3].

Динамика вод Нарвского водохранилища обусловлена как синоптической ситуацией, так и регулированием стока через плотину ГЭС. Среднее течение Нарвы полностью занимает Нарвское водохранилище. Длина русла реки, лежащая под его водами – 20-25 км, наибольшая ширина искусственного озера достигает 30 км, а средняя – 4 км. Береговая линия сильно изрезана и благодаря этому имеет протяжённость около 200 км [23]. Наибольшая изрезанность наблюдается в восточной части водоёма.

В водохранилище впадают 3 реки – Нарва, Плюса и Великая, вытекает р. Нарва. Из трех впадающих рек доминирует приток воды из р. Нарвы – 80% всего притока, поступающего из Чудского озера, которое является одним из наиболее экологически чистых на Северо-Западе России [2]. В приложении А показана линейная схема водохозяйственного районирования бассейна р. Нарва.

Река Великая является самой протяжённой и многоводной рекой в Псковской области. В искусственное озеро впадает река Плюсса и множество ручьёв. Плюсса – это правый приток Нарва. Основные характеристики рек представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Основные характеристики впадающих в Нарвское водохранилище рек [23]

Характеристики	р. Нарва	р. Плюса	р. Великая
Длина, км	77	281	430
Ширина средняя, м	200-300	30	50
Ширина наибольшая, м	900	60	750
Глубина средняя, м	4	1	12
Глубина наибольшая м	11	6	30
Средняя скорость, м/с	1	0,2	1,5
Средний годовой расход воды, м ³ /с	400	50	134
Средний годовой сток, км ³	80	-	134
Площадь водосбора, км ²	56 225	6 550	25 200

Отток воды из Нарвского водохранилища происходит через Нарвскую гидроэлектростанцию (99%), а также путем испарения воды с поверхности искусственного озера – 1% всего оттока [16]. Водообмен в нем происходит очень быстро, учитывая отношение значительно повышенного объёма стока по сравнению с объемом самого водохранилища.

1.3 Основные параметры Нарвского водохранилища

Основные морфометрические и эксплуатационные характеристики Нарвского водохранилища представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Основные морфометрические и эксплуатационные характеристики Нарвского водохранилища [10]

Нормальный подпорный уровень (НПУ)	25 м
Площадь водного зеркала при НПУ	191 км ²
Длина	52 км
Ширина средняя	4 км
Ширина наибольшая	15 км
Глубина средняя	1,8 м
Глубина наибольшая	15 м
Полный объем при НПУ	365 млн. м ³
Уровень мертвого объема	24,55 м
Мертвый объем	274 млн. м ³
Форсированный уровень	25,6 м
Полный объем при форсированном уровне	425 млн. м ³
Объем водохранилища от отметки 25,0 м до 24,5 м	90 млн. м ³
Средний годовой расход воды р. Нарвы 50% обеспеченности	408 м ³ /с
Средний минимальный годовой расход воды 99% обеспеченности	217 м ³ /с
Отслеженный минимальный расход воды	53 м ³ /с
Энергоемкость водохранилища в пределах отметок 25,0 - 24,5 м	5000 МВт

Состав и описание гидротехнических сооружений водохранилища

Согласно пункту 15 приказа Федерального агентства водных ресурсов от 29 апреля 2022 г. № 108 "Об утверждении Правил использования водных ресурсов Нарвского водохранилища на р. Нарве", гидроузел Нарвского водохранилища состоит из головного узла, деривации (подводящего канала) и

станционного узла – отнесены к сооружениям II класса (гидротехнические сооружения высокой опасности). Схема расположения гидротехнических сооружений гидроузла Нарвского водохранилища представлена на рисунке 1.2. Головной узел составляет напорный фронт Нарвского водохранилища и включает ряд водоподпорных сооружений:

- водосливную плотину, расположенную в русловой части реки;
- водоприемник, предназначенный для регулирования подачи воды в подводящий канал ГЭС;
- ледозащитную стенку, расположенную перед водоприемником;
- правобережную земляную дамбу, соединяющую водоприемник с водосливной плотиной;
- левобережную земляную дамбу, примыкающую к водосливной плотине;
- левобережную струенаправляющую земляную дамбу ниже бьефа.

Подводящий канал (деривация) обеспечивает подвод воды из водохранилища через водоприемник к напорному бассейну здания ГЭС [23].

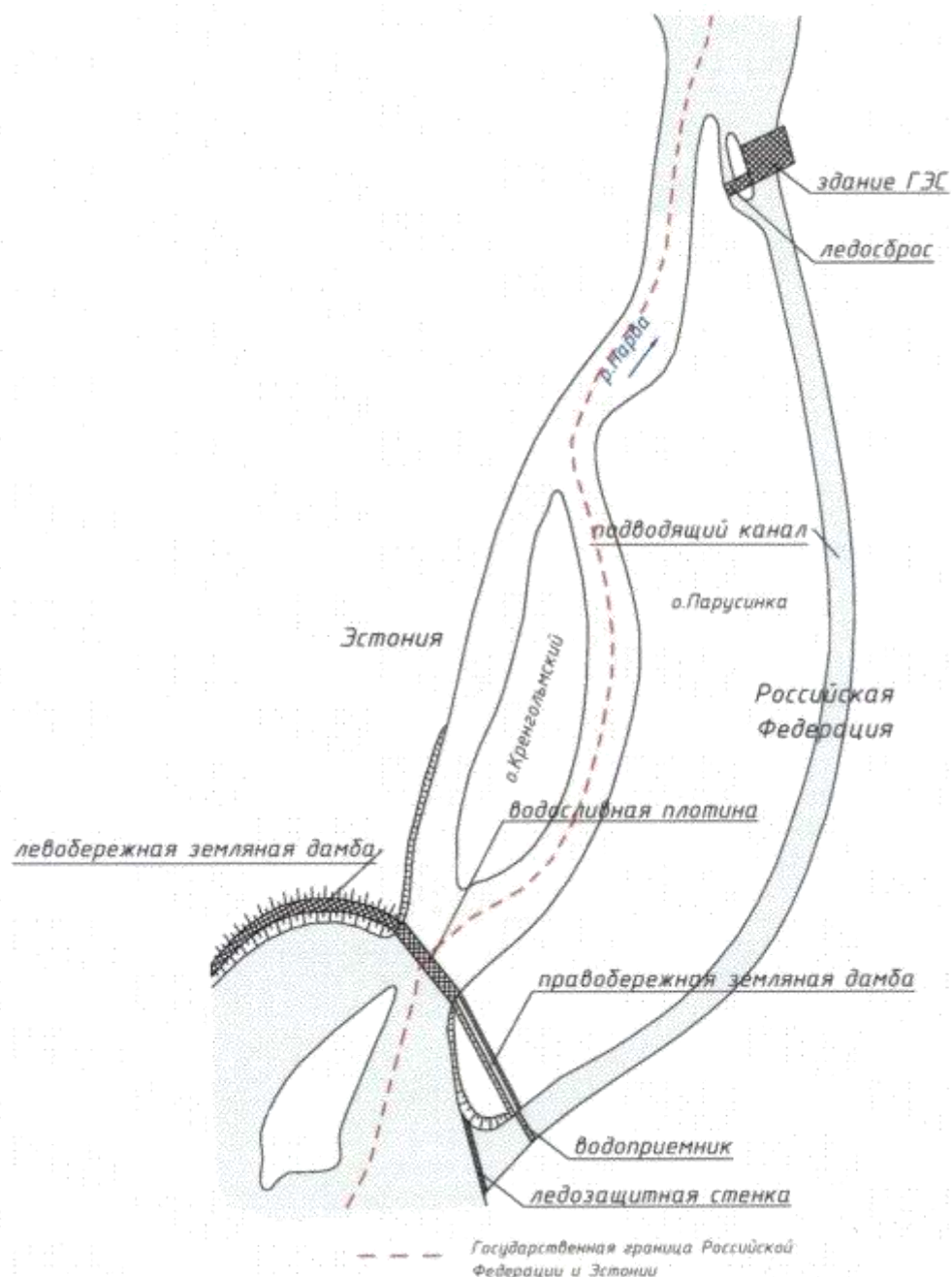


Рисунок 1.2 - Схема расположения гидротехнических сооружений гидроузла Нарвского водохранилища [23]

1.4 Классификация и районирование берегов Нарвского водохранилища

Водохранилище делится на четыре части – Нарвский, Плюский, Пятницкий заливы и район места впадения Нарвы. Помимо этого, оно содержит в себе ещё несколько сотен мелких заливчиков разной конфигурации и размеров. Каждая рассматриваемая часть территории отличается по типу

отложений - их составу и свойствам, определяя характерные особенности загрязнения водной толщи и донных осадков в их пределах [13].

В затопленных долинах рек Нарвы и Плюссы образовались длинные и узкие заливы. Из них в первую очередь выделяют как отдельную, речную часть водохранилища (от верхней зоны выклинивания подпора у подножья Омутских порогов до водосборного канала Эстонской электростанции), т.к. эта часть водохранилища сохранила речные черты режима; режим подпертой части р. Плюссы изучен слабо.

Далеко на восток вытягивается Пятницкий залив, осложненный несколькими заливами второго порядка – заболоченная, мелководная, заросшая водной и кустарниковой растительностью часть водохранилища. Берега здесь сложены, главным образом, торфом болотного происхождения. И только перед истоком р. Нарва на протяжении около 2 км российский северный берег сложен озерными отложениями (пески, илы, глины, диатомиты, торф) [18].

На всем южном берегу развиты, главным образом, пески, супеси, суглинки, ленточные глины – отложения Балтийского Ледникового озера. И лишь в одном месте, к юго-востоку от места впадения в водохранилище р. Нарвы, берег на протяжении около 2 км сложен ледниковыми отложениями (валунные глины, суглинки и супеси).

В центральной озерной части водохранилища выделяется залив Кулгу, находящийся в северной приплотинной части водоема, в котором находится водомерный пост с одноименным названием. Он ценный тем, что по нему имеется более чем столетний ряд наблюдений за гидрологическим режимом сначала р. Нарвы, а затем Нарвского водохранилища.

Эстонский же берег к западу от города Нарвы на протяжении около 6 км образован отложениями Балтийского Ледникового озера (пески, супеси, суглинки, глины, ленточные глины, пески с гравием и галькой), а далее, до впадения в водохранилище р. Нарвы, берег также сложен болотными торфами.

Берега реки Плюссы, являющиеся частью водохранилища, по левому берегу сложены, главным образом, аллювиальными отложениями (пески,

галечники). А по правому берегу, главным образом, песками, супесями, суглинками, ленточными глинами. Берега части водохранилища, приуроченные к затопленной долине реки Пята, сложены торфяником болотного происхождения.

В связи с наличием широких отмелей первичного рельефа и мелководностью водохранилища широкое распространение получили камышово-тростниковые и сплавинные берега (70% длины береговой линии российской и эстонской частей в целом). Общая площадь заросших берегов и сплавин составляет 42 км², ширина заросшей полосы от 500 м (Эстонская электростанция) до 2,5 км (Балтийская электростанция).

ГЛАВА 2 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ НАРВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

2.1 Климатическая характеристика

Для описания климатических характеристик использовались данные многолетних наблюдений метеостанций, расположенных на территориях Ленинградской и Псковской областей. Территория Нарвского водохранилища расположена в умеренном климатическом поясе. Влажное, теплое лето, мягкая зима добавляет к умеренному климату черты морского [22].

В таблице 2.1 представлена среднемесячная температура воздуха Псковской области с 2010 по 2023 г.

Таблица 2.1

Характеристика температурного режима воздуха, °С

Температура	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	-4,7	-3,5	-1,2	3,6	12,7	17,9	19,1	18,6	14,6	9,2	3,7	-1,8

Благодаря умеренному климату, баланс влаги всегда положительный-осадков выпадает больше, чем испаряется, что обуславливает густоту гидрографической сети.

Таблица 2.2

Среднемесячное количество осадков, мм

Среднее кол-во осадков, мм.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	1,11	1,02	0,96	1,19	1,33	2,31	2,46	2,44	2,10	1,60	1,56	1,28

В течение года преобладают южные и юго-западные ветры (16-21% от повторяемости всех других направлений), а также юго-восточные и западные (12-16%). Основные характеристики ветра представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Средняя месячная скорость ветра, м/с

Среднемесячная	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
скорость ветра, м/с.	1,8	2,0	1,9	1,5	1,7	1,8	2,1	2,5	1,8	1,7	1,8	2,0

2.2 Рельеф исследуемой территории

Современный рельеф рассматриваемого района определен многими факторами: почти горизонтальным залеганием дочетвертичных отложений, большой длительностью доледниковых эрозионно-денудационных процессов, неотектоническим поднятием, сложной историей развития бассейна Балтийского моря и т.д. [23].

Северо-западная часть района западнее реки Нарва, т. е. территория Эстонии, представляет собой полого-холмистую, местами холмисто-грядовую, равнину с гляциальным реликтовым сильно переработанным аккумулятивным рельефом, пересеченную широкими речными равнинами. Образован мореной, перекрытой безвалунными суглинками. Южная, восточная и северо-восточная часть района (т. е. территория России) представляет собой плоскую, местами террасированную часто заболоченную равнину, сложенную преимущественно песками и глинами. Это флювиогляциальный и гляциально-озерный реликтовый аккумулятивный рельеф.

Участок нижнего течения рек Нарвы и Луги, прилегающей к Финскому заливу, занят обширной низменностью (Прилужская низменность по К.К. Маркову (Марков, 1931)), тянущейся от Нарвского залива и Лужской губы, и расположенной в пределах Предглинтовой низины. Средние высоты низменности не превышают 10 м [17].

С юга низменность ограничена уступом глинта, проходящего через пос. Мерекюля – г. Нарву – г. Кингисепп. Глинт является одним из наиболее крупных элементов рельефа всей Прибалтики от острова Оденсгольма в Эстонии до Ладожского озера, западнее г. Кингисеппа имеет преимущественно

широтное направление и ширину от нескольких сотен метров до 5 км. В рассматриваемом районе его высота значительно ниже (не более 10 м), чем на прилегающих участках (западнее г. Нарвы глинт выражен в рельефе в виде обрыва высотой 25 м, максимальная высота глинта в районе пос.Копорье около 80 м) [17].

Наибольшим распространением пользуются ледниковые и водно-ледниковые аккумулятивные образования. В результате свободного вытаявания основной морены сформировались моренные равнины с относительными высотами от 1 – 1.5 до 3 – 4 м.

Характерными водно-ледниковыми формами рельефа района являются озы, один из которых протягивается на расстояние 7 км в юго-восточном направлении (1400-1700) по северному берегу Нарвского водохранилища.

Отступление края ледника сопровождалось образованием озерно-ледниковых бассейнов, воды которых производили как абразию, так и аккумуляцию. Образовавшиеся после спуска вод аккумулятивные и абразионные озерно-ледниковые равнины пользуются большим распространением, в том числе в пределах дна и береговой зоны Нарвского водохранилища. Рельеф озерно-ледниковых равнин большей частью плоский или пологоволнистый с колебаниями относительных высот до 3 – 4 м. В голоцене на поверхности озерно-ледниковых равнин получили развитие эоловые процессы.

Эрозионные формы рельефа представлены речными долинами. Долина р.Плюсса характеризуется глубоким врезом в дочетвертичные отложения, достигающим 40 м. Долины, как правило, террасированные [18].

Образование торфяников началось в рассматриваемом районе в голоцене. Большинство болот в районе Нарвского водохранилища относятся к болотам верхового типа, нередко с зарастающими реликтовыми озерами. Микрорельеф крупных болот обычно грядово-мочажинный. Торфяно-моховые гряды имеют высоту до 1.1 м, ширину местами до 15 м, при длине до 40 м. По окраинам крупных и на более мелких верховых болотах развит кочковатый микрорельеф.

Болота низинного типа и отдельные мелкие верховые болота имеют почти ровную поверхность.

2.3 Почвенно-растительные условия

Почвенные условия

Территория Нарвского водохранилища расположена в дерново-подзолистой почвенной подзоне южной тайги и смешанных лесов [32]. Влажный и умеренно-прохладный климат предопределяет промывной режим и избыточное увлажнение почв. Наибольшее распространение на территории бассейна получили подзолистые, дерново-подзолистые почвы; кроме того, представлены дерново-карбонатные, болотно-подзолистые, дерново-глеевые, тофяно-болотные и пойменные почвы (рисунок 1.2).

Промерзание почвы на открытых (полевых, луговых) участках в среднем начинается в октябре-ноябре и, постепенно нарастая, достигает максимума в марте. Средняя глубина промерзания колеблется в пределах 30-60 см. В отдельные годы под мощным снежным покровом почва всю зиму может оставаться слабо промерзшей, а иногда даже талой. Полное оттаивание почвы обычно наблюдается в конце апреля.



Рисунок 2.1 – Почвенная карта территории бассейна р. Нарва в пределах РФ [2]

Растительные условия

Нарвское водохранилище расположено в Скандинавско-Русской геоботанической провинции, в зоне южнотаежных темных хвойных, светлых хвойных и смешанных хвойно-широколиственных лесов. Наиболее характерные лесобразующие породы – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst.), березы бородавчатая и пушистая (*Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh.), осина обыкновенная (*Populus tremula* L.).

Структура растительного покрова Нарвского водохранилища довольно однообразна. На низких переувлажненных берегах водохранилища, которые как правило, имеют характер низинных болот, прослеживается постепенный переход от древесной и болотной растительности к водным сообществам. Обычно переходную зону занимают двух-трехъярусные смешанные древесно-травяные или одноярусные травяно-топяные сообщества, развивающиеся на прибрежной торфяной масс.

В составе подлеска растут рябина обыкновенная, черемуха, ива, ольха и др. Около водохранилища преобладают вторичные осиново-березовые и смешанные елово-широколиственные леса. С востока к водохранилищу примыкает болото Пятницкий мох, которое определяет переувлажненность прибрежных биотопов и доминирование на берегах водохранилища болотного типа растительности (Рисунок 2.2).

Волновая и ветровая деятельность приводит к размыванию и разрушению этой сплавины. На сплавинах формируются характерные березняково-тростниковые, тростниково-осоковые сообщества с высокой долей участия щитовника болотного и хвоща речного иногда встречается ольха клейкая и заросли ив.

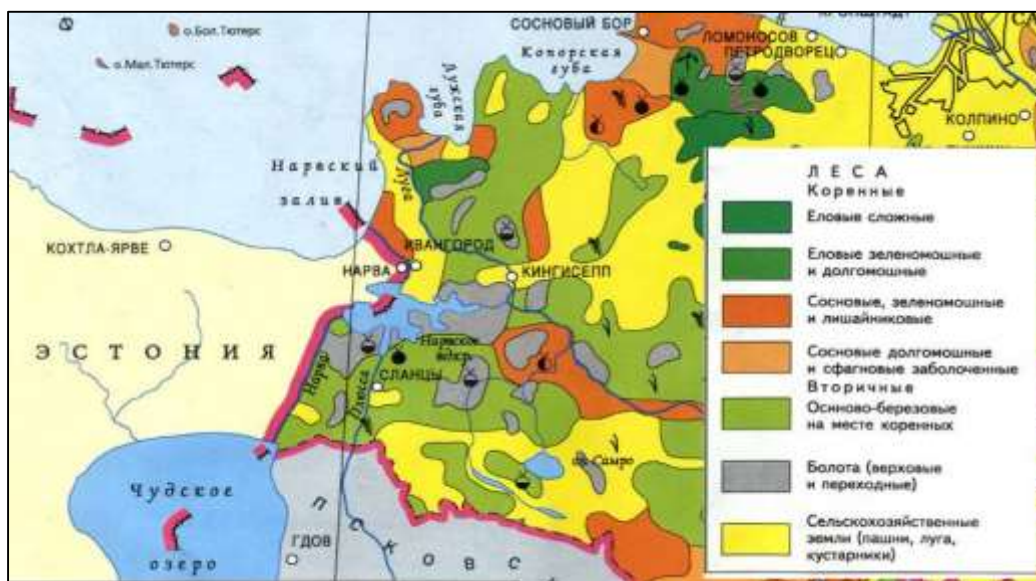


Рисунок 2.2 – Карта растительности юго-западной части Ленинградской области [32]

Водная растительность Нарвского водохранилища в основном сформирована вторичными растительными сообществами, и этим объясняется их низкое видовое и фитоценотическое разнообразие. В расположении растительных группировок наблюдается лишь слабо выраженная поясность. Плотные заросли водных растений развиваются только в защищенных заливчиках около поселений, в местах с высокой концентрацией питательных веществ: здесь формируются сомкнутые или разреженные одно-двухъярусные заросли телореза алоеvidного, водяной сосенки и других водных и прибрежно-водных растений (ряски трехдольной, водокраса обыкновенного, рогоза широколистного, касатика желтого) (Рисунок 2.3-2.5).



Рисунок 2.3 – Маленький остров с березняково-тростниковым покровом с ивами и щитовником болотным [18]



Рисунок 2.4 – Большой старый разрушающийся остров с березняково-тростниковым покровом с участием осок и щитовника болотного [18]



Рисунок 2.5 – Березняково - осоковый фитоценоз [18]

2.4 Геологическая характеристика Нарвского водохранилища

Породы кристаллического фундамента (архейские и протерозойские образования), представленные гнейсами, гнейсо-гранитами и гранодиоритами, в пределах района не обнажается.

Они перекрыты толщей осадочных пород палеозоя мощностью около 300м: нижнего и среднего кембрия (песчаники, алевролиты, глины, пески), нижнего и среднего ордовика (известняки и доломиты, песчаники с прослоями глин). Залегание этих пород близко к горизонтальному, без каких-либо крупных пликтивных дислокаций.

На размытой поверхности кристаллических пород залегают кембрийские отложения, распространенные на всей рассматриваемой площади. В пределах Предглинтовой низины кембрийские отложения выходят на поверхность дочетвертичных образований, южнее глинта платформенный чехол надстраивается образованиями ордовика и девона [17].

Практически на всей территории данного района коренные породы палеозоя перекрыты чехлом четвертичных отложений, мощность которых составляет порядка 20 м, но во врезях древних речных долин возрастает иногда

в два раза. В скважине на болоте Пятницкий Мох на крайнем востоке водохранилища мощность четвертичных отложений составляет 18 м.

Нижний горизонт морены, сохранившийся фрагментарно во впадинах дочетвертичного рельефа, принимается условно, по аналогии с соседними районами за отложения крестецкой стадии валдайского оледенения. Здесь выделяются ледниковые (gIIIvdkr) и флювиогляциальные (fgIIIvdkr) отложения (предположительно, вскрытые скважинами около д.Монастырек). От вышележащей морены осташковской стадии, морена крестецкой стадии отличается по цвету, текстуре и наличию следов перемыва в виде темно-бурой волнистой поверхности ожелезнения. Крестецкая морена представлена очень плотными валунными суглинками и глинами буровато-желтого и коричневатого серого цвета. Флювиогляциальные отложения предположительно крестецкой стадии представлены желтовато-серым крупнозернистым песком, включающим небольшое количество мелких, хорошо окатанных валунов как изверженных, так и осадочных пород, диаметром до 0.5 м.

Между образованиями двух морен в палеодолинах выделяются также аллювиальные отложения, интерпретируемые как плюсский интерстадиал. Представлены они мелкозернистыми, местами глинистыми песками, включающими хорошо окатанную мелкую гальку изверженных, реже осадочных, пород. Мощность этих отложений достигает 4-5 м [18].

Отложения осташковской стадии валдайского (верхний неоплейстоцен) оледенения развиты в рассматриваемом районе практически повсеместно и представлены ледниковыми и водно-ледниковым образованиями.

Ледниковые отложения (gIIIos) распространены повсеместно в районе ГЭС и в пределах водохранилища, непосредственно залегая на коренных породах. На Ордовикском плато мощность отложений небольшая (2-4м, до 10 м). Морена представлена песчаными валунными глинами и реже – валунными песками. Количество обломочного материала колеблется в широких пределах – от незначительного до 40-50%. Нередки крупные валуны диаметром до 3 м.

Флювиогляциальные отложения (fgIIpos) имеют ограниченное развитие и встречаются спорадически. Они представлены крупно- и разномерными песками, содержащими значительное (до 30%) количество гравийно-галечного материала кристаллических, реже осадочных пород средней и хорошей окатанности.

Озерно-ледниковые отложения (lgIIpos) широко развиты на описываемой площади, мощность их колеблется в пределах от 1 до 4 м, резко увеличиваясь до 12-13 м в устьевой части р. Крапивенки. На поверхность они выходят выше абсолютных отметок 36-39 м, т.е. выше максимального уровня стояния Балтийского Ледникового озера. Они представлены, как правило, мелко- и тонкозернистыми слабоглинистыми желтоватыми песками, неясно или горизонтально слоистыми. В пределах водохранилища они представлены глинами и суглинками зеленовато-серого цвета, преимущественно слоистыми, пластичными, с редкими линзами мелкозернистых песчаников. Встречаются они и на площадях торфяных болот Кырге-Соо, Пятницкий Мох, на водоразделах между рр. Нарвой и Плюссой, Пятой и Лугой. Мощность слоя достигает 8-10 м.

Отложения Балтийского Ледникового озера (gIIb1) расположены ниже абсолютных отметок 36-39 м и широко развиты в районе водохранилища. Мощность осадков колеблется в значительных пределах, достигая максимальной (16 м) в бассейне р. Плюссы. Наиболее часто встречающаяся мощность 5-6 м. Они представлены разнообразными породами – от грубозернистых песков до ленточных глин. Вдоль границы максимального распространения водоема наблюдаются береговые валы, сложенные гравийно-галечным материалом. В буровых скважинах вдоль юго-западного берега Нарвского водохранилища вскрыты максимальные мощности песков (до 13 м).

Голоценовые отложения представлены широким фациальным спектром, включающим эоловые, болотные, озерные, аллювиальные и техногенные образования.

Эоловые отложения (vH) развиты в основном н в полосе между Нарвским водохранилищем и железной дорогой Венмарн-Сланцы. Мощность эоловых отложений от 2 до 10 м, они представлены хорошо сортированными мелкозернистыми кварцевыми песками.

Болотные отложения (pIH) пользуются весьма широким распространением в рассматриваемом районе. Повсеместно эти отложения представлены торфом мощностью от 0.5 до 12 м (болото Кырге-Соо). Болото Кырге-Соо, расположенное на плоском водоразделе между р. Нарвой и ее левым притоком р. Кулгой, и занимает площадь 50 км². Торфяное болото Пятницкий Мох с отдельными мелкими озерами расположено на водоразделе между р. Пятой и Лугой, мощность торфа здесь достигает от 1 до 8 м. Краевые и придонные части торфяников представлены низинным (гипновым), а центральные и верхние – верховым (сфагновым) торфом. Верховой торф разделяется на два слоя: уплотненные черно-бурый нижний и слой и верхний – слаборазложившийся рыхлый светло-бурый торф. На границе этих двух слоев на глубине 1.5-1.8 м нередко наблюдается «пограничный слой» – прослой сильно разложившегося черного торфа с остатками древесных пород.

Озерные отложения (IH) делятся на две группы – отложения современных озер и отложения реликтовых, ныне спущенных или заросших бассейнов. К этому типу могут быть отнесены и современные илы Нарвского водохранилища. Отложения реликтовых озерных бассейнов встречаются спорадически по всему району как на поверхности, так и под болотными отложениями. Это илистые глины, суглинки, супеси мощностью до 2.5 м. Характерной особенностью этих отложений является голубовато-серый цвет с охристыми пятнами и включениями разложившихся растительных остатков. Исчезновение озерных бассейнов происходило, по данным палинологического изучения перекрывающих и торфяников, в разное время, в большинстве случаев, в конце бореального периода.

Аллювиальные отложения (aH) мощностью от 1 до 10 м (р. Плюсса в районе г. Сланцы) прослеживаются в виде узких полос вдоль рек и ручьев, в

том числе и на дне водохранилища вдоль реликтовых русел рек Нарвы, Плюссы, Пяты. Отложения пойменных террас наблюдались в пределах водохранилища по долинам рек Нарвы, Плюссы и их притоков и представлены мелкозернистыми песками с гравием и галькой мощностью не более 2 м.

К техногенным отложениям (tH3) на дне водохранилища могут быть отнесены насыпи железной дороги и автодорог, а также остатки затопленных деревень. При проведении геолого-геофизических исследований (георадарное профилирование, интерпретационный пробоотбор) в 2011-2012 гг., были установлены изменения в строении четвертичного покрова, произошедшие после создания Нарвского водохранилища. В юго-западной части водохранилища в зонах активной литодинамики на поверхности дна обнажаются дочетвертичные отложения, представленные известняками таллиннского горизонта ландейского яруса среднего ордовика, кроме того, в результате отрыва болотных отложений, увеличилась площадь выхода ленточные глины.

2.5 Гидрологические условия Нарвского водохранилища

Понимание гидрологических процессов критически важно для охраны окружающей среды и рационального использования водных ресурсов.

Гидрологический режим водохранилища определяется приточным стоком, водоотдачей через гидроузел и климатическими условиями. Уровень воды в водоёме колеблется в пределах от 29,5 до 31,0 м по Балтийской системе высот. Максимальные уровни наблюдаются весной, во время половодья, а минимальные – в зимний и летний межень. Значительная регулирующая роль Нарвской ГЭС позволяет сглаживать сезонные колебания, однако в последние годы отмечаются отклонения, связанные с аномально сухими периодами [5].

Среднегодовой расход воды через ГЭС составляет около 400 м³/с, однако в паводковый период может достигать 700–800 м³/с. Годовая неравномерность стока выражена умеренно: половодье приходится на весну (апрель–май), летне-

осенний период относительно устойчив, зимой наблюдается снижение расходов.

Площадь водосбора составляет 55,8 тыс. км². Среднегодовой расход воды через ГЭС составляет около 400 м³/с, однако в паводковый период может достигать 700–800 м³/с. Годовая неравномерность стока выражена умеренно: половодье приходится на весну (апрель–май), летне-осенний период относительно устойчив, зимой наблюдается снижение расходов.

Скорость водообмена составляет 3,5–4 раза в год, что обеспечивает сравнительно быстрое обновление воды [4]. Основной приток приходится на Чудское озеро, поступление из которого зависит от гидрологической ситуации в бассейне. Притоки с российской стороны характеризуются высокой сезонностью, весенний сток составляет до 60 % годового объёма [22]. Основные морфометрические характеристики приведены в главе 1.3.

За последние десятилетия в районе Нарвского водохранилища отмечается тенденция к увеличению температуры воздуха и снижению уровня осадков в летние месяцы. Это приводит к сокращению притока и усилению испарения, особенно в мелководных зонах.

ГЛАВА 3 ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Состояние окружающей среды территории Нарвского водохранилища формировалось в процессе его образования и развития на последующих этапах функционирования под действием внутренних (естественные природные условия) и внешних (техногенных нагрузок) факторов.

Эти факторы определяются условиями формирования стока на водозаборе, их природными и хозяйственными особенностями: их строением, постоянной переработкой берегов, количеством и качеством вод из различных источников загрязнения, поступающих в водоем, гидрологическими особенностями водохранилища. Они оказывают влияние на качество воды в водохранилищах, особенности донных отложений и грунтов в береговой части, развитие экзогенных процессов и современное ихтиотоксикологическое состояние водохранилища [3].

3.1 Основные сведения о природных факторах, определяющих состояние окружающей среды водохранилища

Гидродинамический и гидрологический режимы

Подробно гидрологические особенности Нарвского водохранилища рассмотрены во второй главе. Важной функцией водохранилищ является участие в региональном водном балансе: они накапливают воду в периоды избытка и отдают её в засушливые сезоны, обеспечивая устойчивое водоснабжение и защиту от паводков. Однако, их воздействие не ограничивается положительными аспектами. Гидрологический режим Нарвского водохранилища определяется в основном работой гидроэлектростанции, а также сезонными колебаниями притока и уровня воды.

Водохранилище характеризуется медленным течением, высоким уровнем заиленности в отдельных участках и неравномерным прогревом воды. Эти

особенности создают предпосылки для формирования застойных зон, особенно в прибрежной части, что увеличивает риски накопления загрязняющих веществ, а гидродинамические процессы может вызывать эрозию берегов, заиление дна, ухудшение качества воды [1].

Дополнительно необходимо отметить, что под воздействием ряда гидродинамических факторов (газообразования, промерзания, дефицита наносов), на отдельных участках дна продолжается всплывание затопленного торфяника, который разрушается и вновь осаждается на дно специфической органо-минеральной массой вновь образованных донных осадков.

Почвенно-геологические условия

Почвенно-геологические особенности прибрежной зоны Нарвского водохранилища оказывают значительное влияние на процессы загрязнения водной толщи и донных отложений. Прежде всего, это связано с особенностями состава и структуры береговых почв, способных аккумулировать или, наоборот, способствовать миграции загрязняющих веществ. Практически на всей территории данного района коренные породы палеозоя перекрыты чехлом четвертичных отложений, мощность которых составляет порядка 20 метров, но во врезках древних речных долин возрастает иногда в два раза [10].

Берега водохранилища характеризуются наличием аллювиальных и делювиальных отложений, представленных супесями, суглинками и торфяными включениями. Эти породы обладают неодинаковой сорбционной способностью. Например, глинистые и суглинистые почвы способны связывать тяжёлые металлы, фосфаты и органику, предотвращая их быстрое поступление в водную среду. Однако при колебаниях уровня воды, переувлажнении или снижении содержания кислорода в приповерхностных слоях дна происходит высвобождение накопленных загрязнителей обратно в воду, что приводит к вторичному загрязнению.

Затопление растительности и почвенного покрова значительно ухудшает качество воды, увеличивая содержание фенолов и биогенных элементов, ухудшая кислотный режим, повышая РН, цветность и мутность воды. Так,

например, переход дубильных и сахаристых веществ из хвойных и лиственных пород создает условия для интенсивного цветения воды [10].

Сильно заиленные участки в юго-восточной части водохранилища представляют собой зоны накопления биогенов, органических веществ и тяжёлых металлов. Почвы в этих участках обычно подвержены эвтрофикации, что сопровождается активным развитием водной растительности и «цветением» воды. Подобные процессы усиливаются в тёплое время года, особенно при высоком уровне инсоляции и сниженной водообменности.

Каждый тип отложений, характеризующийся определённым составом и физико-механическими свойствами, и имеет разное взаимодействие с окружающей средой. Среди донных отложений водохранилища наибольшим распространением пользуются биогенные отложения, развитые практически на всей акватории. Они сложены растительными и древесными остатками разной степени сохранности с примесью дисперсного органического вещества и глинистыми минералами. Вторым по распространенности среди донных осадков являются органогенные илы, в которых часто встречаются растительные остатки слабой степени разложения, характеризуются жидкой и полужидкой консистенцией, иногда являются газонасыщенными. Пески, представленные различными гранулометрическими типами, от разнотернистых плохо сортированных до мелко- и тонко-мелкотернистых хорошо сортированных (часто содержат примеси зерен гравия и крупного песка, глинистого материала) имеют довольно ограниченное распространение, из-за заиления поверхности дна на значительной части площади. На отдельных участках дна встречены размытые глинистые осадки [12].

Кроме того, торфянистые почвы обладают способностью выделять гумусовые кислоты, которые при взаимодействии с ионами металлов образуют труднорастворимые комплексы. При образовании металлокомплексов может увеличиваться суммарная концентрация металлов в воде, изменяя их токсичность. Это может способствовать как осаждению загрязняющих веществ,

так и изменению их химических форм, включая повышение подвижности при определённых условиях среды [22].

Комплексные ионы с нейтральным зарядом могут иметь более высокую мембранную проницаемость, что усиливает токсичность металлов. Взаимодействие торфа с водой активизирует ряд процессов, влияющих на состав торфа и качество воды, и степень этого влияния определяется типом торфа в верхних слоях залежи.

Заращение водохранилища

От первоначально (в связи с формированием водохранилища) затопленных земель, растений и древесины в водохранилище поступило значительное количество органических и биогенных веществ, что способствовало дальнейшему заращению водоема высшей водной растительностью.

Наиболее интенсивное заращение прибрежной зоны Нарвского водохранилища высшей водной растительностью наблюдается в его мелководных участках, особенно в восточной части водоема, где береговая линия сильно изрезана и образует многочисленные заливы и бухты. Такая конфигурация способствует замедлению водообмена и накоплению биогенов, что создает благоприятные условия для роста водной растительности.

В частности, в Пятницком заливе, расположенном в западной части водохранилища, отмечено образование «плавающих островов» — скоплений растительности и донных отложений, которые могут перемещаться под воздействием ветра и течений. Эти образования свидетельствуют о высокой степени заращения и изменении природной динамики береговой зоны.

В районе впадения реки Плюссы в водохранилище также фиксируется значительное заращение прибрежной зоны, обусловленное притоком биогенных веществ и замедленным течением. Такие участки требуют особого внимания при проведении мероприятий по мониторингу и экологической реабилитации.

На данный процесс также оказали влияние и другие факторы:

- мелководье водоема,
- преобладание небольших скоростей течения в большей части акватории,
- высокая изрезанность береговой линии,
- большое количество мелководных заливов и бухточек,
- а также наличие низких болотистых берегов [15].

В конце 1970-х годов высшая водная растительность была представлена примерно 30 видами макрофитов. Среди погруженных растений доминировали рдест пронзеннолистный и его мелкие формы, такие как гребенчатый и узколистный, среди плавающих растений выделялся телорез, а среди надводных — тростник и рогоз.

По имеющимся данным в результате многолетних наблюдений, за годы существования водохранилища, под воздействием теплового загрязнения от электростанций произошло интенсивное зарастание водохранилища, причем количество биомассы с каждым годом все увеличивается. За время существования водохранилища произошли значительные морфологические переформирования его берегов, но этот процесс еще не закончен. В свою очередь, процесс переформирования берегов меняет и экологическую обстановку в районе Нарвского водохранилища. Современный флористический состав макрофитов указывает на продолжающийся процесс заболачивания водохранилища.

Всплывание торфяников

Одной из проблем, влияющих на состояние экологии и экологической обстановки в целом, специалисты называют торфообразование.

До создания водохранилища около 40% площади занимали обширные пространства, сложенные торфами. При заполнении Нарвского водохранилища в 1956 году были затоплены низкие заболоченные берега среднего течения реки Нарвы, а также нижние течения рек Плюссы, Пяты, Кулгу и Мустайы-ги. Затоплению подверглись болота и заболоченные леса, многие участки которых

были характерны для анаэробных процессов, что повлекло за собой всплытие торфяников.

Процессы всплывания торфа характерны для рассматриваемого района практически непосредственно с момента образования водохранилища, что в целом, отражает особенности геологического строения и является неблагоприятным как для экосистемы, так и функционирования гидроэлектростанции. В результате всплывания торфа сформировалась своеобразная «береговая зона» водохранилища, состоящая преимущественно из «сплавинных» массивов – торфяных слоев (мощностью от полуметра до полутора метров), покрытых почвенным слоем и пронизанные корнями плавающей растительности (глубины под сплавинными берегами до 2,5 метров) [14].

Непредсказуемость и невозможность точно прогнозировать дрейф торфа влекут за собой риски, связанные с его перемещением к гидросооружениям и закупоркой подводящих и отводящих каналов Балтийской электростанции. Особенно опасны сплавины, расположенные на расстоянии 4–5 км к юго-западу от ГЭС и в восточной части Пятницкого залива, так как в этом районе преобладают южные и западные ветры.

Плавающие торфяные острова (сплавины) на гидроэлектростанциях забивают турбинные решетки. В некоторых случаях вследствие гниения растительных остатков всплывшего торфа вода обогащается сероводородом, что при его большой концентрации может вызвать коррозию оборудования [21].

В некоторых местах сплавины полностью отделились от невсплывшей части торфяной залежи, превратившись в плавучие острова. Район между реками Нарва, Плюсса и Пята считается наиболее опасным «поставщиком» дрейфующих торфяных островов, так как за время существования водохранилища стена из сухостоя и пней постепенно исчезла, открыв ветрам свободный доступ и возможность дрейфа.

В частности, авторы отмечают, что порядка 60 км² площади водохранилища относятся в большей или меньшей степени к площадям с активным всплыванием торфа [13]. Уже за первые 22 года функционирования водохранилища зафиксированы случаи всплывания торфа, с накоплением общей площади до 42 км² к 1977 году (Рисунок 3.1).

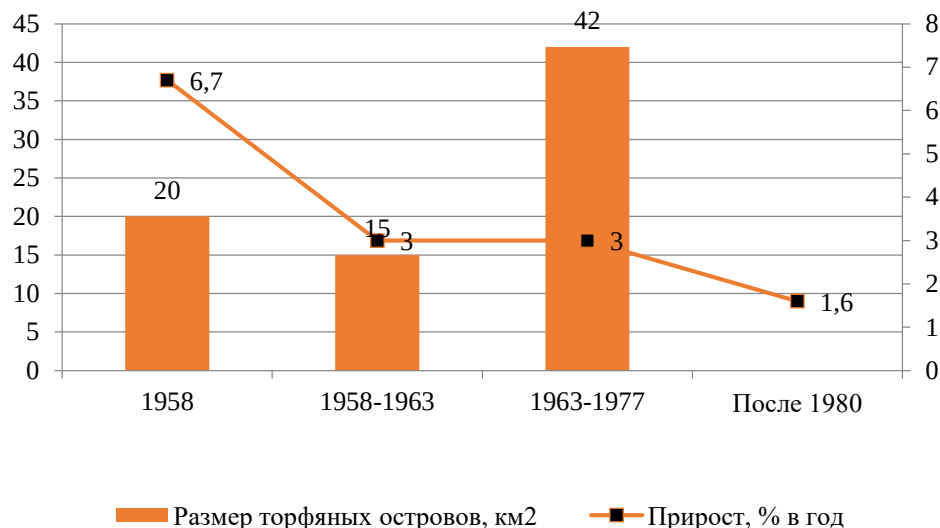


Рисунок 3.1 – Динамика образования торфяных островов на Нарвском водохранилище [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

В 1983 году был зафиксирован наиболее угрожающий массовый дрейф торфяных островов диаметром порядка 120 метров, когда они дрейфовали к ГЭС под воздействием шторма, при этом один из них полностью перекрыл вход в порт Кулгу.

Как видно из представленного рисунка 1, после 80-х годов процесс всплывания торфа несколько потерял прежнюю интенсивность, однако он продолжается, что представляет угрозу для функционирования Нарвской ГЭС, так как формирующиеся сплавины дрейфуют в ее сторону [12].

3.2 Основные сведения о техногенных факторах, определяющих состояние окружающей среды водохранилища

Тепловое загрязнение

Сооружение крупных водохранилищ, к числу которых относится и Нарвское, обуславливает существенное воздействие на геологическую среду затопляемой территории. Производственная деятельность приводит к техногенному воздействию на естественную среду. Возникает взаимовлияющее проявление техногенного влияния и возникающих при этом экзогенных геологических процессов.

Одновременно с пуском Балтийской ЭС (оборотное водоснабжение), осуществляемый в озерную часть водохранилища, начался в 1959 г, а Эстонской ЭС (прямоточное водоснабжение) - с 1970 г, по каналам шириной менее 20 метров, начался и сброс теплых вод. Этот производственный (техногенный) фактор является источником теплового загрязнения, под которым понимается часть водной массы водоема, в пределах которой превышение наблюдаемой температуры t_H над естественной t_e более допустимой нормы, т.е. выше 3°C летом и 5°C зимой [15].

Отметим, что тепловой сброс в водоем подогретых вод имеет как положительные, так и отрицательные последствия. Положительные последствия: подогрев способствует физико-химическим и биологическим процессам очищения воды от первичного загрязнения. Кроме того, умеренный подогрев способствует удлинению вегетационного периода, усилению дыхания, обмена веществ, роста, что также можно отнести к положительным последствиям.

Негативный результат теплового загрязнения - усиленное вторичное загрязнение, являющееся причиной ухудшения санитарного состояния водоема, усиленное зарастание макрофитами. Изменение температуры воды приводит к исчезновению одних видов водной флоры и фауны и появлению других, что нарушает баланс экосистемы.

Известно также, что теплые воды способствуют избыточной эвтрофикации, что затрудняет доступ к кислороду обитающих в воде организмов. Таким образом, сброс теплых вод, образующихся в результате производственной деятельности, является фактором влияния на экологическую ситуацию.

Химическое загрязнение

В результате функционирования Балтийской ГЭС образуются щелочные осветленные воды золоотвалов, которые периодически попадают в Нарвское водохранилище и являются основным источником поступления в водохранилище тяжелых металлов в воду и донные отложения.

Щелочные воды образуются в процессе удаления с электростанций золы, образующейся при сжигании сланцев, и осветления пульпы (смеси золы и воды) на золоотвалах. Осветленная вода представляет собой раствор солей, основным свойством которого является насыщенность гидроксидом кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [15].

В зависимости от изменения температуры воды в разные сезоны растворимость гидроксида кальция меняется, и иногда он выпадает в виде отложений на внутренних поверхностях трубопроводов для осветленной и смывной воды, что приводит к их засорению и затрудняет работу системы золоудаления.

Негативное влияние сточных вод электростанции проявляется в обеднении флоры и фауны в отводящем канале по сравнению с подводящими каналами, особенно в месте непосредственного сброса щелочной воды и в средней части канала. На дне отводящего канала образуется безжизненная зона, которая постепенно увеличивается.

Сброс щелочных вод является источником химического загрязнения водоема, этому сопутствовала массовая гибель рыбы и других водных организмов как в водохранилище, так и в нижнем течении.

Необходимо также отметить нанесение ущерба окружающей среде предприятием ООО «ПГ Фосфорит»-крупнейшим производителем производственных и минеральных удобрений в г. Кингисепп Ленинградской области. Промышленная площадка, а именно хранилище фосфогипса является мощным источником загрязнений водных объектов, так как основной сток грунтовых вод от него направлен в сторону отработанных карьеров, где происходит смешение с чистой водой Нарвского водохранилища [1].

Выбросы в атмосферу

Выбросы в атмосферу – неперенный спутник работы электростанций. Некоторые характеристики среднегодовых выбросов приведены в виде схемы на рисунке 3.2.

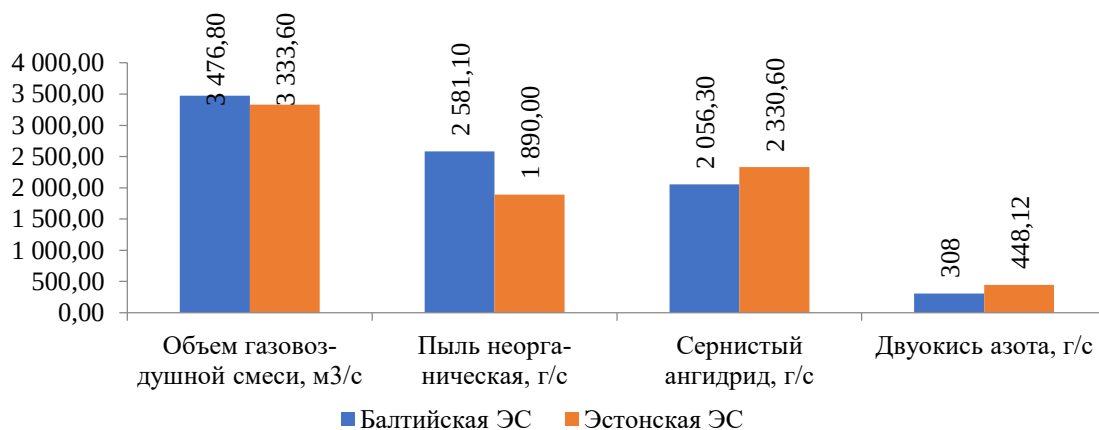


Рисунок 3.2– Диаграммы, характеризующие среднегодовые выбросы в атмосферу от ГЭС в районе Нарвского водохранилища [10]

Таким образом, необходим комплексный подход к оценке и изучению природных и техногенные факторов для сохранения окружающей среды. В следующей главе будет рассмотрено изменение компонентов окружающей среды под действием природных и техногенных факторов.

ГЛАВА 4 ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИИ НАРВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

В основу оценки изменения компонентов окружающей среды Нарвского водохранилища положены обобщение и анализ фондовых и литературных источников по результатам исследований, проводимых различными организациями в соответствии с необходимыми методиками в период 1996-2018 годов. Также проводился самостоятельный анализ и расчет оценки состояния компонентов окружающей среды материалов источников гидрологической информации «АИС ГВМО» за период 2018-2023 г.

4.1 Результаты оценки изменения компонентов окружающей среды Нарвского водохранилища под влиянием природных факторов

4.1.1 Оценка изменения качества воды Нарвского водохранилища

Результаты исследований с 1996 по 2022 проб воды представлены в таблицах, графиках. Как следует из таблицы 1 содержание металлов, которые относятся к наиболее опасным токсикантам, нередко превышают существующие нормативы.

В исследованиях, проводимых в 1996-2003 годах, показатель щелочно-кислотности на всех частях наблюдений относится к слабощелочному ($\text{Ph}=7,5-8,5$). Содержание металлов, относящихся к наиболее опасным токсикантам, нередко превышают существующие нормативы [2]. Во всех частях водохранилища наблюдается превышение ПДК всех химических элементов.

Таблица 4.1

Содержание металлов (мг/л) в воде Нарвского водохранилища по данным
1996-2003 гг. [2]

Металлы	Акватория водохранилища			ПДК Мг/л
	Восточная	Центральная	Западная	
Алюминий	0,01-0,21	0,01-0,14	0,02-0,16	0,04
Медь	0,001-0,016	0,001-0,011	0,001-0,017	0,001
Железо	0,08-0,85	0,06-0,63	0,09-0,59	0,1
Марганец	0,01-0,07	0,009-0,003	0,008-0,005	0,01
Ртуть	0,000021-0,000083	0,00012-0,000019	0,00011-0,00009	0,00001
Цинк	0,12-0,026	0,009-0,02	0,008-0,003	0,01
Свинец	0,0031-0,017	0,0024-0,015	0,0039-0,016	0,006
Кадмий	0,0021-0,014	0,0016-0,008	0,0012-0,009	0,005

Наиболее четко превышения прослеживаются в замкнутой-восточной части водохранилища, что может быть объяснено гидрологическими и геологическими особенностями данной акватории, а именно медленным течением, высоким уровнем заиленности и неравномерным прогревом воды. Это создает предпосылки для накопления загрязняющих веществ.

Гидрогеохимические исследования 2011-2012 гг. воды на различных участках водохранилища показали, что в пределах восточной части Пятницкого залива вода характеризуется окислительной обстановкой и преимущественно близким к нейтральному показателем щелочности-кислотности [18]. В тоже время открытые части акватории, а именно центральная и западная, характеризуются смещением щелочно-кислотного показателя в сторону щелочной обстановки (рН более 8). Участки с застойной обстановкой ближе к восточной части – рН менее 7,5. В этих же районах отмечается минимальная концентрация свободного кислорода, что может свидетельствовать об увеличении его потребления на окисление органического вещества, в условиях застойных обстановок. Концентрация аммония незначительна и составляет от 0,3 до 0,7 мг/л.

Содержание нефтепродуктов в воде Нарвского водохранилища в 2011-2012 г. не превысило ПДК (0,05 мг/л) для вод водных объектов, используемых

для рыбохозяйственных целей, и составляет в среднем 0,011 мг/л, при колебаниях от 0,007 мг/л до 0,025 мг/л.

Информация о качестве вод р. Нарвы и Нарвского водохранилища по данным мониторинга российской и эстонской сторон в 2011-2018 гг. дало возможность выявить характер изменений [25]. По химическому составу вода отнесена к гидрокарбонатному классу с преобладанием ионов кальция. Кислородный режим был признан удовлетворительным, величина БПК₅ находилась в пределах допустимых значений (1,38 - 2,0 мг/л). Водородный показатель варьировался от 6,4 до 8,5 моль/л, что свидетельствует о слабощелочной обстановке на территории водохранилища.

На рисунке 4.2 показано расположение створов гидрохимических наблюдений на водохранилище.

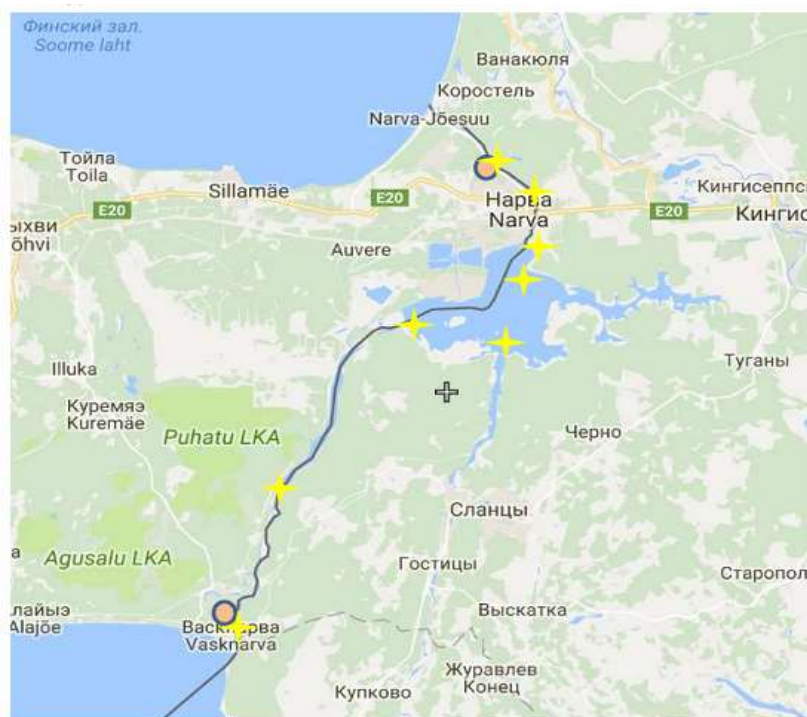


Рисунок 4.2 – Расположение створов гидрохимических наблюдений на водохранилище

(● Эстонский створ; ★ Российский створ) [25]

На рисунке 4.3 показана динамика изменения значений удельного комбинаторного индекса (УКИЗВ) загрязненности вод Нарвского водохранилища по российской классификации [25].



Рисунок 4.3 – График изменения значений удельного комбинаторного индекса (УКИЗВ) загрязненности вод Нарвского водохранилища по российской классификации [25]

Из рисунка 4.3 следует, что к 2018 г. сохраняется тенденция к уменьшению удельного комбинаторного индекса загрязненности вод (УКИЗВ) в центральной и речной частях водохранилища, что указывает на улучшение качества вод. Из-за отсутствия данных в июне и августе напротив устья р. Плюссы значение УКИЗВ не определялось.

На рисунках 4.4 – 4.8 показаны среднегодовые значения концентраций некоторых показателей качества воды на Нарвском водохранилище.

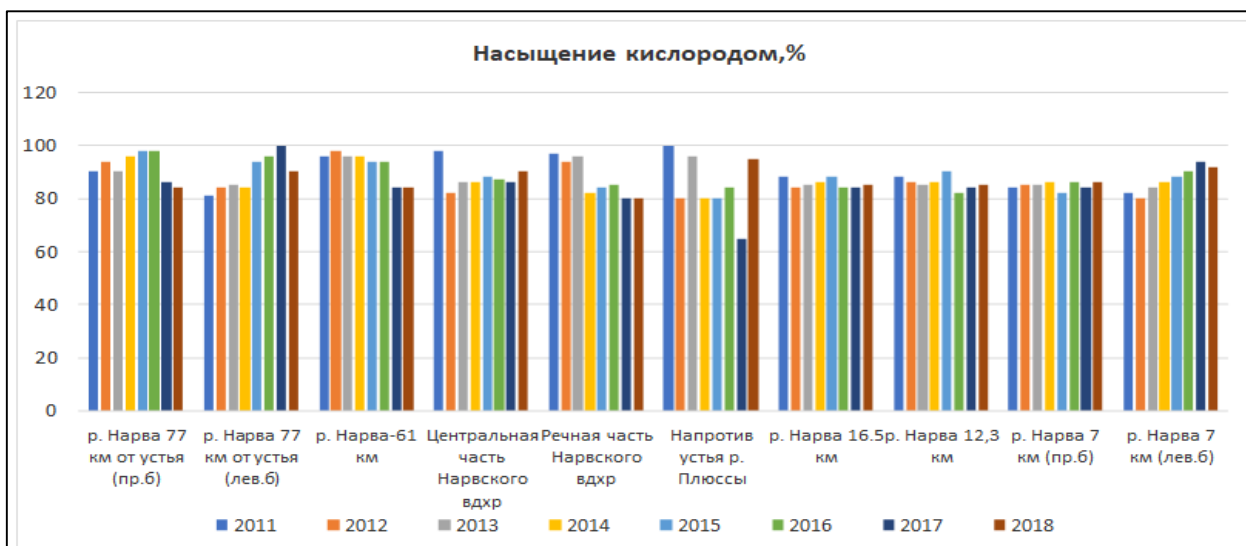


Рисунок 4.4 – График среднегодовых значений насыщения вод кислородом в Нарвском водохранилище в 2011- 2018 гг. [25]

Исследования показали, что кислородный режим удовлетворительный, превышение норматива установлено по содержанию органического вещества (ХПК).

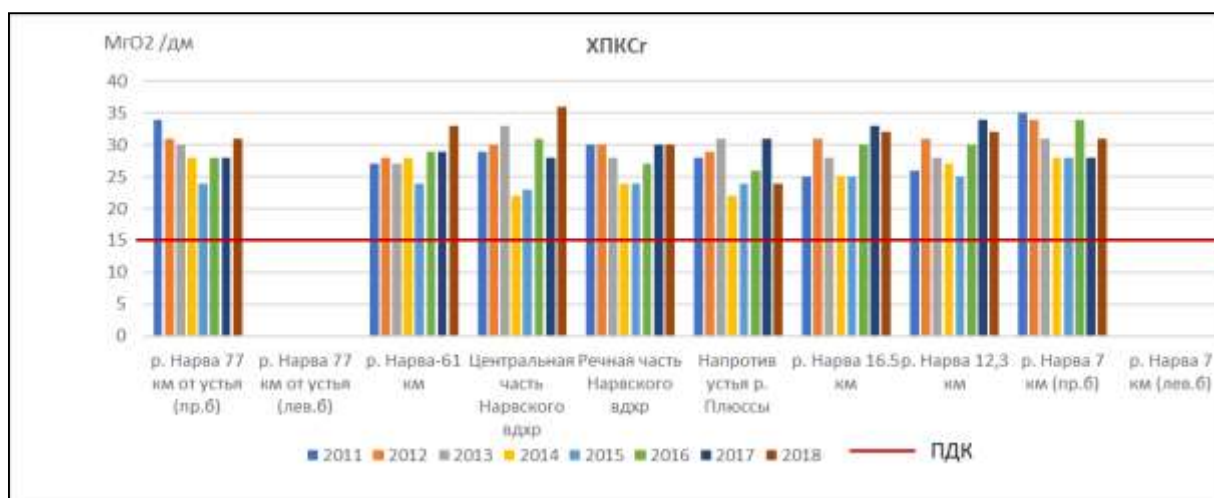


Рисунок 4.5 – График среднегодовых значений концентрации ХПК_{Cr} в Нарвском водохранилище в 2011- 2018 гг. [25]

Установлено наибольшее превышение российской нормы значения концентраций биохимического потребления кислорода по БПК₅ в водохранилище в 2015 году, что показано на рисунке 4.6. По химическому составу вода отнесена к гидрокарбонатному классу с преобладанием ионов

кальция. Кислородный режим был признан удовлетворительным, величина БПК₅ находилась в пределах допустимых значений.

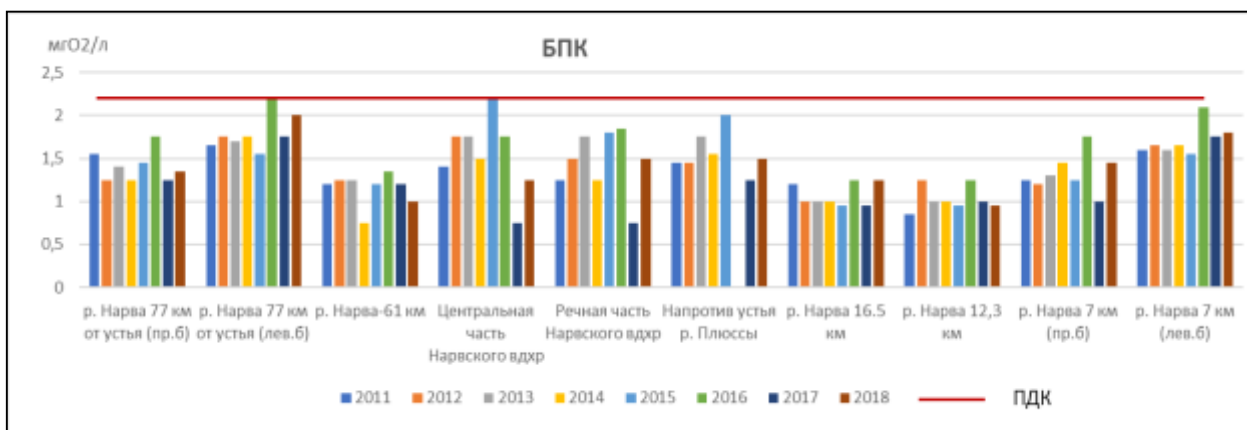


Рисунок 4.6 – График среднегодовых значений концентрации БПК₅ в Нарвском водохранилище в 2011- 2018 гг. [25]

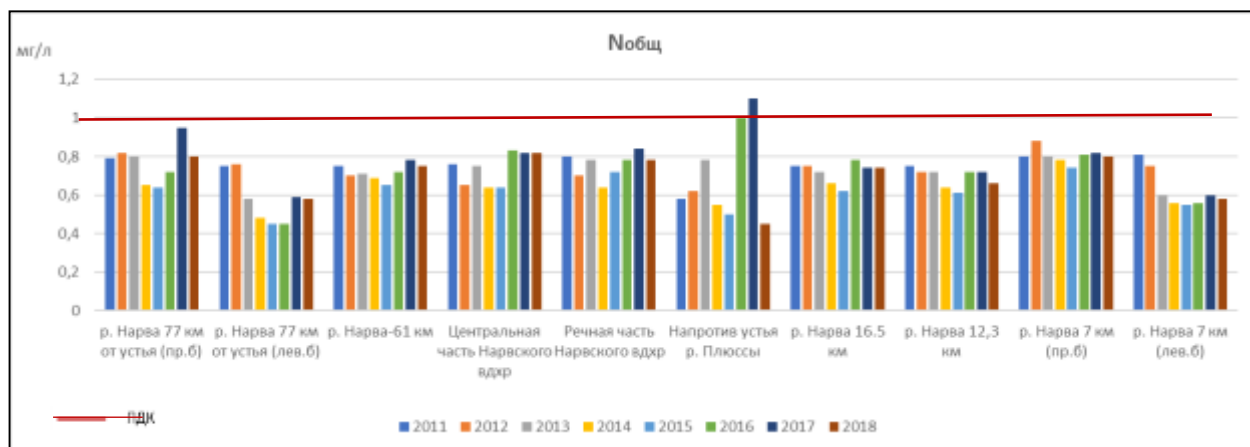


Рисунок 4.7 – График среднегодовых значений концентрации азота валового в Нарвском водохранилище в 2011- 2018 гг. [25]

Колебания значений концентраций фосфора общего находятся на одном уровне. Сохраняется тенденция к уменьшению содержания азота общего (Рисунок 4.7).

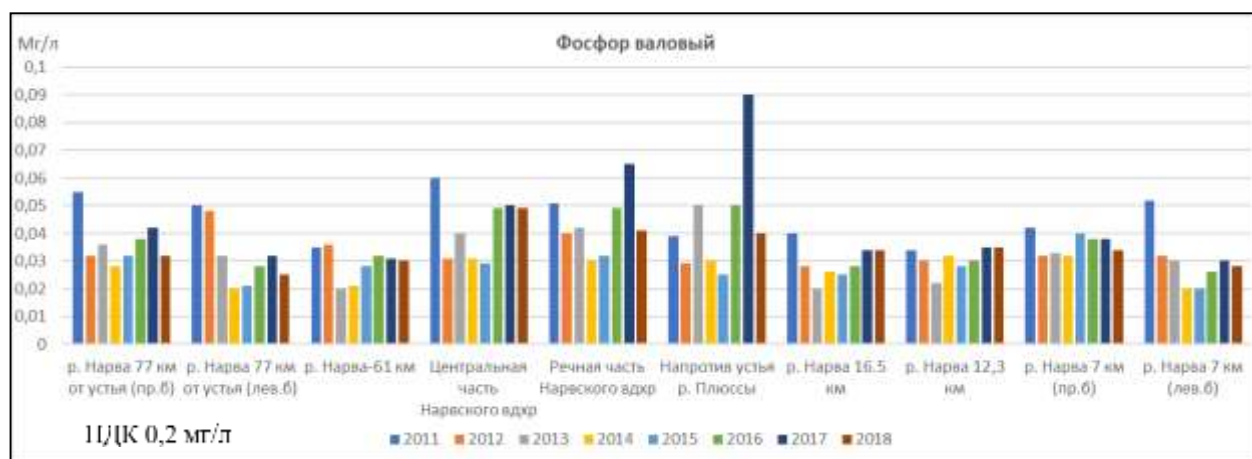


Рисунок 4.8 – График среднегодовых значений концентрации фосфора валового в Нарвском водохранилище в 2011- 2018 гг. [25]

В соответствии с протоколом XXII заседания Совместной Российско-Эстонской комиссии по охране и рациональному использованию трансграничных вод о качестве вод р. Нарвы и Нарвского водохранилища за период наблюдений 2011-2018 гг. установлено следующее. В центральной части и речной части водохранилища вода характеризуется как «слабо загрязненная».

В створе наблюдения напротив устья р. Плюсса вода характеризуется как «загрязненная». Отмечено снижение содержания азота общего и фосфора валового, БПК, азота нитратного по сравнению с 2017 г. Показатели остальных элементов, находятся на стабильном уровне. В 2011-2018 гг. наиболее загрязненной является восточная, застойная часть акватории. ПДК 0,2 мг/л [25].

Мониторинг водных объектов показал, что воды Нарвского водохранилища на российской территории относятся к «умеренно загрязненным» (III класс качества) — «загрязненным» (IV класс качества). Они загрязнены трудно окисляемыми органическими веществами (по ХПК), также отмечается повышенное содержание солей марганца, меди, железа [28].

Пробы для определения концентрации тяжелых металлов в 2021-2022 годах, показаны на рисунке 4.9. Их значения не превышают существующие нормативы [2].



Рисунок 4.9 – Схема отбора проб в Нарвском водохранилище: 1,2,3,4,5 – станции отбора проб воды, донных отложений, отлова рыб.

1 – верхний бьеф водохранилища; 2 – кордон Курдынка; 3 – центр водохранилища; 4 – устье р. Плюсса; 5 – устье р. Нарва.

На рисунке 4.10 показана диаграмма содержания тяжелых металлов в пробах воды Нарвского водохранилища.

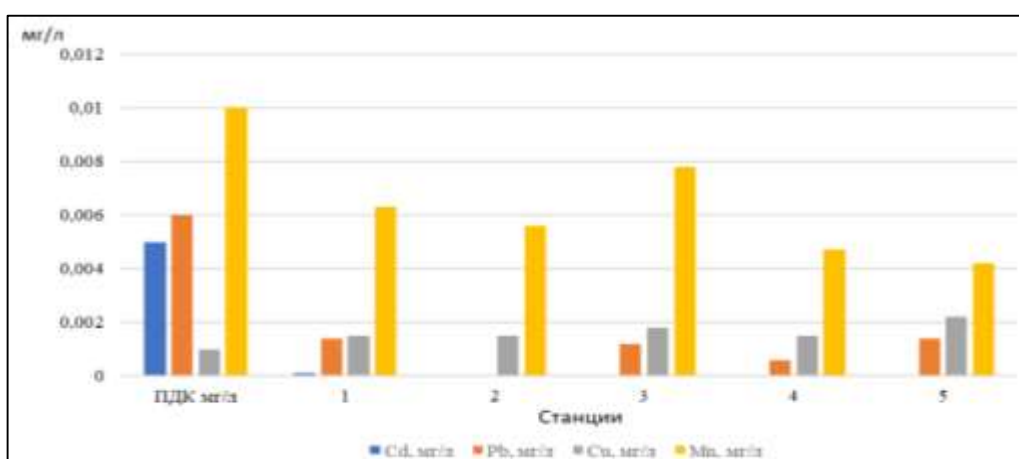


Рисунок 4.10 – Содержание тяжелых металлов в пробах воды Нарвского водохранилища [2]

В точках отбора проб отклонений по сравнению с ПДК не выявлено.

По данным этих же исследователей, токсикологическая характеристика воды Нарвского водохранилища приведена в таблице 3 [2].

Таблица 4.2

Токсикологическая характеристика воды Нарвского водохранилища

Проба воды	Заключение о токсичности
1	Слабо токсична
2	Токсична
3	Не токсична
4	Не токсична
5	Не токсична
6 (контроль)	Не токсична

Как видно из представленных данных, из шести контролируемых точек, вода является токсичной в одном случае (17%), в одном случае мало токсична (17%) – мало токсична, в остальных случаях (66%) - не токсична. Результаты биотестирования проб воды свидетельствуют о наличии воздействия загрязняющих веществ не повсеместно, а лишь на ряде акваторий, что отражает суммарное воздействие загрязняющих веществ, содержащихся в воде (металлы, ксенобиотики и многие другие токсиканты).

Таким образом, анализ состояния окружающей среды за последние 25 лет показывает, что состояние воды может считаться «удовлетворительным». На большинстве акваторий вода Нарвского водохранилища не является токсичной, качество воды за последние годы оценивается как удовлетворительное. Данные исследований восточной-застойной части акватории свидетельствует о специфическом локальном загрязнении этой относительно замкнутой части акватории, которое может быть связано с гидрологическими и геологическими особенностями режима. Отмечается повышенное содержание меди, марганца и железа, на отдельных участках вода является токсичной и малотоксичной (в 17% обследованных участков).

Можно предположить, что природные воды обогащаются ионами меди и марганца вследствие процессов выщелачивания и растворения горных пород и слагающих их минералов, а также в результате протекания обменных реакций. Повышенное содержание железа в восточной части обусловлено высокими концентрациями гумусовых веществ, с которыми оно образует прочные соединения.

4.1.2 Оценка изменения донных осадков Нарвского водохранилища

Особенностью изучения донных отложений является то, что для этого компонента окружающей среды отсутствуют нормативы качества, а также и санитарно-гигиенические требования. В России был разработан региональный норматив «Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга» от 07 июня 1996 года. В данном исследовании было выбрано два способа определения загрязненности донных отложений-норматив загрязненности донных отложений и метод расчёта коэффициента концентрации (K_k):

$$K_k = C_i / C_{\text{ф}}, \quad (4.1)$$

где C_i и $C_{\text{ф}}$ – концентрации загрязняющего вещества на исследуемом и фоновом участках соответственно.

В Санкт-Петербурге в соответствии с нормами и критериями оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга от 07 июня 1996 года устанавливается классификация донных отложений, содержащая четыре класса загрязненности. Для оценки изменения концентрации химических элементов в донных отложениях водных объектов было проведено их сравнение с ПДК в почве и с предельным уровнем норматива. Концентрация каждого загрязняющего вещества классифицируется в соответствии с классами загрязнения (Таблица 4.3).

Таблица 4.3

Классификация извлекаемых донных отложений [27]

Класс	Уровень вмешательства	Классификация загрязнения
0	-	Чистые отложения
I	Целевой уровень	Слабозагрязненные отложения
II	Предельный уровень	Умеренно загрязненные отложения
III	Проверочный уровень	Сильно загрязненные отложения
IV	Уровень вмешательства	Опасно загрязненные отложения

Таблица 4.4

Критерии загрязнения стандартных донных отложений по концентрациям
загрязняющих веществ в мг/кг сухого веса [27]

Загрязняющее вещество	Целевой уровень	Предельный уровень	Проверочный уровень	Уровень, требующий вмешательства
1	2	3	4	5
Тяжелые металлы				
Кадмий (Cd)	0,8	2	7,5	12
Ртуть (Hg)	0,3	0,5	1,6	10
Медь (Cu)	35	35	90	190
Никель (Ni)	35	35	45	210
Свинец (Pb)	85	530	530	530
Цинк (Zn)	140	480	720	720
Хром (Cr)	100	380	380	380
Мышьяк (As)	29	55	55	55

Результаты исследований донных отложений в 1996-2003 гг. показали, что содержание металлов в них значительно изменялось от места отбора проб, и в ряде случаев существенно превышало ориентировочные нормативы, что показано в таблице 4.5. Также как и в воде, в них установлено превышение существующих нормативов наиболее опасных токсикантов – металлов, ПХБ, ХОП и др. [2].

Таблица 4.5

Содержание металлов (мг/кг) в донных отложениях Нарвского
водохранилища по данным 1996-2003 г. [2]

Металлы	Акватория водохранилища			ПДК мг/кг	Кратность превышения ПДК (ОДК)		
	Восточная	Центральная	Западная		Вост.	Центр.	Запад.
Кадмий	0,64-1,10	1,31-0,57	0,16-0,92	0,5	1,4	2,6	0,32
Хром	120-216	79-123	42-111	100	1,6	1,1	0,8
Медь	10-61	15-39	16-21	55	0,45	0,45	0,76
Железо	8000-13000	10000-15000	2100-12500	40000	0,225	0,25	0,28
Марганец	380-970	210-650	88-169	1500	0,33	0,38	0,053
Никель	14-16	11-19	7,5-14	55	0,27	0,25	0,14
Свинец	90-180	60-130	11-29	30	5	3,3	0,5
Цинк	60-95	30-88	37-59	100	0,75	0,55	0,4
Ртуть	0,064-0,093	0,029-0,076	0,051-0,70	0,3	0,21	0,09	3

Суммарный показатель загрязнения (Z_c) в восточной, центральной, западной частях водохранилища относится к допустимой ($Z_c < 16$). Наиболее значительные превышения нормативов отмечены для свинца, хрома, кадмия и меди. Содержание превышено наиболее в восточной и наименее в центральной частях водохранилища, что может быть связано с течением рек и переносом загрязняющих веществ через акваторию водохранилища с понижениями рельефа дна.

Не отмечены значительные превышения нормативов только для содержания никеля, и марганца, и железа. Такие же выводы можно сделать, используя нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга от 07 июня 1996 года.

На основании исследований в 2011-2012 гг. отобранных образцов донных осадков по всей площади водохранилища были сделаны важные выводы о содержании химических элементов в них. В результате обобщения полученных данных выделено пять районов, отличающихся по содержанию химических элементов (Рисунок 4.11).

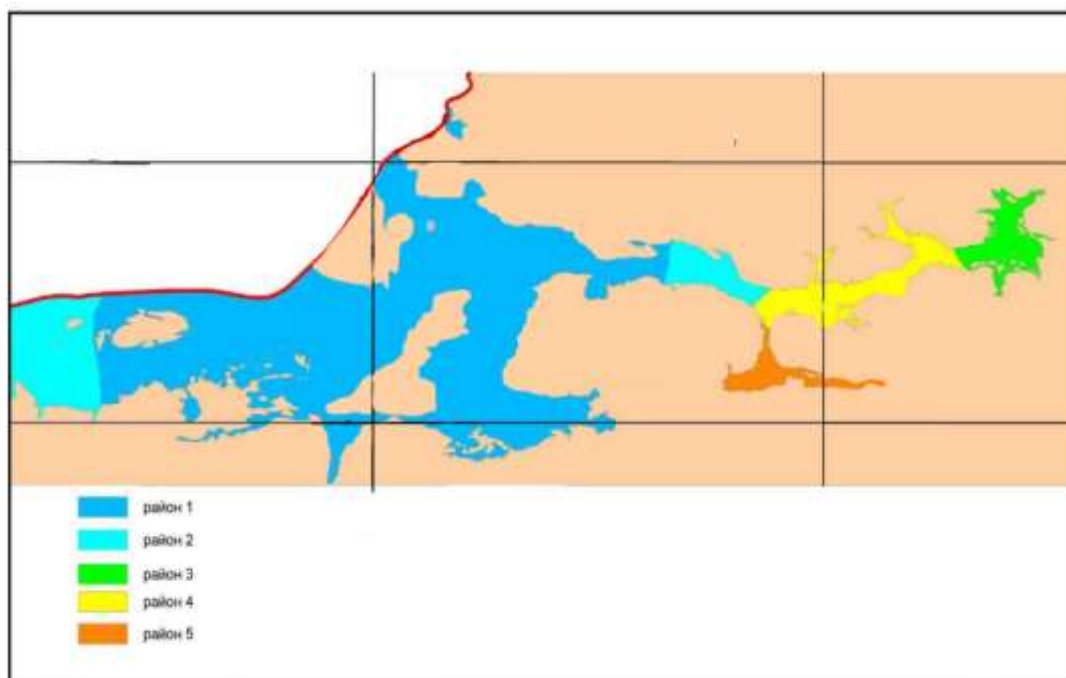


Рисунок 4.11 Схема районов, различных по содержанию химических элементов [18]

Район №1, относится к центральной части Нарвского водохранилища, отличается преобладанием всех без исключения химических элементов, наибольшую концентрацию имеют Mn, Zr, Ti, Co, Ga.

Район №2, относится к западной части водохранилища, примыкающий к Эстонской границе. Характеризуется незначительным содержанием большинства химических элементов, наименьшее содержание установлено для Zr и Nb, но преобладают P, Sn, Pb, Zn, Ag.

Район №3, расположен в восточной оконечности водохранилища (старое русло реки Пята) рядом с предприятием «ПГ «Фосфорит». Присутствуют P, Pb, Zn, в незначительном количестве все остальные химические элементы.

Район №4, примыкает к северной части болта Пятницкий мох. Незначительное содержание всех химических элементов кроме Mg, Ni, Pb, Zn.

Район №5, находится на юго-востоке замкнутой части водохранилища, рядом с деревней Романовщина. Большая часть элементов отличается преобладанием, наиболее высокое содержание имеют Zr, Mo >2,0; Fe, Ti, Nb,

Be, <2. Незначительное содержание таких химических элементов, как Ag; Mn; Mg, Ni, La.

Проведенные исследования в 2011-2012 гг. показали низкий уровень загрязнения донных отложений. В особенности участков, сложенных осадками с участием торфяного материала.

Особенности химического состояния донных отложений Нарвского водохранилища можно охарактеризовать следующим образом:

1. Накопление сульфатов в донных отложениях водохранилища может происходить в результате химического выветривания. Значительные количества сульфатов поступают в водоемы в процессе отмирания организмов и окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения, с подземным стоком.

2. Содержание нитрит-ионов во всех точках пробоотбора находилось ниже предела чувствительности аналитического определения ($< 0,05$ мкг/кг). Величина фосфат-ионов изменяется от менее $0,05$ мкг/кг до $0,19$ мкг/кг.

3. Содержание свинца, цинка, ртути, меди, и никеля в донных отложениях всех станций ниже существующих ПДК.

4. По суммарному показателю загрязнения Z_c степень загрязнения донных отложений, рассчитанная для станций трансграничного мониторинга на российской части водохранилища, является допустимой ($Z_c < 16$).

5. Загрязнений донных отложений хлорорганическими пестицидами ГХЦГ, ДДТ и гексахлорбензол не обнаружено [15].

На рисунке 4.12 показано содержание тяжелых металлов в пробах донных отложений Нарвского водохранилища в 2021 году [3].

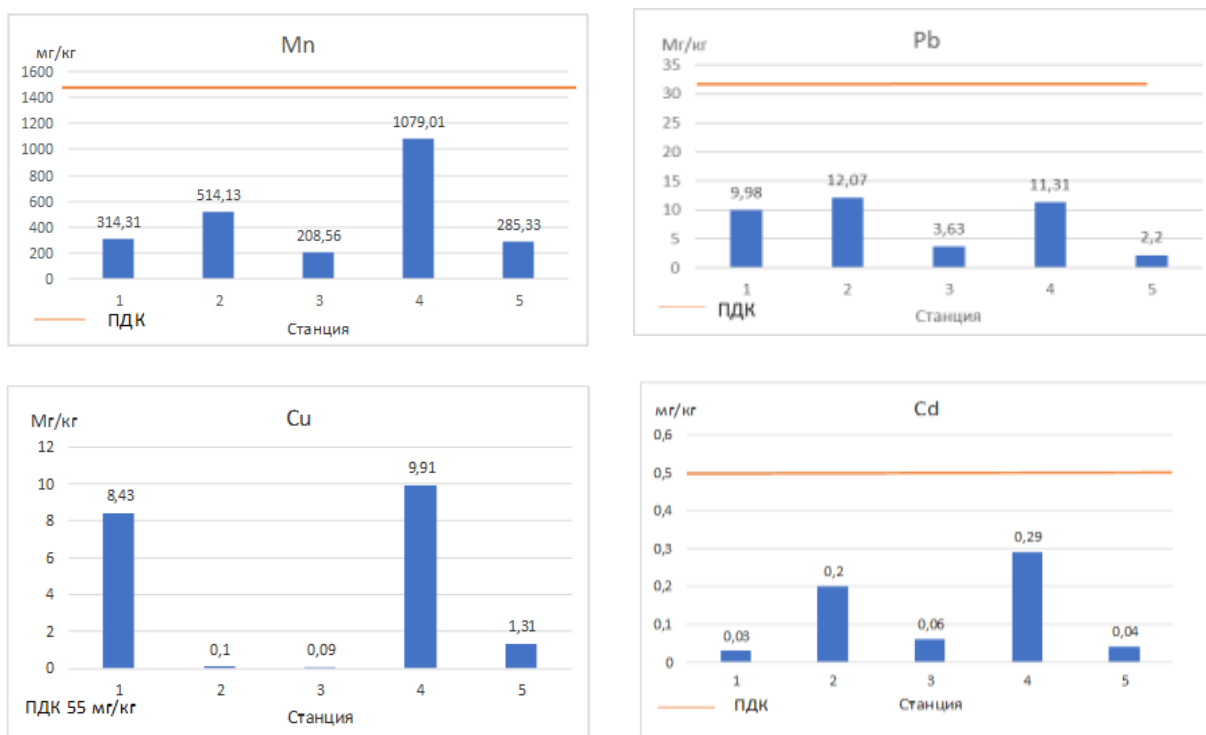


Рисунок 4.12 – Содержание тяжелых металлов в пробах донных отложений Нарвского водохранилища 2021-2022 г. [3]

По суммарному показателю загрязнения Z_c степень загрязнения донных отложений, рассчитанная для всех станций, является допустимой ($Z_c < 16$).

Были проанализированы пробы 2019-2024 гг., отобранные на разных станциях водохранилища и представлены в приложении Б. Исходными материалами для анализа и расчета оценки состояния донных отложений Нарвского водохранилища послужили открытые источники гидрологической информации «АИС ГВМО». Для вычисления был также выбран норматив «Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга» от 17.06.1996 г.

Особенности химического состояния донных отложений Нарвского водохранилища можно охарактеризовать следующим образом:

1. Значения водородного показателя (pH) в разных частях водохранилища изменялся от нейтральной до слабощелочной среды.

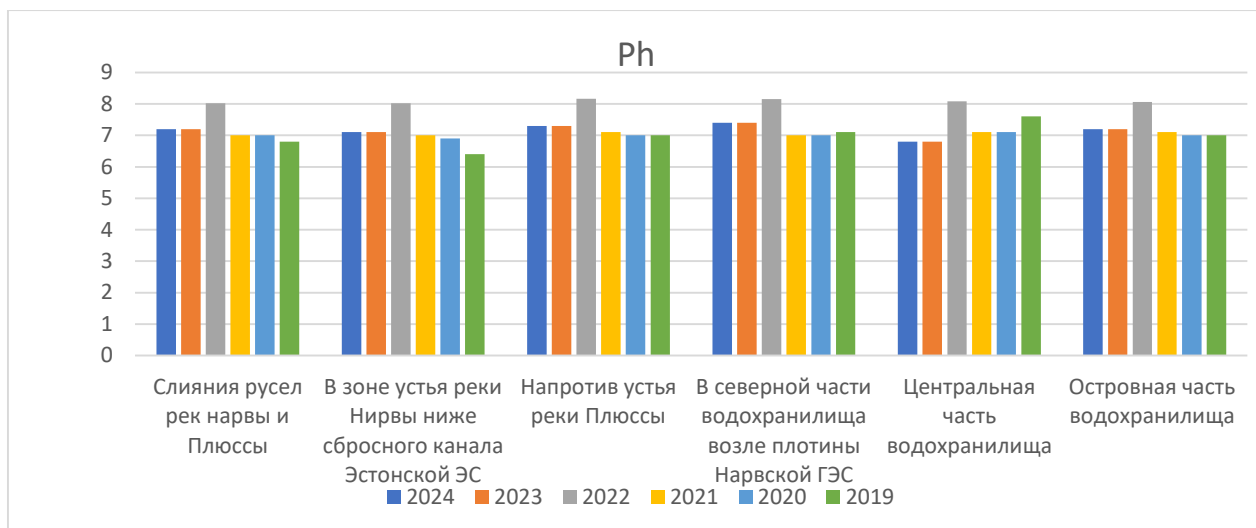


Рисунок 4.13 – Среднегодовые значения pH в Нарвском водохранилище в 2019- 2024 гг. (Выполнено Поляковой К.В.)

2. На участках Нарвского водохранилища не было замечено превышения ПДК нефтепродуктов (предельный уровень 1000 мг/кг). Однако с 2022 г. наблюдается тенденция к увеличению содержания нефтепродуктов. Необходимо более детальное исследование, основанное не только на годовых, но и на сезонных отборах проб.

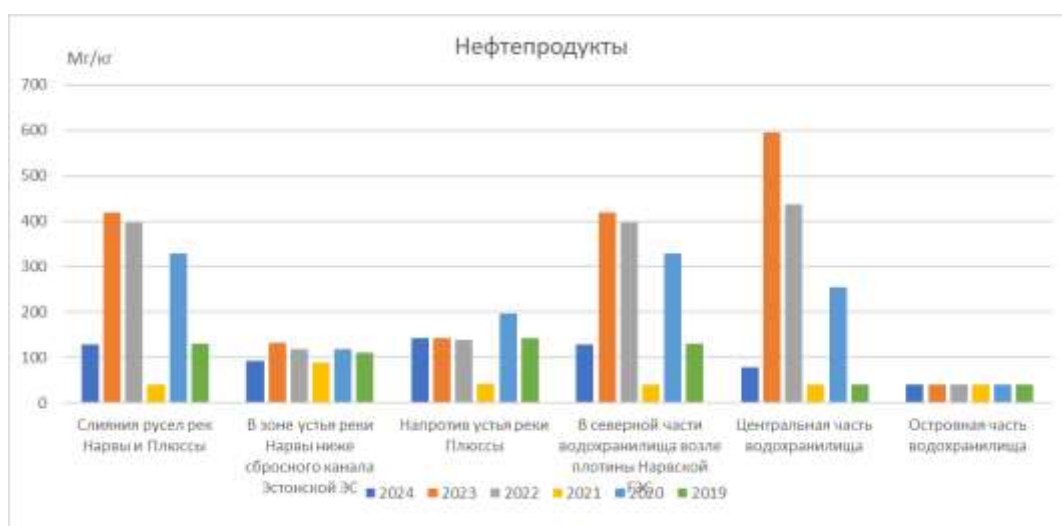


Рисунок 4.14 - Среднегодовые значения концентрации нефтепродуктов в Нарвском водохранилище в 2019- 2024 гг. (Выполнено Поляковой К.В.)

3. Резкое изменение количества фосфатов в донных отложениях всех станций наблюдается в 2024 году. До 2022 года количество сульфатов было меньше 3.

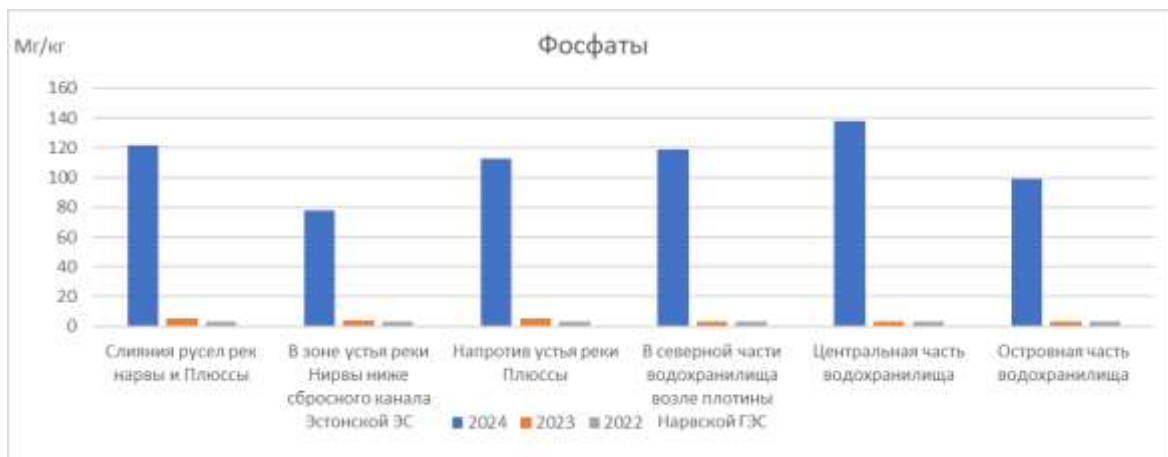


Рисунок 4.15 – Среднегодовые значения концентрации фосфатов в Нарвском водохранилище в 2019- 2024 гг. (Выполнено Поляковой К.В.)

4. В 2024 году происходило также резкое изменение содержания сульфатов в водохранилище. В этом же году произошёл скачок на месте слияния русел рек Нарвы и Плюссы. Значительное количество сульфатов может поступать в водоемы в процессе отмирания организмов и окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения, с подземным стоком.



Рисунок 4.16 - Среднегодовые значения концентрации сульфатов в Нарвском водохранилище в 2019- 2024 гг. (Выполнено Поляковой К.В.)

5. Также необходимо отметить, что содержание азот-нитритов с 2022 года на всех участках водохранилища стало повышаться.

6. Анализируя данные тяжелых металлов согласно Нормативу превышений ни на одной станции, не наблюдалось: содержание свинца, цинка, ртути, меди, мышьяка и никеля в донных отложениях всех станций ниже существующих ПДК.

7. Суммарный показатель степени загрязнения не был определен так как при расчете Z_c суммируются только те коэффициенты концентраций элемента K_i , где измеренная концентрация превышает фоновую и $K_i > 1$. В данном случае, превышений анализируемых показателей с 2019 по 2024 не наблюдалось.

Химический анализ донных отложений показал, что по содержанию большинства ингредиентов они являются достаточно чистыми, однако в восточной малопроточной части водоема обнаружено повышенное содержание хрома, меди, свинца и сульфатов. Наиболее мелкий гранулометрический состав донных отложений отмечен в центральной и восточной акватории водохранилища. Осадки с высоким содержанием органического вещества, в основном более 10%, залегают на дне центральной и восточной акватории среди островов-сплавин. Такие осадки способны связывать большое количество загрязняющих веществ.

Таким образом необходимо сказать, что природные факторы влияют на состояние компонентов окружающей среды водохранилища, например, в результате затопления растительного и почвенного покрова заметно ухудшает качество воды по таким показателям, как содержание фенолов и биогенных элементов, благоприятствуя цветению воды. Изменения качества воды под влиянием разрушения торфяных островов вызывает также небывало пышное разрастание синезеленых водорослей и интенсивное развитие различных патогенных бактерий. Медленное течение, высокий уровень заиленности и неравномерный прогрев воды создает предпосылки для накопления

загрязняющих веществ в восточной, наиболее загрязненной части водохранилища.

Рыхлые породы, ветровое волнение, нарушенность водной растительности создают предпосылки для размыва берегов и в последующем к заилению водохранилища.

4.2 Результаты оценки изменения компонентов окружающей среды Нарвского водохранилища под влиянием техногенных факторов

Рядом с территорией водохранилища располагаются предприятия сланцевой промышленности и две тепловые электростанции, предприятия «Полимер» в г. Сланцы и «Фосфорит» в г. Кингисепп и другие. Эти промышленные объекты являются источниками сбросных сточных вод, выбросов в атмосферу и золоотвалов.

4.2.1 Оценка изменения качества воды Нарвского водохранилища

Загрязнение вод выражается в изменении их химического и биологического состава и физических свойств. Загрязненными считаются воды, в которых содержание отдельных компонентов химического состава превышает их средние многолетние концентрации и количества, допустимые санитарными нормами, а также те воды, в которых обнаруживаются вещества не свойственные им в естественном состоянии (нефтепродукты, фенолы, пестициды, поверхностно-активные вещества) [2].

Рассматривая изменение качества воды под влиянием техногенных факторов в пункте 4.1, можно сделать вывод:

1. 1996-2003 г. является периодом максимальной антропогенной нагрузки на водоем, связанной с работой двух ТЭС. Наибольшее концентрация наблюдалась в восточной акватории водохранилища. Повышенное содержание загрязняющих элементов может быть вызвано сброшенными отходами с металлургических заводов, предприятий химической промышленности.

2. С 2011-2018 года наблюдалось постепенное снижение концентраций загрязняющих веществ. Это может быть связано с реконструкцией очистных сооружений ОАО «Сланцы» и уменьшением объема сброса условно-очищенных и неочищенных сточных вод завода в реку Плюссу.

3. Результаты химического анализа воды в 2021-2022 годах не показали отклонений по сравнению с предыдущими годами, что может говорить об улучшении экологической обстановки и снижении влияния техногенных факторов на окружающую среду.

4.2.2 Оценка изменения качества донных отложений Нарвского водохранилища

1. В 1993-2003 г в пробах донных отложений, согласно таблице, было отмечено превышение свинца, хрома, кадмия и меди. Их концентрация может быть связана с вынесением в водоемы со точными водами предприятий химической промышленности, металлургических заводов.

2. В 2011-2012 химический анализ донных отложений показал, что по содержанию большинства ингредиентов они являются достаточно чистыми, однако в озерной малопроточной части водоема обнаружено повышенное содержание нефтепродуктов, сульфат-иона и органического азота и бензапирена, что может быть связано с многолетними сбросами неочищенных шахтных вод предприятий сланцевой промышленности России и Эстонии в реки Плюсса и Нарва.

3. В 2021-2023 году не наблюдалось превышение концентраций химических элементов, что уровень антропогенного загрязнения донных отложений Нарвского водохранилища тяжелыми металлами низкий, что, безусловно, является положительным фактором для экологического состояния водохранилища.

4. В результате проведенного анализа донных отложений 2019-2024 г. наблюдается повышенное содержание фосфатов, которое может быть вызвано

сбросом биогенных элементов со сточными водами и поверхностным стоком. Повышенное содержание хлоридов в совокупности с присутствием в воде аммиака, нитритов и нитратов может также свидетельствовать о загрязнённости бытовыми сточными водами. Из всех анионов хлориды обладают наибольшей миграционной способностью, что объясняется их хорошей растворимостью, слабо выраженной способностью к сорбции взвешенными веществами и потреблением водными организмами. Также наблюдалось повышенное содержание сульфатов, содержащиеся в шахтных водах и в промышленных стоках производств, в которых используется серная кислота. Сульфаты выносятся со сточными водами коммунального хозяйства и сельскохозяйственного производства.

Ихтиотоксикологические исследования

Нарвское водохранилище имеет статус рыбохозяйственного значения и с давних пор является местом притяжения рыбаков. Здесь обитают около трех десятков видов рыб: лещ, судак, сардиелла, щука, окунь, плотва.

Рыбы используются как индикаторы экологических условий, и их характеристики анализируются для выявления изменений, вызванных антропогенным воздействием или естественными факторами. Исследования 1995-2003 показали, что в застойных территориях водохранилища у ихтиофауны отмечались проявления токсикоза: истощение, новообразования, анемия. Почти у всех видов рыб наблюдались поражения глаз, язвенные процессы.

Со снижением антропогенной нагрузки в 2021 году было проведено повторное исследование водохранилища. Наблюдалась заметная гибель дафний и уменьшение их репродуктивных функций. Визуальные проявления токсикоза были выявлены не у всех рыб и носили, в основном, слабо выраженный характер. В таблице 4.6 показана сравнительная характеристика ихтиофауны на разных акваториях водохранилища:

Ихтиотоксикологическая характеристика Нарвского водохранилища

№	Акватория	Характеристика
1	Верхний бьеф водохранилища	Проявление токсикоза у всех видов рыб представлено легкими повреждениями
2	Кордон Курдынка	Более выраженный характер токсикоза, один экземпляр леща с необратимыми повреждениями
3	Центр водохранилища	Наблюдаются частичные поражения
4	Устье р. Плюсса	Процент поражённых рыб высок
5	Устье р. Нарва.	Низкое количество пораженных рыб: нарушение жаберной ткани, изменение окраса, отек слизистой кишечника

В последние годы в результате снижения работы двух ТЭС улучшилось ихтиотоксикологическое состояние водохранилища-токсикоз стал проявляться относительно доброкачественно. Также, кроме антропогенного фактора, на положительное изменение повлиял мощный приток относительно чистой воды рекой Нарва из Чудского озера [3].

ГЛАВА 5 МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ И СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НАРВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

5.1 Схема ведения мониторинга Нарвского водохранилища

Исходя из гидрографического и водохозяйственного районирования территории Российской Федерации, Нарвское водохранилище является водохозяйственным подучастком (РВП), в составе водохозяйственных участков (ВХУ), выделенных в бассейне Нарвы на рисунке 5.1 [11].

На рисунке 1.2 показана линейная схема, а на рисунке 1.3 - карта-схема водохозяйственного районирования территории бассейна р. Нарва в пределах территории Российской Федерации.

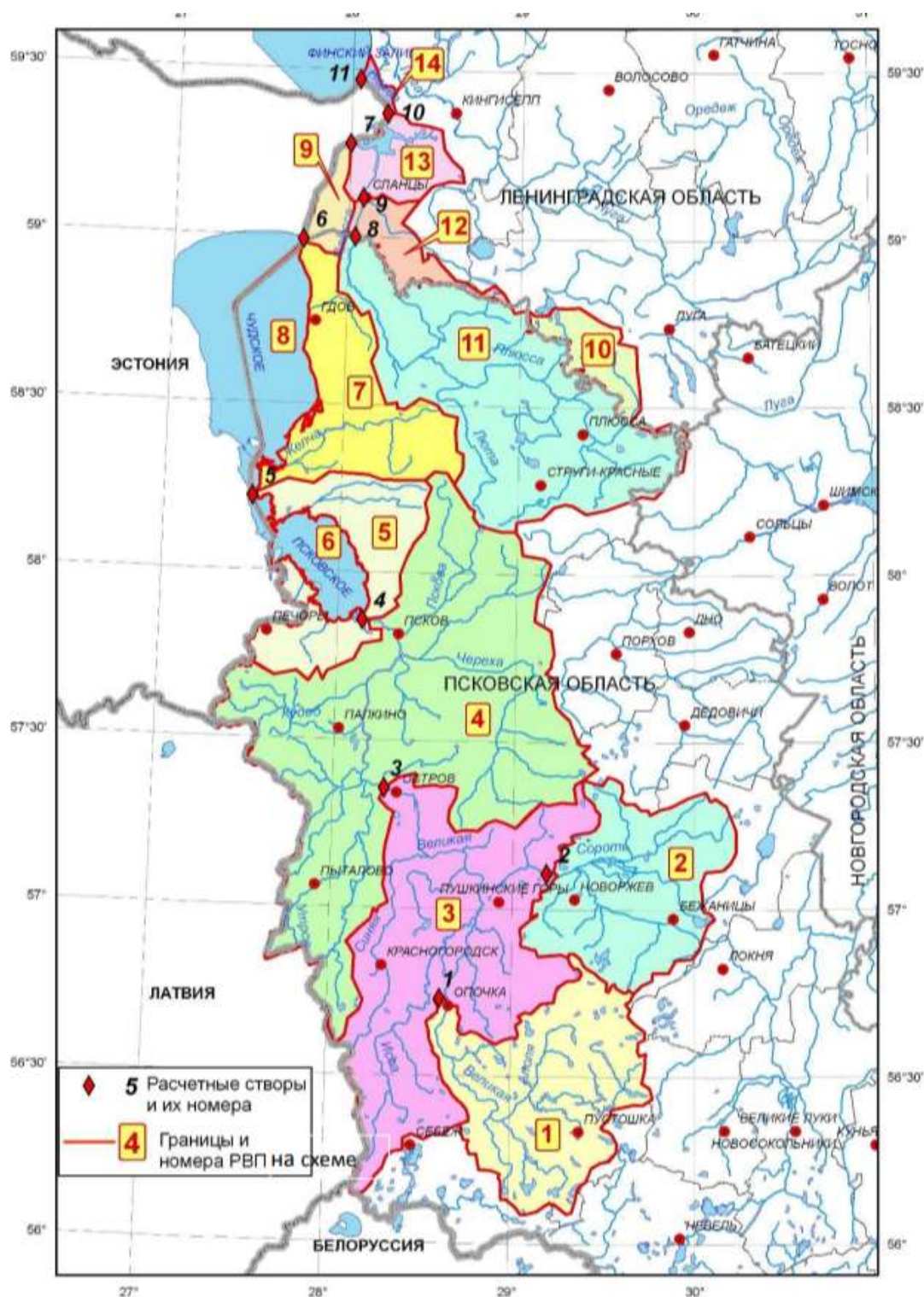


Рисунок 5.1- Водохозяйственное районирование бассейна р. Нарва (в пределах территории Российской Федерации) [10]

Также как и для всех подучастков бассейна р. Нарва, для Нарвского водохранилища приняты целевые показатели развития Государственного мониторинга водных объектов (ГМВО) на период до 2030 г. [29].

Схема ведения мониторинга Нарвского водохранилища представлена в таблице 5.1 приложения В.



Рисунок 5.2 - Схема расположения пунктов наблюдения [25]

Основной целью программы мониторинга является получение регулярной информации о состоянии трансграничных вод.

- состояния трансграничных водных объектов,
- воздействия природных и антропогенных факторов на трансграничные водные объекты,
- эффективности проводимых водоохранных и водохозяйственных мероприятий.

Полученные сведения являются основой для прогнозирования возможных изменений состояния трансграничных водных объектов и разработки

рекомендаций для водохозяйственных мероприятий для улучшения состояния водных объектов.

С целью своевременного выявления и прогнозирования изменения компонентов окружающей среды Нарвского водохранилища под влиянием техногенных факторов, в составе комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) предусматриваются следующие мероприятия.

5.2 Мероприятия для выявления и прогнозирования изменения компонентов окружающей среды Нарвского водохранилища

5.2.1 Мониторинг состояния донных отложений

Донные отложения (ДО) отражают техногенное воздействие на водоемы и процессы, которые в них происходят, что требует решения следующих задач:

- Оценка запасов и скорости накопления в ДО экологически опасных веществ;
- Оценка потенциальной и реальной опасности загрязненности ДО для качества воды и состояния биоты рассматриваемой экосистемы;
- Составление баланса химических веществ для основных звеньев водной системы;
- Получение информации о состоянии ДО для научно-обоснованного планирования работ по дноуглублению и санитарной очистке русловой сети.

Для контроля состояния ДО рекомендуется следующий перечень показателей: гранулометрический состав; общее содержание органических веществ; валовое содержание биогенных элементов (N и P); тяжелые металлы (Cd, Cu, Ni, Pb, Cr, Zn, Mn, Hg); ХОП; бенз(а)пирен; нефтепродукты.

5.2.2 Мероприятия в программе гидрохимического мониторинга водных объектов

В программе мониторинга должно быть предусмотрено использование наиболее современных физико-химических методов определения различных веществ, в первую очередь загрязняющих, в воде, во взвешенных веществах и в донных отложениях. Необходимо обеспечение наблюдений по гидрохимическим показателям данными о расходах воды или уровнях (для водоемов), на основе гидрометрических измерений или расчетным путем. По результатам экспедиционного обследования необходима последующая корректировка программ наблюдений.

Развитие сети стационарных гидрохимических наблюдений должно учитывать необходимость обеспечения данных о качестве вод гидрологическими данными, что наилучшим образом достигается совмещением пунктов гидрохимических и гидрологических наблюдений. Также для получения достаточной и достоверной информации о влиянии техногенных факторов на качество поверхностных вод, необходимо рассматривать локальный гидрохимический мониторинг водных объектов, в котором объектами наблюдений являются створы выпусков сточных вод водопользователями в водные объекты и состояние зон смешения сточных вод с речными или озерными.

5.2.3 Мероприятия по организации гидробиологических наблюдений

Мониторинг поверхностных вод по биологическим показателям требует:

- создание режимной сети гидробиологических наблюдений;
- создание сети фоновой биологического мониторинга;
- создание системы оперативного контроля в чрезвычайных ситуациях;

- обеспечение гидробиологических наблюдений, оценку экологического состояния водных объектов бассейна и прогноз последствий антропогенного воздействия;
- создание базы гидробиологических данных по основным водным объектам бассейна;
- выявление участков водных объектов с наибольшей степенью риска антропогенного воздействия на водные экосистемы;
- обеспечение компетентных органов материалами для составления рекомендаций по регулированию антропогенной нагрузки и принятию конкретных управленческих решений, направленных на оздоровление экологической обстановки.

Программа локального мониторинга должна быть увязана по компонентам, методам и срокам наблюдений с действующей системой контроля водных объектов НЛ БВУ и регионального мониторинга водных объектов на территории субъекта РФ в рамках системы мониторинга Росгидромета.

Одной из важных проблем Нарвского водохранилища является эвтрофикация, главной причиной которой являются чрезмерные нагрузки азота и фосфора от наземных источников. Это вызывает необходимость сокращения поступления биогенных веществ с водосборного бассейна в водохранилище, что требует разработки мероприятий, основными из которых являются следующие:

- Снизить поступление биогенных веществ в водотоки со сбросами муниципальных сточных вод путем реконструкции существующих и строительства новых очистных сооружений канализации;
- Развить системы водоотведения и очистки муниципальных сточных вод в соответствии с нормативами;
- Повысить % объема сбросов очищенных сточных вод в водные объекты бассейна р. Нарвы;

- Существенно снизить поступление биогенных веществ от сельскохозяйственных источников и с лесных территорий в водные объекты бассейна р. Нарвы;
- Повысить конкурентоспособность и эффективность сельскохозяйственных предприятий за счет четкого соблюдения природоохранных требований и полного использования отходов животноводства и растениеводства в качестве вторичных ресурсов;
- Снизить поступление фосфора в хозяйственно-бытовые сточные воды от использования синтетических моющих средств;
- Усовершенствовать нормативную и законодательную базу, обеспечивающую реализацию предлагаемых мероприятий по снижению биогенной нагрузки на водохранилище.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе проведена оценка многолетних результатов воздействия природных и техногенных факторов на компоненты окружающей среды Нарвского водохранилища.

1. Понимание процессов, происходящих на его территории, невозможно без комплексной оценки природно-климатических условий. Нарвское водохранилище расположено в зоне умеренно-континентального климата, что влияет на сезонные колебания уровня воды, длительность ледостава и испарение. Равнинный характер местности и слабая проточность отдельных участков способствуют застою воды и накоплению загрязняющих веществ. Геологические особенности, такие как слабая фильтрация осадочных пород, оказывают влияние на распространение загрязнений и скорость самоочищения водоёма.

2. Установлено, что на водоём оказывает влияние совокупность природных факторов, таких как: гидродинамический и гидрологический режимы, почвенно-геологические условия, зарастание и всплывание торфяников водохранилища. Деятельность человека, в том числе расположенные рядом двух ТЭС, предприятия минеральных удобрений, сельское хозяйство, может вызвать тепловое, химическое загрязнение окружающей среды.

3. Качество воды в водохранилище оценивается как удовлетворительное, однако по отдельным участкам выявлено повышенное содержание меди; на отдельных участках вода является токсичной и малотоксичной (в 17% обследованных участков). На качество воды техногенный фактор не оказывают резко негативного влияния, в отличие от природного – связанного с наличием торфяных островов и затоплением.

Аналогичный вывод получен в отношении факторов, влияющих на донные отложения: уровень антропогенного загрязнения донных отложений Нарвского водохранилища тяжелыми металлами остается низким, что не

оказывает негативного влияния на экологическую ситуацию. Основным источником загрязнения вод являются биогенные вещества (остатки торфяных островов и торфяной крошки).

В последние годы в результате снижения работы двух ТЭС улучшилось ихтиотоксикологическое состояние водохранилища-токсикоз стал проявляться относительно доброкачественно. Также, кроме антропогенного фактора, на положительное изменение повлиял мощный приток относительно чистой воды рекой Нарва из Чудского озера.

4. Установлено, что изменения компонентов окружающей среды территории проявляются в деградации прибрежных экосистем, нарушении естественного водного баланса, ухудшении качества воды, накоплении загрязняющих веществ в донных отложениях и почвах, а также в снижении видового разнообразия флоры и фауны. Наиболее выраженные последствия, проявляются в восточной и центральной части водохранилища. Природные факторы, способствуют сезонным колебаниям уровня воды, эвтрофикации и накоплению органических веществ в донных отложениях. Техногенное воздействие усиливает негативные процессы: в водоём поступают биогенные элементы, тяжёлые металлы, нефтепродукты и другие загрязнители, приводящие к снижению качества воды и ухудшению условий для водных организмов.

5. На основании анализа экологической обстановки были разработаны практические рекомендации, направленные на предотвращение и снижение неблагоприятных последствий для окружающей среды. Среди них:

- внедрение регулярного комплексного экологического мониторинга водной и прибрежной среды;
- модернизация очистных сооружений и повышение экологической ответственности промышленных предприятий;
- ограничение использования агрохимикатов в прибрежной зоне;
- развитие программ по биоремедиации загрязнённых участков;

– углубление трансграничного сотрудничества между Российской Федерацией и Эстонией в области охраны водных ресурсов.

Полученные результаты подчёркивают необходимость комплексного подхода к экологическому мониторингу и управлению Нарвским водохранилищем. Таким образом, для улучшения состояния водохранилища необходима реализация целенаправленных природоохранных мероприятий, включая снижение антропогенной нагрузки, восстановление нарушенных экосистем и совершенствование системы мониторинга водной среды. Только при условии объединения усилий всех заинтересованных сторон возможно обеспечение устойчивого функционирования этого важного водного объекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авакян А.Б., Шарапов В.А. Водохранилища гидроэлектростанций СССР. М.: Энергия, 1977 398 с.
2. Аршаница Н.М., Ляшенко О.А., Кузнецова О.А. Эколого-токсикологическая характеристика Нарвского водохранилища в связи с его гидрологическими особенностями // Материалы III Всероссийской конференции по водной токсикологии, посвящённой памяти Б.А. Флёрова «Антропогенное влияние на водные экосистемы». Ч.3. (Борок, 11-16 ноября 2008 г.). ООО «Ярославский печатный двор». Борок, 2008. С 153-155.
3. Аршаница Н.М., Стекольников А.А., Гребенников В.А., Хамзин С.В., Екимова С.Б. Современное ихтиотоксикологическое состояние нарвского водохранилища. Международный вестник ветеринарии. 2022. № 3. С. 111-118.
4. Водный кадастр Ленинградской области. – СПб.: Комитет по природопользованию, 2022. – 134 с.
5. Гидрометцентр России. Гидрологический ежегодник за 2022 г. Часть 1. Бассейн Невы и Нарвы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2023. – 96 с
6. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т.; Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. СПбГУ, Рос. гос. гидрометеорол. ун-т. — СПб. : Наука, РГГМУ, 2004. — 293 с.
7. Иванова В.Н. Особенности классификации торфяной залежи и растительных группировок болот при прогнозировании всплывания торфа на затопленных торфяных массивах при создании водохранилищ / В.Н. Иванова, Г.С. Молкин // Типы болот СССР и принципы их классификации. Л.: Наука, 1974. — 205—209 с.
8. Исаев А.И., Карпова Е.И. Рыбное хозяйство водохранилищ: Справочник. 2-е издание, переработанное и дополненное. Москва: Агропромиздат, 1989. 255 с.
9. Книга 1. Общая характеристика речного бассейна реки Нарва. [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://nord-west->

water.ru/upload/docs/skiovo/skiovo_narva-book-1.pdf.

Дата обращения:

10.03.2025.

10. Книга 2 «Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речного бассейна реки Нарва» [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://nord-west-water.ru/activities/ndv/scheme-of-complex-use-and-protection-of-water-bodies-in-the-basin-of-the-narva-river-approved-documents/> Дата обращения: 16.03.2025.

11. Книга 2 «Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речного бассейна реки Нарва» [Электронный ресурс]. Код доступа: https://nord-west-water.ru/upload/docs/skiovo/skiovo_narva-book-6.pdf. Дата обращения 15.05.2025.

12. Корвет Н.Г., Спиридонов М.А., Рябчук Д.В., Сухачева Л.Л., Сергеев А.Ю., Дронь О.В. Исследования Нарвского водохранилища с целью изучения образования торфяных островов. Грунтоведение. №1. СПб, Изд-во «Центр генетического грунтоведения», 2015б. С.36-43.

13. Корвет Н.Г, Спиридонов М.А., Рябчук Д.В., Сухачева Л.Л., Дронь О.В. Нарвское водохранилище. Исследования причин и скорости образования плавучих островов и разработка рекомендаций по предотвращению их негативного воздействия и стабилизации берегов водохранилища. Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Труды Четвертой Всероссийской научной конференции с международным участием. М.: ИВП РАН, 2015а. С.420–422.

14. Малышева Н.А., Фрумин Г.Т. Качество воды Нарвского водохранилища // Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие. Коллективная монография по материалам VIII Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 28-29 октября 2019 года. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2019. – С. 448-451.

15. Малышева, Н.А. Эколого-токсикологический подход к комплексной оценке загрязнённости поверхностных вод суши: специальность: 25.00.36 - Геоэкология (Науки о Земле): автореферат диссертации на соискание

ученой степени кандидата географических наук / Малышева Наталия Александровна. - Санкт-Петербург, 2020. - 25 с.

16. Мищук А.В., Яни А. Нарвское водохранилище. Краткий гидрометеорологический обзор и водный баланс. В сб. Река Нарва и Нарвское водохранилище – Тарту. 2000. – С.43-47.

17. Марков, Константин Константинович. Развитие рельефа Северо-Западной части Ленинградской области [Текст]. Вып. 1 [Текст] / 1 т.; 26x18 см.. — Москва ; Ленинград : Геол. изд-во, 1931 (Л. : тип. им. Евг. Соколовой), 1931. — 26 с.

18. Отчёт о научно-исследовательской работе по теме: по теме: (Исследование причин и скорости образования плавучих островов (зыбунов) на Нарвском водохранилище и разработка научно обоснованных рекомендаций по предотвращению их негативного воздействия и стабилизации берегов водохранилища) (НИР-11-02). ФГУП «ВСЕГЕИ». Санкт-Петербург 2012г.

19. Осипов В.И., Бурова В.Н., В. Г. Заиканов В.Г., Т.Б. Минакова Т.Б. Основы оценки уязвимости территорий для опасных природных процессов, определяющих чрезвычайные ситуации (принципы и методические подходы). Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. № 3. 2015. С. 195–203.

20. Полякова К.В., Корвет Н.Г. Проявление геологических опасностей в геологической среде Нарвского водохранилища. Конференция «Ломоносов-2024». [Электронный ресурс]. Код доступа: https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2024/data/32216/168717_uid803527_report.pdf. Дата обращения: 02.05.2025г.

21. Полякова К.В., Корвет Н.Г. Уязвимость геологической среды Нарвского водохранилища для опасных природных процессов. Всероссийская междисциплинарная молодежная научная конференция с международным участием «Азимут ГЕОнаук — 2023». [Электронный ресурс]. Код доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_68620919_60691964.pdf. Дата обращения: 02.02.2025г.

22. Потапова Т.М., Задонская О.В., Паршина Т.В. Гидрохимическая оценка трансграничных рек (на примере пограничной реки Нарвы). Вестник СПбГУ Наук о Земле. 2023. С.136-152.

23. Приказ Федерального агентства водных ресурсов № 108 "Об утверждении правил использования водных ресурсов Нарвского водохранилища на р. Нарве". [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405271761/>. Дата обращения: 10.05.2025 г.

24. Приказ Минприроды России от 08.10.2014 N 432 (ред. от 13.11.2024) "Об утверждении Методических указаний по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части наблюдений за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохранных зон и изменениями морфометрических особенностей водных объектов или их частей". Дата введения 08.10.2014 – Москва. [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420227238>. Дата обращения: 10.05.2025 г.

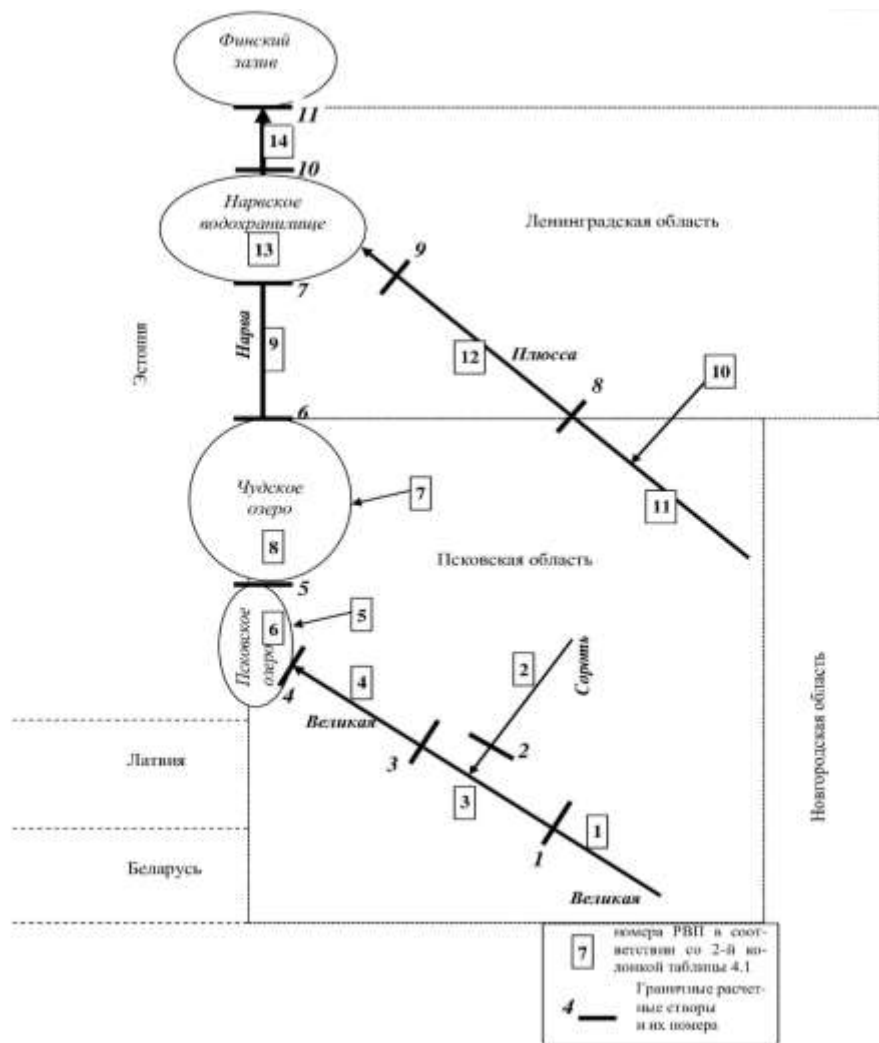
25. Протокол XXIII заседания совместной Российско-Эстонской комиссии по охране и рациональному использованию трансграничных вод. [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://kliimaministeerium.ee/sites/default/files/documents/2021-07/Protokoll%20%28vene%20keeles%29.pdf>. Дата обращения: 28.04.2025.

26. Программа мониторинга трансграничных водных объектов бассейна р. Нарва, включая Чудско-Псковское озеро, на 2019 – 2022 гг. Приложение № 24 к протоколу заседания рабочей группы по мониторингу, оценке и прикладным исследованиям совместной Российско-Эстонской комиссии по охране и использованию трансграничных вод от 01 – 03 августа 2018 г.

27. Региональный норматив. Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга 1996г. [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://docs.cntd.ru/document/352042722>. Дата обращения: 11.04.2025.

28. Седова А.А., Бударин В.Ф., Силин Н.И. Состояние водных ресурсов в бассейне реки Нарва Охрана окружающей среды. Ежемесячный научно-технический журнал. Разведка и охрана недр 2005 №5. 2005 г.
29. Стратегия деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областей на период до 2030 г. (с учетом аспектов изменения климата)», утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 3 сентября 2010 г. №1458-Р.
30. Тимофеева Л.А., Фрумин Г.Т. Трансграничные водные объекты. – СПб.: СпецЛит, 2017. – 159 с. [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://speclit.su/image/catalog/978-5-299-00880-7/978-5-299-00880-7.pdf> . Дата обращения: 05.05.2025.
31. Трофимов В.Т., Королёв В.А. Геологическая среда как ноосферная категория. Вестник МГСУ. 2013. № 11. С. 188–193.
32. Учебный географический атлас Ленинградской области и Санкт-Петербурга [Карты] / Отв. ред. Л.М. Вассерштром. - СПб. : СПб. карт. ф-ка ВСЕГЕИ, 1997. - 1 атл. (32 с.)
33. Фрумин Г. Т., Хуан Ж.-Ж. Вероятностная оценка трофического статуса водных объектов. Методическое пособие. СПб.: РГГМУ, 2012. 28 с.
34. Фрумин Г.Т., Муралды М.А. Динамика трофического статуса нарвского водохранилища (по данным 2011-2019 гг.). Труды карельского научного центра РАН. 2020 г., 65-77 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А



№ по схеме	Наименовае водного объекта
1	подучасток № 1. р. Великая от истока до г. Опочка
2	подучасток № 2. р. Сороть от истока до в/п д. Осинкино
3	подучасток № 3. р. Великая от г. Опочка до в/п д. Гуйтово
4	Великая от в/п, д. Гуйтово до устья
5	подучасток № 1 ВХУ 01.03.00.003 водные объекты бассейна Псковского и Теплого озер Псковское оз.
6	Псковское оз.
7	подучасток № 2 ВХУ 01.03.00.003 водные объекты бассейна оз.Чудское
8	Чудское оз.
9	подучасток № 1 ВХУ 01.03.00.004 бассейн р. Нарва от истока до Нарвского водохранилища
10	подучасток № 2 ВХУ 01.03.00.004 бассейн р. Плюсса (притоки верховьев в пределах Ленинградской области)
11	подучасток № 3 ВХУ 01.03.00.004 бассейн р. Плюсса (в пределах Псковской области)
12	подучасток № 4 ВХУ 01.03.00.004 бассейн р. Плюсса (в пределах Ленинградской области до г.Сланцы)
13	Нарвское вдхр.
14	подучасток № 5 ВХУ 01.03.00.004 от Нарвской ГЭС до устья

Рисунок 1.2- Линейная схема водохозяйственного районирования бассейна р. Нарва

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 4.7

Концентрация загрязняющих веществ в Нарвском водохранилище в 2019-2024 гг.

Год	Местоположение (географические координаты) пункта отбора	Концентрации загрязняющих веществ														
		pH	Азот нитрит ов	Fe общ.(вал.)	Ион нитра тов	Mn, 2+ (вал.)	Cu (вал.)	As (вал.)	Неф- ты	Ni (вал.)	Pb (вал.)	Сульфаты	Фосфаты	Фторид -анион	Хлориды	Zn (вал.)
		C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг	C _i , мг/кг
2024	Слияния русел рек Нарвы и Плюсы	7,2	0,166	1107	4,14	18,1	< 2.5	< 0.25	123	2,52	< 2.5	2472	121,9	4,3	106,3	< 25
2024	В зоне устья реки Нарвы ниже сбросного канала Эстонской ЭС	7,1	0,168	3679	14,53	24,9	< 2.5	0,32	144,8	< 2.5	2,8	597	78	3,5	147,6	< 25
2024	Напротив устья реки Плюсы	7,3	0,187	1106	3,34	50,4	< 2.5	< 0.25	108,5	< 2.5	< 2.5	71	112,4	<1	3,2	< 25
2024	В северной части водохранилища возле плотины Нарвской ГЭС	7,4	0,175	1285	10,85	10,5	< 2.5	< 0.25	95,9	< 2.5	< 2.5	1371	119,1	43,2	92,7	< 25
2024	Центральная часть водохранилища	6,8	0,182	2279	17,51	140,6	<2.5	0,44	129,8	5,8	3	46,6	137,7	<1	25,1	< 25
2024	Островная часть водохранилища	7,2	0,154	1731	13,34	111,9	<2.5	<0.25	134,5	3,4	<2.5	477,8	98,7	<1	108,8	<25
2023	Слияния русел рек Нарвы и Плюсы	7,2	0,156	3451,8	48,59	4,84	<2.5	<0.25	92,1	<2.5	<2.5	96,7	5,08	1,13	39,5	<25.0
2023	В зоне устья реки Нарвы ниже сбросного канала Эстонской ЭС	7,1	0,186	2343,7	15,24	2,06	<2.5	1,03	132,2	<2.5	<2.5	121,8	3,61	11	46,7	<25.0
2023	Напротив устья реки Плюсы	7,3	0,179	2835	5,59	3,93	<2.5	1,34	119,2	<2.5	<2.5	145,2	4,94	13,9	72,4	<25.0
2023	В северной части водохранилища возле плотины Нарвской	7,4	0,169	3096,6	4,54	8,33	<2.5	2,1	87,6	<2.5	<2.5	20,2	<3.0	1,04	15,9	<25.0

ГЭС																
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Продолжение таблицы 4.7

2023	Центральная часть водохранилища	6,8	0,181	2769,2	35,03	1,42	<2.5	0,89	118,3	<2.5	<2.5	93,3	3,14	1,58	50,1	<25.0
2023	Островная часть водохранилища	7,2	0,158	4782,8	10,28	4,61	<2.5	1,08	110,5	<2.5	<2.5	49,5	<3.0	<1.0	27,3	<25.0
2022	Слияния русел рек Нарвы и Плюссы	8,02	0,191	4550	5,7	51,87	6,36	1,8	142,7	5,54	2,75	26,1	<3	<1	34,5	42,4
2022	В зоне устья реки Нарвы ниже сбросного канала Эстонской ЭС	8,02	0,191	4550	5,7	51,87	6,36	1,8	142,7	5,54	2,75	26,1	<3	<1	34,5	42,4
2022	Напротив устья реки Плюссы	8,16	0,186	5775	4	60,94	4,46	0,35	138,3	6,2	3,36	54,9	6,02	3,8	11,5	41,78
2022	В северной части водохранилища возле плотины Нарвской ГЭС	8,15	0,162	6700	4	57,96	6,39	1,85	42,2	14,97	3,83	10,7	<3	3,7	14,4	40,76
2022	Центральная часть водохранилища	8,08	0,168	6300	4	62,58	6,89	2,8	197,2	7,12	3,63	17,6	<3	5,44	32,4	37,2
2022	Островная часть водохранилища	8,06	0,157	7050	9,1	59,25	7,25	3,2	142,2	7,64	4	112,7	<3	<1	59,4	39,76
2021	Слияния русел рек Нарвы и Плюссы	7	<0.037	3900	6,1	124	9,6	1,35	128	<2.5	9,6	238	<3	<1	36	39
2021	В зоне устья реки Нарвы ниже сбросного канала Эстонской ЭС	7	<0.037	3800	3	116	<2.5	10,55	420	2,5	5,1	57	<3	1,06	39	31
2021	Напротив устья реки Плюссы	7,1	<0.037	5700	4,1	156	2,7	<0.25	397	5,6	8,8	112	<3	1,11	38	41
2021	В северной части водохранилища возле плотины Нарвской ГЭС	7	<0.037	5100	7,1	350	7,1	1,8	<40	14,1	9,6	29	<3	2,7	34	27
2021	Центральная часть водохранилища	7,1	<0.037	7000	<3	142	12,4	4,3	329	5,6	10	133	<3	<1.0	177	42

2021	Островная часть водохранилища	7,1	<0.037	5800	<3	180	26	4,7	131	9,4	4	119	<3	<1.0	198	38
------	-------------------------------	-----	--------	------	----	-----	----	-----	-----	-----	---	-----	----	------	-----	----

Продолжение таблицы 4.7

2020	Слияния русел рек Нарвы и Плюсы	7	<0.037	7800	18,4	870	9,4	1,04	79	<2.5	4,8	60	<3	<1	69	52
2020	В зоне устья реки Нарвы ниже сбросного канала Эстонской ЭС	6,9	<0.037	4000	13,5	77	5	1,16	595	<2.5	3,7	270	<3	1,02	418	<25
2020	Напротив устья реки Плюсы	7	<0.037	4100	9,2	170	6	1,03	438	3,4	6,5	182	<3	<1	222	<25
2020	В северной части водохранилища возле плотины Нарвской ГЭС	7	<0.037	9300	13,8	310	4,1	0,99	<40	2,6	5,1	15,1	5,8	5,5	33	67
2020	Центральная часть водохранилища	7,1	<0.037	2200	11,8	79	13,9	1,18	255	21	7,1	112	4,2	2,13	57	53
2020	Островная часть водохранилища	7	<0.037	15000	12,6	154	8,2	6,3	<40	11	5,4	17,6	<3	3,4	18,4	108
2019	Слияния русел рек Парвы и Плюсы	6,8	<0.037	3300	12,7	48	4,4	0,7	<40	<5	<2.5	85	<3	<1	191	<25
2019	В зоне устья реки Нарвы ниже сбросного канала Эстонской ЭС	6,4	<0.037	3600	8,6	86	4,5	0,68	<40	<5	<2.5	41	<3	<1	53	<25
2019	Напротив устья реки Плюсы	7	<0.037	5000	8,8	250	28	0,88	<40	<5	24	19,8	<3	<1	33,1	33
2019	В северной части водохранилища возле плотины Нарвской ГЭС	7,1	<0.037	5000	6,8	83	3,6	0,74	<40	<5	6,6	13,7	<3	<1	13,8	<25
2019	Центральная часть водохранилища	7,6	<0.037	5000	5	310	<2.5	2	<40	<5	5,9	144	<3	<1	37	<25
2019	Островная часть водохранилища	7	<0.037	5000	5,8	96	4,2	1,09	<40	<5.0	3,7	68	<3	<1	9,9	37

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица 5.1

Схема ведения мониторинга Нарвского водохранилища

Наименование водотока пункт наблюдения	№ створа	Координаты пунктов с.ш.	Координаты пунктов в.д.	Состав наблюдений	Периодичность сроки проведения	Исполнитель
1	2	3	4	5	6	7
В зоне устья реки Нарвы ниже сбросного канала Эстонской ЭС	4	59°15'27"	27°55'44"	Г-х (в т.ч. донные отложения) Г-б	ежемесячно с июня по сентябрь	ФГУ «Балтводхоз» Г-х воды
					август	ФГУ «Псковводхоз» Г-х донные
					один раз в год при совместных отборах	Тартуское отделение ЭЦИОС Г-х воды Лимцентр- Г-б
В центральной части водохранилища в месте слияния русел рек Нарвы и Плюссы	2	59°18'09"	28°08'29"	Г-х (в т.ч. донные отложения) Г-б	ежемесячно с июня по сентябрь	ФГУ «Балтводхоз» Г-х воды
					август	ФГУ «Псковводхоз» Г-х донные
					один раз в год при совместных отборах	Тартуское отделение ЭЦИОС - Г-х воды Лимцентр- Г-б
Напротив устья реки Плюссы	5	59°15'30"	28°10'23"	Г-х (в т.ч. донные отложения) Г-б	ежемесячно с июня по сентябрь	ФГУ «Балтводхоз» Г-х воды
					август	ФГУ «Псковводхоз» Г-х донные
					один раз в год при совместных отборах	Тартуское отделение ЭЦИОС-Г-х воды Лимцентр-Г-б
Напротив устья сточного канала охлаждающей воды Балтийской ЭС	3	59°17'37"	28°05'30"	Г-х Г-б	один раз в год при совместных отборах	ФГУ «Балтводхоз» Г-х воды Тартуское отделение ЭЦИОС Г-х воды

Продолжение таблицы 5.1

В северной части водохранилища возле плотины Нарвской ГЭС	6	59°21'08"	28°11'20"	Г-х ТМ фенолы н/пр (в т.ч. донные отложения) Г-б	один раз в год при совместных отборах	ФГУ «Балтводхоз» Г-х воды ФГУ «Псковводхоз» Г-х донные Тартуское отделение ЭЦИОС
Со стороны золоотвала Балтийской ЭС в 100 м от берега	1	59°20'03"	28°08'06"	Г-х (в т.ч. донные отложения) Г-б	один раз в год при совместных отборах	Тартуское отделение ЭЦИОС Г-х воды Лимцентр-Г-б ФГУ «Балтводхоз» Г-х воды ФГУ «Псковводхоз» Г-х донные
Центральная часть водохранилища	7	59°17'11"	28°09'54"	Г-х донных отложений Г-б	один раз в год август	ФГУ «Псковводхоз»
Островная часть водохранилища	8	59°15'21"	28°06'00"	Г-х донных отложений Г-б	один раз в год август	ФГУ «Псковводхоз»
д Кулгу	ГП	59°20'37"	28°10'25"	Г (уровень)	Автоматическая станция – ежечасные уровни воды	Агентство окружающей среды отдел гидрологии