



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Информационных систем и технологий

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2029 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методы математического моделирования экологических задач

направление подготовки/специальность 01.03.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Прикладная математика и информатика

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023__

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются:

- обеспечение приобретения знаний и умений в данной области математики в соответствии с современными образовательными стандартами;
- содействие фундаментализации образования и системного мышления;
- формирование у обучающихся углубленных профессиональных знаний в области методов моделирования применительно к экологическим и строительным задачам.

Задачами освоения дисциплины являются:

- сформировать у обучающихся представление о методологии моделирования как инструмента познания;
- ознакомить обучающихся с основными подходами к математическому моделированию строительных и экологических задач;
- сформировать у обучающихся твердые знания по разделам физики атмосферы, связанным с описанием процессов переноса, перемешивания и трансформации атмосферных примесей, а также по разделам математики, связанных с численным решением соответствующих уравнений и разработкой детерминированных и стохастических моделей для оценки и прогноза загрязнения воздуха;
- ознакомить обучающихся с методологией разработки и численной реализации моделей расчета загрязнения воздуха применительно к строительным и экологическим задачам;
- ознакомить обучающихся с введенными в действие в 2018 г. законодательными, нормативными и нормативно-методическими документами по вопросам охраны воздушного бассейна в строительстве, промышленности и в других областях деятельности;
- дать обучающимся навыки работы со специализированными пакетами компьютерных программ, применяемыми при решении практических строительных задач на стадиях выбора площадки, проектирования объекта, оценки его воздействия на окружающую среду, установления размеров санитарно-защитных зон и нормативов выбросов загрязняющих веществ.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
--------------------------------	--	--

<p>ПК-4 Способен осуществлять проектную деятельность, связанную с применением и разработкой математических моделей, алгоритмов, методов, программного обеспечения, в соответствии поставленной задачей</p>	<p>ПК-4.1 Предлагает вариант математической модели для описания поставленной задачи</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы и основные методы разработки строительных и экологических математических моделей, а также принципы их компьютерной реализации; – основные физические механизмы, ответственные за тепло- и массоперенос различных веществ в атмосфере и в других средах, а также способы физико-математического описания соответствующих процессов; – основные задачи инструментального и расчетного мониторинга атмосферы, включая моделирование, оценку и прогноз загрязнения воздуха. <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать информационные технологии для изучения современных теоретических и экспериментальных работ в области моделирования экологических процессов. <p>владеет навыками</p> <ul style="list-style-type: none"> – применения математических моделей для решения экологических задач.
<p>ПК-4 Способен осуществлять проектную деятельность, связанную с применением и разработкой математических моделей, алгоритмов, методов, программного обеспечения, в соответствии поставленной задачей</p>	<p>ПК-4.4 Демонстрирует результаты математического моделирования исследуемого объекта</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> – методологию сопоставления результатов расчетов с данными измерений; – применение математических моделей в строительной практике на стадиях выбора площадки, проектирования объекта, оценки его воздействия на окружающую среду, установления размеров санитарно-защитных зон и нормативов выбросов загрязняющих веществ. <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать возможности современных компьютеров применительно к задачам разработки и принятия решений в области охраны от загрязнения воздушного бассейна и управления качеством атмосферного воздуха в строительстве и других видах деятельности. <p>владеет навыками</p> <ul style="list-style-type: none"> – проведения расчетов загрязнения воздуха и анализа полученных результатов применительно к решению строительных и экологических задач.

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.08 основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Численные методы	ОПК-2.1, ОПК-2.2
2	Уравнения математической физики	ОПК-3.1, ОПК-1.1
3	Дифференциальные уравнения	ОПК-2.1
4	Физика	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
5	Программирование на языке Python	ПК-1.3, ПК-1.4
6	Программирование в математических пакетах	ПК-1.4
7	Численные методы	ОПК-2.1, ОПК-2.2
8	Уравнения математической физики	ОПК-3.1, ОПК-1.1
9	Дифференциальные уравнения	ОПК-2.1
10	Физика	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
11	Программирование на языке Python	ПК-1.3, ПК-1.4
12	Программирование в математических пакетах	ПК-1.4

Численные методы

Уравнения математической физики

Дифференциальные уравнения

Физика

Программирование на языке Python

Программирование в математических пакетах

знать:

- особенности современных математических пакетов,
- иметь представление о современных средствах вычислительной техники,
- знать фундаментальные основы высшей математики и математического анализа и курса физики

уметь:

- работать на персональном компьютере,
- пользоваться методами высшей математики для решения поставленных задач,
- использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения
- искать необходимую информацию в сети «Интернет»

владеть:

- навыками и методами решения задач высшей математики,
- навыками работы с учебной литературой,
- приёмами работы в специализированных математических пакетах.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-------	------------------------	--

1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-5.6, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-9.4, УК-9.5, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК- 2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК- 3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК- 4.3, ПК-4.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5
2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-5.6, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-9.4, УК-9.5, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК- 2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК- 3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК- 4.3, ПК-4.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			7
Контактная работа	32		32
Практические занятия (Пр)	32	0	32
Иная контактная работа, в том числе:	1,05		1,05
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,4		0,4

контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	8,75		8,75
Самостоятельная работа (СР)	66,2		66,2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	108		108
зачетные единицы:	3		3

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Методы математического моделирования экологических задач										
1.1.	Введение. Моделирование как инструмент познания. Методы построения математических моделей.	7			2			6	8	ПК-4.1, ПК-4.4	
1.2.	Естественная и загрязненная атмосфера. Уравнение атмосферной диффузии (УАД).	7			6			6	12	ПК-4.1, ПК-4.4	
1.3.	Описание в УАД физических механизмов, определяющих распространение атмосферных примесей. Метеорологические условия распространения примесей.	7			6			10	16	ПК-4.1, ПК-4.4	
1.4.	Аналитические решения УАД.	7			6			10	16	ПК-4.1, ПК-4.4	
1.5.	Атмосфероохранная политика и инструменты ее реализации. Расчет загрязнения воздуха при решении строительных и прочих прикладных задач.	7			6			7,2	13,2	ПК-4.1, ПК-4.4	

1.6.	Методология вывода основных формул общегосударственного нормативного документа по расчету загрязнения воздуха. Действующий нормативный документ МРР-2017.	7			2				10	12	ПК-4.1, ПК-4.4
1.7.	Учет физико-химической трансформации в задачах регионального и глобального переноса примесей. Лагранжев и эйлеров подходы к описанию атмосферного переноса.	7			2				9	11	ПК-4.1, ПК-4.4
1.8.	Моделирование климатических последствий загрязнения атмосферного воздуха.	7			2				8	10	ПК-4.1, ПК-4.4
2.	2 раздел. Иная контактная работа										
2.1.	Иная контактная работа	7								0,8	ПК-4.1, ПК-4.4
3.	3 раздел. Контроль										
3.1.	Зачет с оценкой	7								9	ПК-4.1, ПК-4.4

5.1. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Введение. Моделирование как инструмент познания. Методы построения математических моделей.	Введение. Моделирование как инструмент познания. Методы построения математических моделей. Введение. Моделирование как инструмент познания. Основные виды математических и прочих моделей. Математический аппарат, используемый при построении моделей, которые предназначены для решения строительных и экологических задач. Роль численных методов. Методы построения математических моделей на примере моделей биоты (модель популяционной динамики Мальтуса, модель «хищник- жертва» Лоттки-Вольтерры) и модели загрязнения водоемов.
2	Естественная и загрязненная атмосфера. Уравнение атмосферной диффузии (УАД).	Естественная и загрязненная атмосфера. Уравнение атмосферной диффузии (УАД). Естественная и загрязненная атмосфера: газовый состав нижней тропосферы, естественные и антропогенные источники атмосферных примесей, характеристики загрязнения атмосферного воздуха и нагрузки на окружающую среду, последствия загрязнения воздуха, гигиенические и экологические критерии. Уравнение атмосферной диффузии (УАД): интуитивный вывод из балансовых соображений и формулы корреляционной теории.
2	Естественная и загрязненная атмосфера. Уравнение атмосферной диффузии (УАД).	Уравнение атмосферной диффузии (УАД). Исходные уравнения, граничные условия, время установления процесса диффузии. Соотношения между решениями для точечного и линейного источников.
3	Описание в УАД	Описание в УАД физических механизмов, определяющих

	физических механизмов, определяющих распространение атмосферных примесей. Метеорологические условия распространения примесей.	распространение атмосферных примесей. Метеорологические условия распространения примесей Описание в УАД физических механизмов, определяющих распространение атмосферных примесей: адвективный перенос, турбулентная диффузия, гравитационное и сухое осаждение, вымывание осадками, эффекты нестационарности и пространственной неоднородности. Метеорологические условия распространения примесей, теория подобия Монина-Обухова для приземного слоя, строение пограничного слоя атмосферы, нормальные и аномальные метеоусловия.
3	Описание в УАД физических механизмов, определяющих распространение атмосферных примесей. Метеорологические условия распространения примесей.	Строение пограничного слоя атмосферы. Коэффициенты уравнения атмосферной диффузии.
4	Аналитические решения УАД.	Аналитические решения УАД. Аналитические решения УАД и их практическое применение. Численные методы решения УАД.
4	Аналитические решения УАД.	Численные методы решения УАД. Численное решение уравнения диффузии методом конечных разностей с использованием явной, неявной схем, схемы Кранка-Николсона.
5	Атмосфероохранная политика и инструменты ее реализации. Расчет загрязнения воздуха при решении строительных и прочих прикладных задач.	Атмосфероохранная политика и инструменты ее реализации. Расчет загрязнения воздуха при решении строительных и прочих прикладных задач Атмосфероохранная политика и инструменты ее реализации: законодательные основы, контролирующие и надзорные органы, системы мониторинга Расчет загрязнения воздуха при решении строительных и прочих прикладных задач: система нормативных документов.
5	Атмосфероохранная политика и инструменты ее реализации. Расчет загрязнения воздуха при решении строительных и прочих прикладных задач.	Расчет загрязнения воздуха при решении строительных и прочих прикладных задач. Расчет полей концентрации загрязняющих веществ с использованием пакета программ «Эколог», интерпретация результатов компьютерных расчетов загрязнения атмосферного воздуха.
6	Методология вывода основных формул общегосударственного нормативного документа по расчету загрязнения воздуха. Действующий нормативный	Методология вывода основных формул общегосударственного нормативного документа по расчету загрязнения воздуха. Действующий нормативный документ МРР-2017. Методология вывода основных формул общегосударственного нормативного документа по расчету загрязнения воздуха (расчет максимальных разовых и среднегодовых концентраций). Действовавший до 31.12.2017 нормативный документ ОНД-86 и введенные в действие с 1.01.2018 «Методы расчётов рассеивания

	документ МРР-2017.	выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе».
7	Учет физико-химической трансформации в задачах регионального и глобального переноса примесей. Лагранжев и эйлеров подходы к описанию атмосферного переноса.	Учет физико-химической трансформации в задачах регионального и глобального переноса примесей. Лагранжев и эйлеров подходы к описанию атмосферного переноса, численные методы для программной реализации химических транспортных моделей (ХТМ). Примеры расчетов.
8	Моделирование климатических последствий загрязнения атмосферного воздуха.	Моделирование климатических последствий загрязнения атмосферного воздуха. Тенденция глобального загрязнения атмосферы и влияние его на климат. Моделирование климатических последствий загрязнения атмосферного воздуха (одномерная модель климата системы Земля – атмосфера, роль парниковых газов в изменении климата, фреоны и "озоновая дыра").

5.2. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Введение. Моделирование как инструмент познания. Методы построения математических моделей.	Моделирование как инструмент познания. Методы построения математических моделей. Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию.
2	Естественная и загрязненная атмосфера. Уравнение атмосферной диффузии (УАД).	Уравнение атмосферной диффузии (УАД). Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию.
3	Описание в УАД физических механизмов, определяющих распространение атмосферных примесей. Метеорологические условия распространения примесей.	Описание в УАД физических механизмов, определяющих распространение атмосферных примесей. Метеорологические условия распространения примесей. Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию.
4	Аналитические решения УАД.	Аналитические и численные решения УАД. Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию.
5	Атмосфероохранная политика и инструменты ее реализации. Расчет загрязнения воздуха при решении строительных и	Атмосфероохранная политика и инструменты ее реализации. Расчет загрязнения воздуха при решении строительных и прочих прикладных задач. Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию.

	прочих прикладных задач.	
6	Методология вывода основных формул общегосударственного нормативного документа по расчету загрязнения воздуха. Действующий нормативный документ МРР-2017.	Методология вывода основных формул общегосударственного нормативного документа по расчету загрязнения воздуха. Действующий нормативный документ МРР-2017. Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию.
7	Учет физико-химической трансформации в задачах регионального и глобального переноса примесей. Лагранжев и эйлеров подходы к описанию атмосферного переноса.	Учет физико-химической трансформации в задачах регионального и глобального переноса примесей. Лагранжев и эйлеров подходы к описанию атмосферного переноса. Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию.
8	Моделирование климатических последствий загрязнения атмосферного воздуха.	Моделирование климатических последствий загрязнения атмосферного воздуха. Изучение материала; подготовка к лабораторным работам и тестированию.

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение практических занятий, на которых дается основной систематизированный материал и указания по выполнению практических работ, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету с оценкой.

Залогом успешного освоения дисциплины является обязательное посещение практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На занятиях теоретический материал закрепляется при выполнении практических заданий.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины студенту необходимо:

- ознакомиться с соответствующей темой занятия;
- осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- изучить рекомендуемую рабочей программой литературу по данной теме;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Работы, выполняемые на практических занятиях, сдаются только лично на занятиях преподавателю, который ведет группу. При необходимости, при преподавателе доделывают или исправляют ошибки. Если требуется распечатать выполненные работы и сдать их в бумажном виде, преподаватель говорит об этом на занятиях.

Итогом изучения дисциплины является зачет с оценкой. Зачет проводится по расписанию. Форма проведения занятия может быть устная, письменная и в электронном виде. Студенты, не прошедшие аттестацию, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Введение. Моделирование как инструмент познания. Методы построения математических моделей.	ПК-4.1, ПК-4.4	лабораторные работы; тесты
2	Естественная и загрязненная атмосфера. Уравнение атмосферной диффузии (УАД).	ПК-4.1, ПК-4.4	лабораторные работы; тесты
3	Описание в УАД физических механизмов, определяющих распространение атмосферных примесей. Метеорологические условия	ПК-4.1, ПК-4.4	лабораторные работы; тесты

	распространения примесей.		
4	Аналитические решения УАД.	ПК-4.1, ПК-4.4	лабораторные работы; тесты
5	Атмосфероохранная политика и инструменты ее реализации. Расчет загрязнения воздуха при решении строительных и прочих прикладных задач.	ПК-4.1, ПК-4.4	лабораторные работы; тесты
6	Методология вывода основных формул общегосударственного нормативного документа по расчету загрязнения воздуха. Действующий нормативный документ МРР-2017.	ПК-4.1, ПК-4.4	лабораторные работы; тесты
7	Учет физико-химической трансформации в задачах регионального и глобального переноса примесей. Лагранжев и эйлеров подходы к описанию атмосферного переноса.	ПК-4.1, ПК-4.4	лабораторные работы; тесты
8	Моделирование климатических последствий загрязнения атмосферного воздуха.	ПК-4.1, ПК-4.4	лабораторные работы; тесты
9	Иная контактная работа	ПК-4.1, ПК-4.4	
10	Зачет с оценкой	ПК-4.1, ПК-4.4	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Комплект заданий для проверки сформированности индикаторов достижений компетенций ПК-4.1, ПК-4.4

Тестовые задания размещены в ЭИОС Moodle по адресу <https://moodle.spbgasu.ru/mod/page/view.php?id=104162>

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки: - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Моделирование как инструмент познания. Основные виды математических и прочих моделей. Математический аппарат, используемый при построении моделей, которые предназначены для решения строительных и экологических задач. Роль численных методов.

2. Методы построения математических моделей на примере моделей биоты (модель популяционной динамики Мальтуса, модель «хищник-жертва» Лоттки-Вольтерры) и модели загрязнения водоемов.

3. Естественная и загрязненная атмосфера: газовый состав нижней тропосферы, естественные и антропогенные источники атмосферных примесей, характеристики загрязнения атмосферного воздуха и нагрузки на окружающую среду, последствия загрязнения воздуха, гигиенические и экологические критерии.

4. Уравнение атмосферной диффузии (УАД): интуитивный вывод из балансовых соображений и формулы корреляционной теории.

5. Описание в УАД физических механизмов, определяющих распространение атмосферных примесей: адвективный перенос, турбулентная диффузия, гравитационное и сухое осаждение, вымывание осадками, эффекты нестационарности и пространственной неоднородности.

6. Метеорологические условия распространения примесей, теория подобия Монино-Обухова для приземного слоя, строение пограничного слоя атмосферы, нормальные и аномальные

метеоусловия.

7. Аналитические решения УАД и их практическое применение. Численные методы решения УАД.

8. Атмосфероохранная политика и инструменты ее реализации: законодательные основы, контролируемые и надзорные органы, системы мониторинга

9. Расчет загрязнения воздуха при решении строительных и прочих прикладных задач: система нормативных документов.

10. Методология вывода основных формул общегосударственного нормативного документа по расчету загрязнения воздуха (расчет максимальных разовых и среднегодовых концентраций).

11. Действующий до 31.12.2017 нормативный документ ОНД-86 и введенные в действие с 1.01.2018 «Методы расчета...»

12. Компьютерная программа, реализующая общегосударственный нормативный документ по расчету загрязнения воздуха: структура, входная и выходная информация. Практическая работа студентов на компьютере с этой программой.

13. Практические применения расчетов по компьютерной программе расчета загрязнения атмосферы в строительной практике при разработке и реализации атмосфероохранных решений.

14. Учет физико-химической трансформации в задачах регионального и глобального переноса примесей. Специфика численного решения уравнений атмосферной фотохимии.

15. Лагранжев и эйлеров подходы к описанию атмосферного переноса, численные методы для программной реализации химических транспортных моделей (ХТМ). Примеры расчетов.

16. Международные обязательства России в рамках ограничения трансграничного переноса загрязняющих веществ на большие расстояния.

17. Моделирование климатических последствий загрязнения атмосферного воздуха (одномерная модель климата системы Земля – атмосфера, роль парниковых газов в изменении климата, фреоны и "озоновая дыра").

18. Международные обязательства России в рамках Киотского и Парижского протоколов; практические последствия для строительства, промышленности и транспорта.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации размещены в ЭИОС Moodle по адресу <https://moodle.spbgasu.ru/mod/page/view.php?id=104162>

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим

порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой проводится в форме письменного контрольного задания и собеседования.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»

	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
знания	Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.	Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.	Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.	Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Ашихмин В. Н., Гитман М. Б., Келлер И. Э., Наймарк О. Б., Столбов В. Ю., Трусов П. В., Фрик П. Г., Введение в математическое моделирование, Москва: Логос, 2016	http://www.iprbookshop.ru/66414.html
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Губарь Ю. В., Введение в математическое моделирование, Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016	http://www.iprbookshop.ru/73662.html
2	Наац В. И., Наац И. Э., Рыскаленко Р. А., Ярцева Е. П., Математические модели и вычислительный эксперимент в проблеме контроля и прогноза экологического состояния атмосферы, Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016	http://www.iprbookshop.ru/69398.html
3	Ризниченко Г. Ю., Математические модели в биофизике и экологии, Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013	http://www.iprbookshop.ru/16565.html
4	Семенов М. Е., Некрасова Н. Н., Канищева О. И., Барсуков А. И., Попов М. А., Математическое моделирование и дифференциальные уравнения, Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017	http://www.iprbookshop.ru/72918.html
5	Вагер Б. Г., Численные методы решения дифференциальных уравнений, СПб.: С.-Петербур. гос. архитектур.-строит. ун-т, 2003	174
1	Севостьянов А. В., Использование конечно-разностных методов при решении задач теплопроводности, Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015	http://www.iprbookshop.ru/57596.html

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства «Лань», договор № 10-Э от 06.12.2018	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ», договор № 19 от 18.10.2019	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks», договор № 4654/18 от 24.12.2018	http://www.iprbookshop.ru/

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	www.ras.ru
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г
Эколог	Договор № Ф-31/2020 от 17.03.2020 г. ООО "Фирма Интеграл". Лицензия бессрочная
Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная
Matlab версия R2019a	Договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты". Лицензия до 31.12.2025
Maple версия 2017	Договор №б/н от 21.06.2017 с АО "СофтЛайн Трейд". Лицензия бессрочная
Python версия 3.7.6386.10	Свободно распространяемое
PyCharm Community	Свободно распространяемое
OpenFoam	Свободно распространяемое

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
47. Компьютерный класс	Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.

47. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная аудитория для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска маркерная белая эмалевая, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
47. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска маркерная белая эмалевая, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
47. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.