

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.06**

Моделирование в экологии и природно-технических системах

Учебный план: ФГОС3++m200401-12\_23-12.plx

Кафедра: 31 Охраны окружающей среды и рационального использования  
природных ресурсов

Направление подготовки:  
(специальность) 20.04.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки:  
(специализация) Защита окружающей среды территориально-производственных  
комплексов

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
3	УП	34	34	75,75	0,25	Зачет
	РПД	34	34	75,75	0,25	
Итого	УП	34	34	75,75	0,25	
	РПД	34	34	75,75	0,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, утверждённым приказом Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 678

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Кандидат технических наук, доцент

Епифанов А.В.

Антонов И.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Шанова О.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Шанова О.А.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области исследования сложных объектов природно-технических систем (ПТС) с помощью моделей.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- обучение студентов концептуальным и методологическим основам моделирования сложных систем;
- обучение студентов методам и средствам математического моделирования ПТС в рамках территориально - производственных комплексов;
- получение навыков работы с современными информационными технологиями в области экологического моделирования.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Учебная практика, ознакомительная практика

Информационные технологии в сфере безопасности

Организация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-2: Способен к проведению экологического анализа проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации**

**Знать:** методики расчетов оценки и моделирования воздействия на окружающую среду планируемой деятельности.

**Уметь:** планировать по результатам оценки воздействия на окружающую среду мероприятия по снижению (предотвращению) негативного воздействия на окружающую среду.

**Владеть:** экологическим анализом предлагаемых мероприятий при проектировании и реконструкции производств.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Моделирование в экологии						
<p>Тема 1. Концептуальные и методологические основы построения экологических моделей на основе информационных технологий</p> <p>Предмет и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Основные понятия системной экологии. Сложность экосистемы. Этапы и элементы моделирования. Элементы теории подобия в моделировании. Экосистема как объект моделирования. Общесистемный подход к моделированию сложных систем. Структурные компоненты описания экосистем. Математические модели в экологии. Эмпирико-статистические модели. Аналитические и имитационные модели. Методологические основы моделирования. Сравнительный анализ математических методов экологии. Применение MatCad в экологическом моделировании.</p>		8	6	20	ГД	
<p>Тема 2. Базовые модели популяционной динамики</p> <p>Дискретные модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Непрерывные модели возрастной структуры. Структурные модели популяций. Модели взаимодействия двух популяций. Обобщённые модели взаимодействия двух видов. Динамические режимы в многовидовых сообществах. Динамика человеческой популяции. Ограниченный рост. Уравнение Ферхюльста. Классические модели Лотки и Вольтера. Реакция Белоусова-Жаботинского. Модели экологических сообществ. Качественные (базовые) модели. Неограниченный рост. Глобальные модели. Модели развития общества. Модель «пределы роста». Оптимистическая модель Канна и модель Геи. Модель взаимосвязей между природой, населением, производством и институальными структурами.</p>	3	8	16	20,75		О
Раздел 2. Моделирование в природно-технических системах						О

<p>Тема 3. Математические методы и компьютерные программы решения задач о переносе загрязнений в окружающей среде</p> <p>Понятия природно-технических систем как объектов для моделирования. Компоненты природно –технических систем. Расчёт теплообмена в ложе водоёма.</p> <p>Расчет теплопереноса в водотоке. Теоретические основы переноса загрязняющих веществ. Методы решения дифференциальных уравнений. Граничные и начальные условия. Метод конечных разностей. Основные уравнения переноса вещества.</p>	8	6	20	ГД	
<p>Тема 4. Модели природно-технических систем</p> <p>Балансовые модели загрязняющих веществ. Расчет нормативов допустимых воздействий, расчет диффузного управляемого и неуправляемого стока, балансовые модели поступления загрязняющих веществ. Системы поддержки принятия управленческих решений.</p>	10	6	15		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	34	75,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	68,25		75,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-2	<p>Демонстрирует знание моделирования сложных природно-технических систем при различных уровнях антропогенного воздействия.</p> <p>Реализует методики, позволяющие оценивать воздействие на окружающую среду планируемой деятельности человека.</p> <p>Проводит экологический анализ предлагаемых мероприятий при проектировании и реконструкции производств.</p>	<p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	<p>Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных закономерностей, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной</p>	<p>Правильно подобрал алгоритм решения предлагаемой задачи, провел необходимые вычисления, корректно интерпретировал результаты.</p>

	литературой.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные закономерности дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Не смог решить предложенную задачу, не может воспользоваться предложенными формулами, не в состоянии устранить помарки даже под руководством преподавателя.

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Цели, задачи и особенности моделирования в экологии.
2	Предмет и задачи теории систем. Основные понятия: система, элементы.
3	Системный анализ. Основные этапы системного анализа.
4	Общая схема математического моделирования.
5	Основные этапы моделирования, их взаимосвязь.
6	Классификация задач и методов моделирования.
7	Эмпирико – статистические модели. Сущность, определения, классификация.
8	Оптимизационные и игровые модели в экологии.
9	Физические модели. Практическое применение при моделировании русловых процессов.
10	Понятие сложности экосистемы. Структурное и морфологическое описание экосистемы.
11	Методологические основы моделирования. Сравнительный анализ математических методов в экологии.
12	Модели экосистем. Качественные модели.
13	Динамические модели. Динамика популяций. Линейная модель двух популяций.
14	Динамические модели. Динамика популяций. Нелинейная модель двух популяций.
15	Динамические модели. Модель развития эпидемии.
16	Базовые модели популяционной динамики. Динамика человеческой популяции.
17	Модели экосистем. Модели развития общества. Модель «пределы роста».
18	Стохастические модели. Методы оценки случайных популяций.
19	Методы решения задач. Аналитический, численный.
20	Количественная оценка многофакторных воздействий в экологическом моделировании.
21	Применение методов схематехнического моделирования в экологии.
22	Аналитические и имитационные модели в экологии. Особенности.
23	Конечно-разностные схемы решения дифференциальных уравнений. Расчет колебательных процессов.
24	Конечно-разностные схемы решения дифференциальных уравнений. Расчет переноса тепла в ложе водоема.
25	Современное программное обеспечение при экологическом моделировании.
26	Моделирование переноса загрязняющих веществ в подземных водах.
27	Конечно-разностные схемы решения дифференциальных уравнений. Перенос загрязняющих веществ в водных объектах.
28	Разработка геоинформационных систем для моделирования природно-технических систем.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Вывести линейную модель развития двух популяций.
2. Вывести модель развития эпидемии в замкнутой системе.

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На подготовку дается не более 45 минут.

Преподаватель, для уточнения глубины овладения материалом, вправе задать дополнительный вопрос по пройденному за семестр курсу.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Губарь, Ю. В.	Введение в математическое моделирование	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2021	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/101993.html">https://www.iprbooks.hop.ru/101993.html</a>
Черникова, О. С., Карманов, В. С.	Компьютерное моделирование	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2021	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/126562.html">https://www.iprbooks.hop.ru/126562.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Богомолов, В. Ю., Козачек, А. В., Хорохорина, И. В., Суворова, Ю. А., Копылова, Е. Ю., Козачека, А. В.	Информационные технологии в сфере экологической безопасности	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2019	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/99809.html">http://www.iprbooks.hop.ru/99809.html</a>
А.И. Шишкин [и др.]	Оценка техногенного воздействия на водные объекты с применением геоинформационных систем [Текст]: учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2010	<a href="http://nizrp.narod.ru/otvnvospgs.htm">http://nizrp.narod.ru/otvnvospgs.htm</a>
Савичев, О. Г., Попов, В. К., Кузеванов, К. И.	Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений природообустройства и водопользования	Томск: Томский политехнический университет	2014	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/34737.html">http://www.iprbooks.hop.ru/34737.html</a>
Бескид, П. П., Куракина, Н. И., Орлова, Н. В.	Геоинформационные системы и технологии	Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет	2010	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/17902.html">http://www.iprbooks.hop.ru/17902.html</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>  
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.6](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6)

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска