



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Математики

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Численные методы

направление подготовки/специальность 01.03.02 Прикладная математика и информатика

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

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются :

приобретение студентами теоретических знаний по численным методам решения задач алгебры, анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений;  
приобретение студентами практических навыков работы с современными многофункциональными системами инженерных и научных расчетов Matlab и Mathcad.

Задачами освоения дисциплины являются

изучение основных численных методов решения инженерных задач (решение уравнений и систем, аппроксимация функций, восстановление зависимостей, методы решения дифференциальных уравнений и систем);

усвоение и закрепление основных алгоритмов, понятий и определений вычислительной математики;

практическое решение типичных модельных и прикладных задач вычислительной математики на базе MatLab и Mathcad;

## 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
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.1 Осуществляет выбор математического метода для решения сформулированной задачи профессиональной деятельности	<b>знает</b> классические методы вычислительной математики: методы решения систем линейных и нелинейных уравнений, приближения функций, дифференциального и интегрального исчисления <b>умеет</b> выбирать подходящий численный метод для решения поставленной задачи; составлять алгоритм решения задачи в виде последовательности логических и арифметических операций, приводящих к конечному результату. <b>владеет навыками</b> навыками программирования для реализации алгоритмов решения задач на языке понятном вычислительному устройству

ОПК-2 использовать адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Способен и	ОПК-2.2 математический метод для разработки алгоритма решения прикладной задачи	Адаптирует	<b>знает</b> основные понятия и идеи численного анализа, его особенности и область применения. <b>умеет</b> применять численные методы для решения практических задач своей предметной области. <b>владеет навыками</b> аппаратом и методами математического, имитационного моделирования для решения практических задач; навыками работы с современными программными средствами для решения инженерных задач
--	---------------	--	------------	--

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.30 основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Дифференциальные уравнения	ОПК-2.1
2	Компьютерное моделирование в среде MatLab	ОПК-2.3, ОПК-1.2
3	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	ОПК-1.3
4	Практикум по программированию	ОПК-5.1, ОПК-5.2

Дифференциальные уравнения

Знать основные типы дифференциальных уравнений и методы их решения

Уметь решать дифференциальные уравнения 1-го и 2-го порядка

Математический анализ

Знать дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной

Компьютерное моделирование в среде MatLab

Владеть навыками работы в программе Matlab

Линейная алгебра и аналитическая геометрия

Знать алгебру векторов и матриц; методы решения систем линейных уравнений

Уметь решать системы линейных алгебраических уравнений

Практикум по программированию

Владеть основами программирования в excel

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Методы математического моделирования экологических задач	ПК-4.1, ПК-4.4
2	Компьютерное и математическое моделирование	ОПК-3.1, ОПК-2.2, ОПК-4.2

### 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
			5

<b>Контактная работа</b>	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	32	0	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>			
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)			
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))			
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача			
<b>Часы на контроль</b>	4		4
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	56		56
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>			
<b>часы:</b>	108		108
<b>зачетные единицы:</b>	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. Точность вычислительного эксперимента										
1.1.	Точность вычислительного эксперимента	5	2		4				6	12	ОПК-2.1
2.	2 раздел. Численные методы алгебры										
2.1.	Системы линейных алгебраических уравнений	5	2		4				6	12	ОПК-2.1
2.2.	Нелинейные уравнения и системы	5	2		4				4	10	ОПК-2.1
3.	3 раздел. Теория приближений										
3.1.	Задача приближения функции многочленом	5	4		8				12	24	ОПК-2.1
3.2.	Численное дифференцирование и интегрирование	5	2		4				10	16	ОПК-2.1
4.	4 раздел. Методы решения дифференциальных уравнений обыкновенных и с частными производными										
4.1.	Численные методы решение начальных и краевых задач для ОДУ	5	4		8				18	30	ОПК-2.2, ОПК-2.1

5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Зачет	5							4	ОПК-2.1, ОПК-2.2	

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Точность вычислительного эксперимента	Погрешности вычислений Приближенные числа. Источники погрешностей. Машинные числа. Понятия устойчивости, сходимости и корректности в вычислительной математике
2	Системы линейных алгебраических уравнений	Прямые и итерационные методы решения СЛАУ Метод Гаусса. Метод прогонки. Метод простой итерации. Достаточные условия устойчивости и корректности алгоритмов. Метод Зейделя. Достаточные условия сходимости
3	Нелинейные уравнения и системы	Методы решения нелинейных и трансцендентных уравнений Способы отделения корней. Метод половинного деления. Метод простых итераций. Метод Ньютона. Вопросы сходимости и устойчивости алгоритмов. Метод Ньютона для систем нелинейных уравнений
4	Задача приближения функции многочленом	Задача интерполяции Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Погрешность многочленной интерполяции. Кусочно-многочленная интерполяция
4	Задача приближения функции многочленом	Методы обработки экспериментальных данных Экспериментальные данные. Минимизация отклонения сглаживающей функции от заданных точек в среднеквадратичном смысле. Система метода наименьших квадратов. Метод выравнивания. Аппроксимирование функции многих переменных
5	Численное дифференцирование и интегрирование	Численное дифференцирование и интегрирование Аппроксимация производных. Погрешность численного дифференцирования. Использование интерполяционных формул. Методы прямоугольников и трапеций Метод Симпсона. Использование сплайнов. Погрешность численного интегрирования.
6	Численные методы решения начальных и краевых задач для ОДУ	Численные методы решения начальных и краевых задач для ОДУ Общие сведения из теории ОДУ. Метод Эйлера и его модификации. Методы Рунге-Кутты. Пошаговый контроль точности. Метод Кутты-Мерсона. Многошаговые методы Адамса. Методы сведения краевых задач к начальным. Метод конечных разностей.
6	Численные методы решения начальных и краевых задач для ОДУ	Сеточные методы решения уравнений в частных производных Постановка задач математической физики. Метод сеток для решения уравнения теплопроводности. Разностные схемы для решения параболического уравнения с двумя пространственными переменными. Аппроксимация, устойчивость, сходимость разностных схем.

### 5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Точность вычислительного эксперимента	Использование ЭВМ в численных расчетах Технологии вычисления и элементы программирования в различных пакетах.

		Возможности Excel, Matlab и Scilab для решения задач вычислительной математики
2	Системы линейных алгебраических уравнений	Прямые и итерационные методы решения СЛАУ Построение и реализация на ЭВМ алгоритмов решения задач на основании методов Гаусса, прогонки, простых итераций и Зейделя, в виде последовательности действий, приводящей от исходных данных к искомому результату. Оформление результатов вычислений. Сравнение с результатом решения СЛАУ в Excel, Matlab и Scilab
3	Нелинейные уравнения и системы	Методы решения нелинейных и трансцендентных уравнений Построение и реализация на ЭВМ алгоритмов решения задач на основании методов половинного деления, итераций Ньютона, в виде последовательности действий, приводящей от исходных данных к искомому результату. Оформление результатов вычислений. Сравнение с результатом решения нелинейных уравнений и систем в Excel, Matlab и Mathcad
4	Задача приближения функции многочленом	Интерполяция многочленами Построение и реализация на ЭВМ алгоритмов построения многочлена Лагранжа, многочлена Ньютона. Оформление результатов вычислений. Сравнение с результатом решения задачи интерполяции в Excel, Matlab и Mathcad
4	Задача приближения функции многочленом	Метод обработки экспериментальных данных Построение и реализация на ЭВМ алгоритмов аппроксимации табличных данных а) мно-гочленом второй степени б) заданной функциональной зависимостью. Оформление результатов вычислений. Сравнение с результатом решения задачи аппроксимации в Excel, Matlab и Mathcad
5	Численное дифференцирование и интегрирование	Численное дифференцирование Построение и реализация на ЭВМ алгоритмов аппроксимации производных первого и второго порядка функции, заданной таблично, с разной степенью точности. Оценка погрешности. Оформление результатов вычислений. Сравнение с результатом решения задачи аппроксимации производных в Matlab и Scilab
5	Численное дифференцирование и интегрирование	Численное интегрирование Построение и реализация на ЭВМ алгоритмов методов прямоугольников, трапеций, Симпсона для интегрирования табличных функций. Оценка погрешности. Оформление результатов вычислений. Сравнение с результатом решения задачи интегрирования в Matlab и Scilab
6	Численные методы решение начальных и краевых задач для ОДУ	Задача Коши Построение и реализация на ЭВМ алгоритмов методов Эйлера, Рунге - Кутты и Адамса для решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядка, а также систем ОДУ. Оценка погрешности. Оформление результатов вычислений. Сравнение с результатом решения задачи Коши в Matlab и Mathcad
6	Численные методы решение начальных и краевых задач для ОДУ	Краевая задача Построение и реализация на ЭВМ алгоритма метода конечных разностей для решения краевой задачи учетом точности аппроксимации граничных условий. Построение и реализация на ЭВМ алгоритма метода сведения краевой задачи к начальной. Оформление результатов вычислений. Сравнение с результатом решения краевой задачи в Matlab и Mathcad
6	Численные методы	Метод сеток

	решение начальных и краевых задач для ОДУ	Решение уравнения теплопроводности. Дискретизация волнового уравнения.
--	---	--

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Точность вычислительного эксперимента	Использование ЭВМ в численных расчетах Самостоятельное решение задач в пакетах Excel, Matlab и Scilab
2	Системы линейных алгебраических уравнений	Прямые и итерационные методы решения СЛАУ Изучение литературы. Выполнение заданий 1, 2, 3.
3	Нелинейные уравнения и системы	Методы решения нелинейных и трансцендентных уравнений Изучение литературы. Выполнение заданий 4 и 5
4	Задача приближения функции многочленом	Интерполяция многочленами Изучение литературы. Выполнение задания 6
4	Задача приближения функции многочленом	Методы обработки экспериментальных данных Изучение литературы. Выполнение задания 7
5	Численное дифференцирование и интегрирование	Численное дифференцирование Изучение литературы. Выполнение задания 8
5	Численное дифференцирование и интегрирование	Численное интегрирование Изучение литературы. Выполнение задания 9.
6	Численные методы решения начальных и краевых задач для ОДУ	Задача Коши Изучение литературы. Выполнение заданий 10 и 11
6	Численные методы решения начальных и краевых задач для ОДУ	Краевая задача Изучение литературы. Выполнение задания 12.
6	Численные методы решения начальных и краевых задач для ОДУ	Подготовка к зачету Изучение литературы. Повторение лекций по всему курсу. Систематизация созданных программ.

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

Аудиторные занятия по Численным методам направлены на наиболее полное раскрытие разделов и тем дисциплины.

При подготовке к лекционным занятиям студенту необходимо:

- ознакомиться с соответствующей темой занятия;
- осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- изучить рекомендуемую рабочей программой литературу по данной теме.

При выполнении практических работ студенту необходимо:

- ознакомиться с теоретическим материалом по теме работы в литературе, указанной преподавателем;
- руководствоваться указаниями и разъяснениями, которые преподаватель даёт на занятии;
- при возникновении вопросов или затруднений на практических занятиях консультироваться с преподавателем.

Для выполнения самостоятельных работ будут необходимы знания и навыки, приобретенные на лекционных и практических занятиях. Для ответов на вопросы при затруднениях во время выполнения самостоятельных работ предоставляется возможность консультирования с преподавателем.

Материалы по курсу размещены в moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=531>)

## 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	Точность вычислительного эксперимента	ОПК-2.1	Теоретический материал. Работа в компьютерных программах.
2	Системы линейных алгебраических уравнений	ОПК-2.1	Теоретический материал. Решение задач с использованием ЭВМ.
3	Нелинейные уравнения и системы	ОПК-2.1	Теоретический материал. Решение задач с использованием ЭВМ
4	Задача приближения функции многочленом	ОПК-2.1	Теоретический материал. Решение задач с использованием ЭВМ
5	Численное дифференцирование и интегрирование	ОПК-2.1	Теоретический материал. Решение задач с использованием ЭВМ
6	Численные методы решение начальных и краевых задач для ОДУ	ОПК-2.2, ОПК-2.1	Теоретический материал. Решение задач с использованием ЭВМ
7	Зачет	ОПК-2.1, ОПК-2.2	



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

Индивидуальные задания

для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-2.1.

Задание 1 . Метод Гаусса с выбором главного элемента.

Задание 2 Метод простых итераций. Метод Зейделя.

Задание 3 Метод прогонки.

Задание 4. Методы решения скалярных уравнений.

Задание 5. Решение систем нелинейных уравнений.

Индивидуальные задания

для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-2.1.

Задание 6. Задача интерполяции

Задание 7. Аппроксимация таблично заданных функций.

Задание 8. Численное дифференцирование

Задание 9. Численное интегрирование

Индивидуальные задания

для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-2.2

Задание 10. Численное решение дифференциальных уравнений первого порядка.

Задание 11. Численное решение систем ОДУ и ДУ высших порядков.

Задание 12. Численное решение линейной краевой задачи.

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

Оценка «отлично» (зачтено)	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) умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин 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>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li> <li>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li> <li>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li> <li>- обосновывает ход решения задач без затруднений</li> </ul>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;</li> <li>- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;</li> <li>- владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;</li> <li>- умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</li> </ul>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фрагментарные знания по дисциплине;</li> <li>- отказ от ответа (выполнения письменной работы);</li> <li>- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не умеет использовать научную терминологию;</li> <li>- наличие грубых ошибок</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- низкий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- отсутствие навыков самостоятельной работы;</li> <li>- не может обосновать алгоритм выполнения заданий</li> </ul>

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. Метод Гаусса с выбором главного элемента.
2. метод прогонки. Устойчивость метода.
3. Методы простых итераций и Зейделя. Условия сходимости.
4. Отделение корней нелинейного уравнения. Метод половинного деления.
5. Метод простых итераций для скалярных уравнений. Условия сходимости.
6. Метод Ньютона для решения нелинейных и трансцендентных уравнений. Условия сходимости.
7. Векторная запись систем нелинейных уравнений. Метод простых итераций.
8. Метод Ньютона для систем нелинейных уравнений. Выбор начального приближения.
9. Интерполяционный полином Лагранжа.
10. Интерполяционный полином Ньютона.
11. Погрешность многочленной интерполяции.
12. Кусочно-многочленная интерполяция.
14. Метод наименьших квадратов.
15. Формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности.
16. Формулы численного интегрирования. Оценка погрешности.
17. Решение задачи Коши для дифференциального уравнения I-го порядка методом Эйлера.
18. Решение задачи Коши для дифференциального уравнения I-го порядка методом Рунге-Кутты.
19. Решение задачи Коши для системы уравнений I-го порядка.
20. Решение задачи Коши для уравнений n-го порядка.
21. Метод сведения краевой задачи к начальной.
22. Метод конечных разностей.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для промежуточной аттестации выложены в moodle тесте <https://moodle.spbgasu.ru/mod/quiz/view.php?id=33448>

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

Курсовые проекты (работы) 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 формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Для зачета необходимо иметь зачтенную контрольную работу.

Зачет проводится в письменной форме и включает ответ на теоретический вопрос.

#### 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
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М., Численные методы, М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2015	ЭБС
2	Квасов Б. И., Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab, Б. м.: Лань, 2016	ЭБС
3	Пименов В. Г., Численные методы. Часть 1, , 2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/68410.html">http://www.iprbookshop.ru/68410.html</a>
4	Шевцов Г. С., Крюкова О. Г., Мызникова Б. И., Численные методы линейной алгебры, , 2011	<a href="https://e.lanbook.com/book/1800">https://e.lanbook.com/book/1800</a>
5	Пименов В. Г., Ложников А. Б., Численные методы. Часть 2, , 2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/68411.html">http://www.iprbookshop.ru/68411.html</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Самарский А. А., Введение в численные методы, М.: Наука, 1987	ЭБС
2	Турчак Л. И., Щенников В. В., Основы численных методов, М.: Наука, 1987	ЭБС
3	Ильин В. П., Карпов В. В., Масленников А. М., Численные методы решения задач строительной механики, М.: АСВ, 2005	ЭБС
4	Самарский А. А., Введение в численные методы, М.: Наука, 1997	ЭБС
5	Вагер Б. Г., Численные методы решения дифференциальных уравнений, СПб., 2008	ЭБС
6	Вагер Б. Г., Численные методы, СПб., 2017	ЭБС
7	Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З., Демидович Б. П., Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения, М.: Наука, 1967	ЭБС
8	Калиткин Н. Н., Численные методы, М.: Наука, 1978	ЭБС
9	Вагер Б. Г., Численные методы, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017	ЭБС

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
moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=531">https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=531</a>

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
---	---

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)
MathCad версия 15	Mathcad сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г.
Matlab версия R2019a	MATLAB договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.

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
07. 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
07. Учебные аудитории 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, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

07. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, 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.