



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 2023 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, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются:

- приобретение студентами теоретических знаний по численным методам: решения задач алгебры, математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений, математической физики;
- приобретения студентами навыков реализации алгоритмов численных методов в различных средах разработки.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение основных численных методов, использующихся при решении инженерных задач;
- усвоение и закрепление основных алгоритмов, понятий и определений вычислительной математики;
- развитие навыков реализации алгоритмов в различных средах разработки.

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	знает классические методы вычислительной математики: методы решения систем линейных и нелинейных уравнений, приближения функций, дифференциального и интегрального исчисления умеет выбирать подходящий численный метод для решения поставленной задачи; составлять алгоритм решения задачи в виде последовательности логических и арифметических операций, приводящих к конечному результату владеет навыками программирования для реализации алгоритмов решения задач на языке понятном вычислительному устройству
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.2 Адаптирует математический метод для разработки алгоритма решения прикладной задачи	знает основные понятия и идеи численного анализа, его особенности и область применения умеет применять численные методы для решения практических задач своей предметной области владеет 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	Уравнения математической физики	ОПК-3.1, ОПК-1.1
2	Высшая математика	УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4
3	Дифференциальные уравнения	ОПК-2.1
4	Компьютерное моделирование в среде MatLab	ОПК-2.3, ОПК-1.2
5	Информационные технологии	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.6
6	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	ОПК-1.3

Знать:

- основные понятия линейной алгебры (матрица, определитель, ранг и т.п.);
- основные понятия математического анализа (функция, экстремум функции, касательная и

т.п.);

- основы решения однородных дифференциальных уравнений;
- основные понятия уравнений математической физики.

Уметь:

- находить решения СЛАУ классическими методами (обратной матрицы, Гаусса, Крамера);
- проводить математический анализ функций одной и нескольких переменных;
- решать обыкновенные дифференциальные уравнения;
- выделять типы уравнений математической физики.

Владеть:

- навыками составления расчетного алгоритма;
- навыками программирования.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Компьютерное и математическое моделирование	ОПК-3.1, ОПК-2.2, ОПК-4.2
2	Компьютерное моделирование случайных процессов	ОПК-2.3, ОПК-1.2
3	Вероятностное и имитационное моделирование	ПК-4.1, ПК-4.4
4	Компьютерное моделирование процесса деформирования элементов строительных конструкций	ОПК-2.2, ОПК-3.2, ПК-4.3
5	Конечноэлементные программные комплексы	ОПК-4.1
6	Методы математического моделирования экологических задач	ПК-4.1, ПК-4.4

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
Контактная работа	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	32	0	32
Иная контактная работа, в том числе:			
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			
Часы на контроль	4		4
Самостоятельная работа (СР)	56		56
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. Аппроксимация данных										
1.1.	Аппроксимация данных	5	2		6			12	20	ОПК-2.1, ОПК-2.2	
2.	2 раздел. Приближенное решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений										
2.1.	Приближённые методы решений нелинейных алгебраических уравнений	5	2		4			8	14	ОПК-2.1, ОПК-2.2	
2.2.	Приближённые методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений	5	2		4			6	12	ОПК-2.1, ОПК-2.2	
3.	3 раздел. Решение систем с ленточными матрицами										
3.1.	Системы линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами	5	2		4			6	12	ОПК-2.1, ОПК-2.2	
4.	4 раздел. Решение краевых задач методом сеток										
4.1.	Решение краевых задач методом сеток	5	2		4			6	12	ОПК-2.1, ОПК-2.2	
5.	5 раздел. Применение сеточных методов для уравнений математической физики										
5.1.	Уравнение теплопроводности	5	2		4			7	13	ОПК-2.1, ОПК-2.2	
5.2.	Волновое уравнение	5	2		4			7	13	ОПК-2.1, ОПК-2.2	
5.3.	Уравнение переноса	5	2		2			4	8	ОПК-2.1, ОПК-2.2	
6.	6 раздел. Контроль										
6.1.	Зачёт	5							4	ОПК-2.1, ОПК-2.2	

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
--------	------------------------------------	--

1	Аппроксимация данных	Методы аппроксимации данных Методы аппроксимации дискретных данных Построение интерполяционных полиномов методами обратной матрицы, Лагранжа, Ньютона Аппроксимация данных кубическими сплайнами Аппроксимация данных методом наименьших квадратов
2	Приближённые методы решений нелинейных алгебраических уравнений	Приближённые методы решения нелинейных уравнений Метод половинного деления Метод хорд Метод Ньютона (касательных) Метод простой итерации
3	Приближённые методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений	Приближённые методы решения систем нелинейных уравнений Метод простой итерации Метод Ньютона(-Рафсона)
4	Системы линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами	Решения систем алгебраических уравнений с ленточными матрицами Методы прогонки для систем с трёхдиагональной и пятидиагональной матрицами
5	Решение краевых задач методом сеток	Решение дифференциальных уравнений методом сеток Общее описание этапов построения метода сеток Применение метода сеток для краевых задач
6	Уравнение теплопроводности	Решение уравнения теплопроводности методом сеток Уравнение теплопроводности Конечные разности для частных производных Явная и неявная схемы метода сеток
7	Волновое уравнение	Решение волнового уравнения методом сеток Волновое уравнение Конечные разности для частных производных Явная и неявная схемы метода сеток
8	Уравнение переноса	Решение уравнения переноса методом сеток Уравнение переноса Конечные разности для частных производных Явная схема метода сеток

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Аппроксимация данных	Интерполяционные полиномы Реализация методов Лагранжа и Ньютона на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)
1	Аппроксимация данных	Кубические сплайны Реализация алгоритма построения кубического сплайна на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)
1	Аппроксимация данных	Метод наименьших квадратов Реализация метода наименьших квадратов на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)
2	Приближённые методы решений нелинейных алгебраических	Приближённое решение нелинейных алгебраических уравнений Реализация методов: половинного деления, хорд, Ньютона (касательных), простой итерации на ЭВМ (среда разработки по

	уравнений	выбору студента)
3	Приближённые методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений	Приближённое решение систем нелинейных алгебраических уравнений Реализация методов простой итерации и Ньютона(-Рафсона) на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)
4	Системы линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами	Решение систем с трехдиагональной матрицей Реализация метода прогонки для систем с трёхдиагональной матрицей на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)
4	Системы линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами	Решение систем с пятидиагональной матрицей Реализация метода прогонки для систем с пятидиагональной матрицей на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)
5	Решение краевых задач методом сеток	Решение краевой задачи для линейного уравнения II порядка методом сеток Реализация метода сеток для решения линейного уравнения II порядка на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)
5	Решение краевых задач методом сеток	Решение краевой задачи для линейного уравнения IV порядка методом сеток Реализация метода сеток для решения линейного уравнения IV порядка на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)
6	Уравнение теплопроводности	Решение уравнения теплопроводности явной схемой метода сеток Реализация явной схемы метода сеток для уравнения теплопроводности на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)
6	Уравнение теплопроводности	Решение уравнения теплопроводности неявной схемой метода сеток Реализация неявной схемы метода сеток для уравнения теплопроводности на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)
7	Волновое уравнение	Решение волнового уравнения явной схемой метода сеток Реализация явной схемы метода сеток для волнового уравнения на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)
7	Волновое уравнение	Решение волнового уравнения неявной схемой метода сеток Реализация неявной схемы метода сеток для волнового уравнения на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)
8	Уравнение переноса	Решение уравнения переноса явной схемой метода сеток Реализация явной схемы метода сеток для уравнения переноса на ЭВМ (среда разработки по выбору студента)

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Аппроксимация данных	Интерполяционные полиномы Изучение теоретического материала Отладка написанной программы
1	Аппроксимация данных	Кубические сплайны Изучение теоретического материала Отладка написанной программы
1	Аппроксимация данных	Метод наименьших квадратов Изучение теоретического материала Отладка написанной программы

2	Приближённые методы решений нелинейных алгебраических уравнений	Приближённое решение нелинейных алгебраических уравнений Изучение теоретического материала Отладка написанных программ
3	Приближённые методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений	Приближённое решение систем нелинейных алгебраических уравнений Изучение теоретического материала Отладка написанных программ
4	Системы линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами	Решение систем с трёхдиагональной матрицей Изучение теоретического материала Отладка написанной программы
4	Системы линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами	Решение систем с пятидиагональной матрицей Изучение теоретического материала Отладка написанной программы
5	Решение краевых задач методом сеток	Решение краевой задачи для линейного уравнения II порядка методом сеток Изучение теоретического материала Отладка написанной программы
5	Решение краевых задач методом сеток	Решение краевой задачи для линейного уравнения IV порядка методом сеток Изучение теоретического материала Отладка написанной программы
6	Уравнение теплопроводности	Решение уравнения теплопроводности явной схемой метода сеток Изучение теоретического материала Отладка написанной программы
6	Уравнение теплопроводности	Решение уравнения теплопроводности неявной схемой метода сеток Изучение теоретического материала Отладка написанной программы
7	Волновое уравнение	Решение волнового уравнения явной схемой метода сеток Изучение теоретического материала Отладка написанной программы
7	Волновое уравнение	Решение волнового уравнения неявной схемой метода сеток Изучение теоретического материала Отладка написанной программы
8	Уравнение переноса	Решение уравнения переноса явной схемой метода сеток Изучение теоретического материала Отладка написанной программы

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=199>.

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	Аппроксимация данных	ОПК-2.1, ОПК-2.2	Устный опрос
2	Приближённые методы решений нелинейных алгебраических уравнений	ОПК-2.1, ОПК-2.2	Устный опрос
3	Приближённые методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений	ОПК-2.1, ОПК-2.2	Устный опрос
4	Системы линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами	ОПК-2.1, ОПК-2.2	Устный опрос
5	Решение краевых задач методом сеток	ОПК-2.1, ОПК-2.2	Устный опрос
6	Уравнение теплопроводности	ОПК-2.1, ОПК-2.2	Устный опрос
7	Волновое уравнение	ОПК-2.1, ОПК-2.2	Устный опрос
8	Уравнение переноса	ОПК-2.1, ОПК-2.2	Устный опрос
9	Зачёт	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

для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-2.1, ОПК-2.2.

Типовые контрольные задания и иные материалы текущего контроля успеваемости размещены по адресу ЭИОС Moodle

<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=199>

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

Примерный перечень вопросов:

1. Идея и алгоритм построения полинома Лагранжа.
2. Идея и алгоритм построения полинома Ньютона. Ограничения метода.
3. Построение кубического полинома: этапы, условия, алгоритм.
4. Идея и реализация метода наименьших квадратов (МНК).
5. Метод половинного деления.
6. Метод хорд. Варианты метода хорд.
7. Метод Ньютона (касательных).
8. Метод простой итерации (необходимые условия для сходимости метода).
9. Метод простой итерации для систем нелинейных уравнений (необходимые условия для сходимости метода).
10. Метод Ньютона-Рафсона.
11. Метод прогонки для систем с трёхдиагональной матрицей.
12. Метод прогонки для систем с пятидиагональной матрицей.
13. Построение конечных разностей для производных различного порядка.
14. Этапы реализации метода сеток.
15. Метод сеток для краевой задачи для однородного уравнения Π порядка.

16. Метод сеток для краевой задачи для однородного уравнения IV порядка.
17. Явная схема метода сеток для уравнения теплопроводности. Условие сходимости.
18. неявная схема метода сеток для уравнения теплопроводности.
19. Явная схема метода сеток для волнового уравнения. Условие сходимости.
20. неявная схема метода сеток для волнового уравнения.
21. Метод сеток для уравнения переноса.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся размещены по адресу ЭИОС Moodle

<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=199>

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 сдать все практические работы и ответить на дополнительные вопросы преподавателя по теории.

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 самостоятельного практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельного 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	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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.
умения	<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>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>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	Вагер Б. Г., Численные методы решения дифференциальных уравнений, СПб.: С.-Петербург. гос. архитектур.-строит. ун-т, 2003	174
2	Вагер Б. Г., Численные методы, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017	http://www.iprbookshop.ru/78584.html
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Семенова Т. И., Шакин В. Н., Введение в математический пакет Matlab, Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2016	http://www.iprbookshop.ru/61469.html
2	Язев В. А., Лукьяненко И., С., Численные методы в Mathcad, Санкт-Петербург: Лань, 2022	https://e.lanbook.com/book/200381

3	Киреев В. И., Пантелеев А. В., Численные методы в примерах и задачах, Санкт-Петербург: Лань, 2022	https://e.lanbook.com/book/212063
---	---	---

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
Курс "Численные методы" на LMS Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=199

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
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

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
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

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
73. Компьютерный класс	Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.

73. 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.
73. 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.
73. 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.