

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 25.10.2023 11:50:04  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Инженерная защита окружающей среды»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

---

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ»**

**для подготовки бакалавров**

**по направлению**

**20.03.01 «Техносферная безопасность»**

**по профилю**

**«Инженерная защита окружающей среды»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., старший научный сотрудник Кассациер К.Е.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИЗОС  
28.04.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФИБС, 18.05.2022, протокол № 8

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФИБС
Обеспечивающая кафедра	ИЗОС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	2
Курс	4
Семестр	8
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	16
Практические занятия (академ. часов)	24
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	41
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	31
Всего (академ. часов)	72
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

Дисциплина «Оптимизация задач инженерной защиты окружающей среды» предназначена для подготовки бакалавров по профилю «Инженерная защита окружающей среды». Излагаются основы современных технологий, базирующихся на системных методах и обеспечивающих оптимизацию разработки и применения инженерных средств защиты окружающей среды с целью ее оздоровления.

Основной объект исследования рассматривается как сложная системы, включающая в себя три основные составные части: подсистему, формирующую негативное многофакторное воздействие на окружающую среду, подмножество биологических объектов, подверженных этому воздействию, и подсистему инженерной защиты от данного воздействия.

Рассматриваются методы системного анализа, математического планирования многофакторного эксперимента, моделирования и принятия решений. Излагаются также методы математического программирования и нормирования многофакторного воздействия окружающей среды на организм.

Дисциплина должна обеспечивать развитие профессиональных компетенций специалистов по разработке и использованию комплекса инженерных защитных средств для сохранения, восстановления и поддержания нормального экологического состояния окружающей среды

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«OPTIMIZING TASKS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION»**

Discipline “Optimizing Tasks of Environmental Protection” is targeted to prepare Bachelors in the field “Environmental Engineering”. Are observed the main

modern technologies based on system methods and ensuring the design optimization and application of the environment engineering protection with a view to its improvement.

The main object of study is considered as a complex system, which includes three main parts: a subsystem that forms multifactorial negative impact on the environment, a subset of biological exposed to this effect objects, and subsystem of engineering protection from this exposure.

Are observed system analysis methods, multifactor experiment mathematical planning, simulation and decision making. Also are outlined the methods of mathematical programming and regulation of multivariate environmental effects on the body.

Discipline should ensure the development of specialists' professional competencies in design and usage of complex engineering protection measures aimed to preserve, restore and maintain the normal state of the environment

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. При освоении дисциплины обучающиеся получают теоретические знания методологии системного подхода к исследованию и оптимизации экологических систем, а также практических навыков применения методов моделирования систем и принятия решений на основе анализа моделей, методов оптимизации экологических систем, включая инженерные средства защиты окружающей среды.

2. Задачи дисциплины:

Получение знаний об общих принципах управления природно-техническими системами.

Формирование умений проведения многофакторных экспериментальных исследований.

Освоение навыков обработки результатов исследований на основе методологии математического планирования эксперимента.

3. В результате изучения дисциплины студенты получают знания методов математической статистики необходимых для постановки и проведения многофакторного эксперимента.

4. В результате изучения дисциплины у студентов формируются умения проведения многофакторных экспериментальных исследований, а также обработки их результатов на основе методологии математического планирования эксперимента

5. В результате изучения дисциплины студенты осваивают навыки необходимые для постановки многофакторного эксперимента.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»
  2. «Экология»
  3. «Учебная практика (ознакомительная практика)»
  4. «Токсология»
  5. «Моделирование процессов и объектов для решения задач техносферной безопасности»
  6. «Охрана водных объектов»
  7. «Экономика природопользования и природоохранной деятельности»
- и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
<i>УК-2.3</i>	<i>Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией</i>
ПК-1	Способен разрабатывать в составе коллектива и под руководством проектов систем и устройств защиты окружающей среды от ингредиентных и энергетических загрязнений, переработки и утилизации техногенных образований и отходов потребления
<i>ПК-1.3</i>	<i>Разрабатывает методы и средства контроля качества окружающей среды</i>



## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1	2		2
2	Тема 1. Системная постановка задач инженерной защиты окружающей среды.	4	4		6
3	Тема 2. Методы системного анализа в решении задач инженерной защиты окружающей среды.	4	4		6
4	Тема 3. Экологические факторы окружающей среды, их оценка.	2	4		6
5	Тема 4. Оптимизация многофакторного воздействия окружающей среды на человека.	2	4		6
6	Тема 5. Элементы теории управления в задачах инженерной защиты окружающей среды.	2	4		4
7	Заключение.	1	2	1	1
	Итого, ач	16	24	1	31
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	72/2			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины, ее актуальность и задачи. Структура, содержание, связь с другими дисциплинами учебного плана и место в подготовке специалиста по специальности.
2	Тема 1. Системная постановка задач инженерной защиты окружающей среды.	Основы теории систем. Определение объекта исследования как сложной системы, его основные свойства. Структура системы. Анализ средств инженерной защиты как элементов исследуемой системы. Взаимодействие природных и технических компонентов в системе. Проблема оптимизации системы инженерной защиты окружающей среды. Постановка цели и задач функционирования системы. Примеры системной постановки задач инженерной защиты окружающей среды.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Тема 2. Методы системного анализа в решении задач инженерной защиты окружающей среды.	Системный анализ: основные определения. Алгоритм системного анализа применительно к решению задач оптимизации инженерной защиты окружающей среды: постановка проблемы, определение целей и критериев их достижения, постановка задач, моделирование системы, принятие решений. Методы генерирования альтернатив. Определение объекта исследования как системы. Ознакомление с реальными системами инженерной защиты. Пример применения методологии системного анализа к решению задачи оптимальной разработки системы инженерной защиты среды.
4	Тема 3. Экологические факторы окружающей среды, их оценка.	Экологические факторы среды, их классификация. Природные, антропогенные факторы среды. Общие закономерности взаимодействия организмов с экологическими факторами. Экологическая ниша организма: определение, пространственное представление. Экологические аспекты загрязнения окружающей среды, виды загрязнений. Регламентация загрязняющих веществ в окружающей среде. Экологический мониторинг, его цели, задачи, методы. Биоиндикация, биотестирование: назначение, методы.
5	Тема 4. Оптимизация многофакторного воздействия окружающей среды на человека.	Алгоритм решения задачи оптимизации на основе методологии математического планирования многофакторного эксперимента. Понятие факторного пространства. Планы экспериментов первого и второго порядка. Экспериментально-статистическое моделирование многофакторного воздействия окружающей среды на человека. Многомерные полиномы. Принятие решений по результатам моделирования. Оптимизация и нормирование многофакторного воздействия среды на человека. Методы математического программирования. Примеры решения задач оптимизации и нормирования.
6	Тема 5. Элементы теории управления в задачах инженерной защиты окружающей среды.	Понятие природно-технической системы, ее формальное представление. Основы теории управления. Основные свойства сложных систем с позиции теории управления: тезаурус, гомеостазис, адаптация, самоорганизация. Основные методы управления в задачах инженерной защиты окружающей среды. Система управления качеством окружающей среды, ее структурно-функциональная организация. Примеры применения теории управления в задачах инженерной защиты окружающей среды.
7	Заключение.	Основные направления развития методов инженерной защиты окружающей среды, основанных на применении методологии системного анализа и методов оптимизации. Проблемы и перспективы.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Моделирование динамического равновесия в природе (модель Вольтерра).	2
2. Реализация алгоритма системного подхода к решению задач инженерной защиты окружающей среды (ОС).	2
3. Синтез оптимальных планов многофакторных экспериментов.	2
4. Построение регрессионных моделей многофакторного воздействия ОС на человека по результатам спланированного эксперимента.	2
5. Статистический анализ регрессионных моделей многофакторного воздействия ОС на человека.	2
6. Освоение методов графического исследования моделей многофакторного воздействия ОС на человека.	2
7. Оптимизация многофакторного воздействия ОС на жизнедеятельность человека.	4
8. Нормирование многофакторного воздействия ОС на человека.	4
9. Оценка и нормализация концентрации вредных веществ в ОС.	4
Итого	24

## 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

## 4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

## 4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

## 4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

## 4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

## 4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	0
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	10
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>31</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Чурносов, Евгений Владимирович. Моделирование биологических процессов и систем [Текст] : учеб. пособие / Е.В. Чурносов, Г.С. Илюшов, 1997. -79 с	41
2	Волкова, Виолетта Николаевна. Основы теории систем и системного анализа [Текст] : Учеб. для вузов по направлению "Системный анализ и управление" / В.Н.Волкова, А.А.Денисов, 2001. -512 с.	28
3	Храмов, Алексей Владимирович. Экология человека [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Храмов, Е.В. Чурносов, А.С. Ковалевская, 2008. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
Дополнительная литература		
1	Адлер, Юрий Павлович. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский, 1976. -278, [1] с.	16
2	Губанов, Виктор Александрович. Введение в системный анализ [Текст] : Учеб. пособие / В.А.Губанов, В.В.Захаров, А.Н.Коваленко; Науч. ред. Л.А.Петросян, 1988. -228 с.	4
3	Экология [Текст] : учеб. пособие / В.М. Сидоренко, А.А. Бойцов, В.Л. Горохов и др., 2004. -80 с.	1134
4	Прохоров, Борис Борисович. Экология человека [Текст] : учеб. для вузов по специальности 013100 "Экология" и 013600 "Геоэкология" / Б.Б. Прохоров, 2003. -319 с.	15

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Пантелеев А. В., Летова Т. А. Методы оптимизации в примерах и задачах <a href="https://e.lanbook.com/book/212129">https://e.lanbook.com/book/212129</a>
2	Кабанов С.А., Кабанов Д.С. Задачи управления с оптимизацией параметров прогнозирующих моделей <a href="https://e.lanbook.com/book/121841">https://e.lanbook.com/book/121841</a>

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13052>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Оптимизация задач инженерной защиты окружающей среды» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.



## Особенности допуска

Допуск к дифференцированному зачету обучающиеся получают при:

1. Посещении не менее 75 % занятий.
2. Получении положительных оценок по результатам работы на 2 коллоквиумах.

На дифференцированном зачете, который проводится в форме собеседования, обучающиеся получают билет с 2 теоретическими вопросами. При подготовке к ответу обучающийся может вести записи в листе устного ответа, который по окончании зачета сдается преподавателю. В процессе сдачи зачета преподаватель может задавать студенту вопросы сверх указанных в билете по программе курса.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Определение объекта исследования как сложной системы, его основные свойства
2	Взаимодействие природных и технических компонентов в системе
3	Постановка цели и задач функционирования системы. Примеры системной постановки задач инженерной защиты окружающей среды.
4	Алгоритм системного анализа применительно к решению задач оптимизации инженерной защиты окружающей среды: постановка проблемы, определение целей и критериев их достижения, постановка задач, моделирование системы, принятие решений.
5	Экологические факторы среды, их классификация.
6	Общие закономерности взаимодействия организмов с экологическими факторами.
7	Экологические аспекты загрязнения окружающей среды, виды загрязнений
8	Экологический мониторинг, его цели, задачи, методы.
9	Биоиндикация, биотестирование: назначение, виды.
10	Алгоритм решения задачи оптимизации на основе методологии математического планирования многофакторного эксперимента.
11	Моделирование динамического равновесия в природе (модель Вольтерра)
12	Экспериментально-статистическое моделирование многофакторного воздействия окружающей среды на человека

13	Определение объекта исследования как системы. Пример применения методологии системного анализа к решению задачи оптимальной разработки системы инженерной защиты среды.
14	Понятие природно-технической системы, ее формальное представление
15	Основные свойства сложных систем с позиции теории управления: тезаурус, гомеостазис, адаптация, самоорганизация.
16	Система управления качеством окружающей среды, ее структурно-функциональная организация
17	Методы математического программирования
18	Регламентация загрязняющих веществ в окружающей среде
19	Нормирование многофакторного воздействия ОС на человека
20	Оценка и нормализация концентрации вредных веществ в ОС

### **Форма билета**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### **БИЛЕТ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ЗАЧЕТА № 1**

Дисциплина **Оптимизация задач инженерной защиты окружающей среды** ФИБС

1. Определение объекта исследования как сложной системы, его основные свойства.
2. Экспериментально-статистическое моделирование многофакторного воздействия окружающей среды на человека.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИЗОС

Т.В. Кустов

**Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**

**Примерные темы для коллоквиума №1:**

- 1) Что такое обеспечение безопасности?
- 2) Дайте определение понятию "техносфера".
- 3) В чем разница между "фактором риска" и "оценкой риска".
- 4) Перечислите основные источники технического риска на предприятиях.
- 5) Что является источником индивидуального риска?
- 6) Методы определения потенциального риска.

**Примерные темы для коллоквиума №2:**

- 1) С какой целью применяют вероятностные методы оценки технической системы?
- 2) Основные этапы анализа с помощью построения дерева отказов.
- 3) Суть предварительного анализа опасностей.
- 4) Системы с последовательным и параллельным соединением элементов, особенности.
- 5) Качественные методы анализа риска.
- 6) Основные методы исследования биосферы.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
4	Тема 1. Системная постановка задач инженерной защиты окружающей среды. Тема 2. Методы системного анализа в решении задач инженерной защиты окружающей среды.	Коллоквиум
5		
11	Тема 3. Экологические факторы окружающей среды, их оценка. Тема 4. Оптимизация многофакторного воздействия окружающей среды на человека.	Коллоквиум
12		

### 6.4 Методика текущего контроля

#### 1. Методика текущего контроля на лекционных занятиях.

Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 75% занятий), по результатам которого студент получает допуск на зачет с оценкой.

#### 2. Методика текущего контроля на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 75 % занятий);  
- участие в обсуждении по темам коллоквиумов, высказывание своего мнения, демонстрация эрудиции, оценка за которые по четырехбалльной шкале выставляется по следующим критериям в целом за семестр:

- «отлично» - активное участие в обсуждениях, умение высказать и аргументировано отстоять свою точку зрения, умение дать ответы на дополнительные вопросы (студент участвовал в дискуссии на более чем 80 % занятий);
- «хорошо» - активное участие в большинстве случаев (более 50 % занятий) или в ответах содержатся неточности, не во всех случаях студент может обосновать ответ;

- «удовлетворительно» - активность студента низкая (студент высказывается по теме занятия не более чем на 50 % занятий), не может обосновать высказанные позиции;
- «неудовлетворительно» - активность студента очень низкая, участвует в дискуссиях на менее чем 20 % занятий.

### **3. Методика текущего контроля самостоятельной работы студентов.**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным в п.п. 1-2.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, проектор, компьютер, экран, рабочее место преподавателя, маркерная доска	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, проектор, компьютер, экран, рабочее место преподавателя, маркерная доска	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>