



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Моделирование экологических процессов

направление подготовки/специальность 01.04.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Информационные технологии и математическое моделирование в строительстве

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование умения и навыков использования в практической деятельности математических методов моделирования экологических процессов и современных информационных технологий;
- обеспечение приобретения знаний и умений в данной области математики в соответствии с современными образовательными стандартами;
- содействие фундаментализации образования и системного мышления.

Задачами освоения дисциплины являются:

- сформировать у обучающихся представление о методологии моделирования как инструмента познания;
- ознакомить обучающихся с основными подходами к математическому моделированию экологических задач;
- ознакомить обучающихся с методологией разработки и численной реализации моделей расчета структуры пограничного слоя атмосферы применительно к строительным и экологическим задачам.

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
ПК-3 Способен проводить разработку и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в различных областях и сферах цифровой экономики	ПК-3.1 Осуществляет выбор методики для разработки модели объекта профессиональной деятельности	знает современные методы моделирования экологических процессов, в том числе моделирования пограничного слоя атмосферы. умеет использовать информационные технологии для изучения современных теоретических и экспериментальных работ в области моделирования экологических процессов. владеет навыками применения математических моделей для решения экологических задач.
ПК-3 Способен проводить разработку и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в различных областях и сферах цифровой экономики	ПК-3.2 Проводит исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности	знает теоретические основы и основные методы разработки экологических математических моделей, а также принципы их компьютерной реализации. умеет использовать возможности современных компьютеров применительно к экологическим задачам, в том числе задаче моделирования структуры пограничного слоя атмосферы. владеет навыками проведения расчетов вертикальной структуры пограничного слоя атмосферы и анализа полученных результатов применительно к решению строительных и экологических задач.

ПК-3 Способен проводить разработку и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в различных областях и сферах цифровой экономики	ПК-3.3 Представляет результат теоретического исследования и выбранной модели	знает методологию сопоставления результатов расчетов с данными измерений. умеет использовать информационные технологии для представления результатов исследования экологических моделей. владеет навыками анализа экспериментальных и модельных результатов применительно к решению экологических задач.
---	--	--

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.06 основной профессиональной образовательной программы 01.04.02 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	Научно-исследовательская деятельность в программных комплексах на основе МКЭ	ПК-2.1, ПК-2.3

Научно-исследовательская деятельность в программных комплексах на основе МКЭ

уметь:

– использовать современные расчетные комплексы для решения прикладных задач;

владеть:

– навыками работы в специализированных расчетных пакетах.

А также

знать:

– использовать язык программирования Python для решения прикладных задач;

– 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:

– средствами, предоставляемыми библиотеками Python для решения математических и

прикладных задач,

– 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.	1 раздел. Математическое моделирование экологических процессов										
1.1.	Введение. Методы математического моделирования пограничного слоя атмосферы	3			1				9	10	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.2.	Моделирование стационарного горизонтально-однородного атмосферного пограничного слоя (АПС)	3			5				10	15	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.3.	Модель стационарного АПС над горизонтально-неоднородной поверхностью	3			4				10	14	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.4.	Конечно-разностный метод решения системы уравнений пограничного слоя атмосферы	3			4				9	13	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.5.	Моделирование процесса распространения примеси. Уравнение атмосферной диффузии	3			6				9	15	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.6.	Нестационарная модель расчета тепловых пятен	3			6				10	16	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
1.7.	Модель нестационарного горизонтально-однородного АПС	3			6				10	16	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.	2 раздел. Контроль										
2.1.	Зачет	3								9	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

5.1. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Введение. Методы математического моделирования пограничного слоя атмосферы	Введение. Методы математического моделирования пограничного слоя атмосферы Моделирование как инструмент познания. Методы математического моделирования пограничного слоя атмосферы. Интегральные методы, моделирование осредненных полей, моделирование крупных вихрей. Область применения, преимущества и недостатки.
2	Моделирование стационарного горизонтально-однородного атмосферного пограничного слоя (АПС)	Моделирование стационарного горизонтально-однородного АПС Расчет структуры АПС в вычислительном пакете ANSYS Fluent. Скорость ветра, энергия турбулентности. Температура.
3	Модель стационарного АПС над горизонтально-	Моделирование стационарного горизонтально-неоднородного пограничного слоя атмосферы

	неоднородной поверхностью	Постановка задачи. Предположения, при которых записывается модель, система уравнений модели, схема замыкания, граничные условия. Сравнение модели с экспериментальными данными и расчетами по другим моделям.
4	Конечно-разностный метод решения системы уравнений пограничного слоя атмосферы	Конечно-разностный метод решения системы уравнений пограничного слоя атмосферы Общий подход к решению задачи. Разностная сетка. Аппроксимация уравнений движения. Аппроксимация уравнений тепло- и влагопереноса. Аппроксимация и итерационная схема решения уравнения для кинетической энергии турбулентности. Применение метода прогонки для решения разностных уравнений. Сравнение численного решения с известными аналитическими решениями.
5	Моделирование процесса распространения примеси. Уравнение атмосферной диффузии	Моделирование процесса распространения примеси Уравнение атмосферной диффузии. Численное решение методом конечных разностей. Уравнение переноса примеси в ANSYS Fluent
6	Нестационарная модель расчета тепловых пятен	Нестационарная модель расчета тепловых пятен Влияние тепловых пятен на структуру поля температуры в пограничном слое атмосферы. Аппроксимация уравнения переноса тепла с учетом горизонтальной продольной диффузии.
7	Модель нестационарного горизонтально-однородного АПС	Модель нестационарного горизонтально-однородного АПС Постановка задачи. Предположения, при которых записывается модель, система уравнений модели, схема замыкания, граничные условия. Сравнение результатов моделирования с данными натурных экспериментов. Анализ чувствительности решения к значениям параметров и констант.

5.2. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Введение. Методы математического моделирования пограничного слоя атмосферы	Введение. Методы математического моделирования пограничного слоя атмосферы Изучение материала. Выполнение расчетов.
2	Моделирование стационарного горизонтально-однородного атмосферного пограничного слоя (АПС)	Моделирование стационарного горизонтально-однородного АПС Изучение материала. Выполнение расчетов.
3	Модель стационарного АПС над горизонтально-неоднородной поверхностью	Моделирование стационарного горизонтально-неоднородного пограничного слоя атмосферы Изучение материала. Составление программы расчета структуры АПС.
4	Конечно-разностный метод решения системы уравнений пограничного слоя атмосферы	Конечно-разностный метод решения системы уравнений пограничного слоя атмосферы Изучение материала. Выполнение расчетов по модели.

5	<p>Моделирование процесса распространения примеси. Уравнение атмосферной диффузии</p>	<p>Моделирование процесса распространения примеси Изучение материала. Составление программы, основанной на методе конечных разностей, с использованием явной, неявной схем и схемы Кранка-Николсона. Выполнение расчетов.</p>
6	<p>Нестационарная модель расчета тепловых пятен</p>	<p>Нестационарная модель расчета тепловых пятен Изучение материала. Составление программы. Выполнение расчетов.</p>
7	<p>Модель нестационарного горизонтально-однородного АПС</p>	<p>Модель нестационарного горизонтально-однородного АПС Изучение материала. Составление программы. Выполнение расчетов.</p>

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 практическим 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. 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. Методы математического моделирования пограничного слоя атмосферы	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Практическая работа №1. Моделирование стационарного горизонтально-однородного АПС. Расчет структуры АПС в вычислительном пакете ANSYS Fluent Часть 1. Скорость ветра, энергия турбулентности

2	Моделирование стационарного горизонтально-однородного атмосферного пограничного слоя (АПС)	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Практическая работа №1. Моделирование стационарного горизонтально-однородного АПС. Расчет структуры АПС в вычислительном пакете ANSYS Fluent Часть 2. Температура
3	Модель стационарного АПС над горизонтально-неоднородной поверхностью	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Практическая работа №2. Моделирование стационарного горизонтально-неоднородного пограничного слоя атмосферы. Часть 1. Программа расчета структуры АПС
4	Конечно-разностный метод решения системы уравнений пограничного слоя атмосферы	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Практическая работа №2. Моделирование стационарного горизонтально-неоднородного пограничного слоя атмосферы. Часть 2. Проведение численных экспериментов; сравнение с результатами расчетов в пакете ANSYS Fluent
5	Моделирование процесса распространения примеси. Уравнение атмосферной диффузии	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Практическая работа №3. Численное решение уравнения атмосферной диффузии методом конечных разностей. Уравнение переноса примеси в ANSYS Fluent
6	Нестационарная модель расчета тепловых пятен	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Практическая работа №4. Нестационарная модель расчета тепловых пятен
7	Модель нестационарного горизонтально-однородного АПС	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Практическая работа №5. Расчет структуры нестационарного АПС
8	Зачет	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	

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 индикатора достижения компетенций ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

Тестовые задания размещены в ЭИОС Moodle по адресу <https://moodle.spbgasu.ru/mod/page/view.php?id=103402>

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

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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>умения:</p> <ul style="list-style-type: none">- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none">- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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>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. Методы построения математических моделей. Основные виды математических моделей. Математический аппарат, используемый при построении моделей, которые предназначены для решения экологических задач. Роль численных методов.

2. Методы математического моделирования пограничного слоя атмосферы. Интегральные методы, моделирование осредненных полей, моделирование крупных вихрей. Область применения, преимущества и недостатки.

3. Численное моделирование горизонтально-неоднородного пограничного слоя атмосферы. Постановка задачи. Предположения, при которых записывается модель, система уравнений модели, схема замыкания, граничные условия. Сравнение модели с экспериментальными данными и расчетами по другим моделям.

4. Конечно-разностный метод решения системы уравнений пограничного слоя атмосферы. Общий подход к решению задачи. Разностная сетка. Аппроксимация уравнений движения. Аппроксимация уравнений тепло- и влагопереноса. Аппроксимация и итерационная схема решения уравнения для кинетической энергии турбулентности. Применение метода прогонки для решения разностных уравнений. Сравнение численного решения с известными аналитическими решениями.

5. Нестационарная модель расчета тепловых пятен. Влияние тепловых пятен на структуру поля температуры в пограничном слое атмосферы. Аппроксимация уравнения переноса тепла с учетом горизонтальной продольной диффузии.

6. Модель нестационарного горизонтально-однородного ПСА. Постановка задачи. Предположения, при которых записывается модель, система уравнений модели, схема замыкания, граничные условия. Сравнение результатов моделирования с данными натуральных экспериментов. Анализ чувствительности решения к значениям параметров и констант.

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=103402>

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»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>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</p>
знания	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>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>

<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 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
Основная литература		
1	Ашихмин В. Н., Гитман М. Б., Келлер И. Э., Наймарк О. Б., Столбов В. Ю., Трусков П. В., Фрик П. Г., Введение в математическое моделирование, Москва: Логос, 2016	http://www.iprbookshop.ru/66414.html
Дополнительная литература		
1	Вагер Б. Г., Слайны и метод конечных разностей при решении прикладных задач, Л., 1990	ЭБС
2	Вагер Б. Г., Численные методы решения дифференциальных уравнений, СПб.: С.-Петербург. гос. архитектур.-строит. ун-т, 2003	ЭБС
3	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
4	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
5	Губарь Ю. В., Введение в математическое моделирование, Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016	ЭБС
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 "IPRbooks"	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)
Ansys	Ansys сублицензионный договор №1976-ПО/2017-СЗФО от 16.10.2017 с ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс" бессрочный
Matlab версия R2019a	MATLAB договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"

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. 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, Microsoft Office 2016
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, аудио-система), доска маркерная белая эмалевая, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

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