



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг машин

направление подготовки/специальность 15.04.03 Прикладная механика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Вычислительная механика
технических систем

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью дисциплины является формирование и развитие у студентов профессиональных компетенций в области компьютерного инжиниринга, подготовить специалистов к построению компьютерных моделей механических систем, численному решению задач механики сплошной среды, проведению компьютерных инженерных расчетов задач механики.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение методов численного моделирования объектов и процессов в машиностроении, и программных средств их реализации;
- построения расчетных моделей дорожно-строительных машин для расчета их на ЭВМ;
- эффективного решения сложных научно-технических проблем путем математического и компьютерного моделирования.

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-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований;	ОПК-1.1 Формулирует цели и задачи исследования	знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности умеет проводить проектирование деталей и узлов с использованием CAD/ANSYS – систем владеет навыками выполнения расчетов
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований;	ОПК-1.2 Определяет последовательность решения задач	знает компоненты CAD/CAM/CAE/ANSYS – систем умеет применять встроенные численные алгоритмы для решения прикладных задач владеет основными приемами работы в программных системах компьютерного проектирования

<p>ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований;</p>	<p>ОПК-1.3 Формулирует критерии принятия решения</p>	<p>знает основные методы численного моделирования объектов и процессов в машиностроении и программные средства их реализации умеет применять встроенные численные алгоритмы для решения прикладных задач; строить трехмерные компьютерные математические модели механических систем, формулировать дискретные аналоги начально-краевых задач, выбирать и реализовывать метод решения СЛАУ в зависимости от особенностей дискретной задачи владеет навыками исследования качественных характеристик сеточных задач (устойчивость, сходимість, точность аппроксимации, навыками использования современного программного обеспечения для решения инженерных задач (ANSYS)</p>
<p>ОПК-2 Способен осуществлять экспертизу технической документации в области профессиональной деятельности;</p>	<p>ОПК-2.2 Осуществляет сбор научно-технической информации в соответствии с заданием</p>	<p>знает современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения задач вычислительной механики умеет самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики владеет навыками анализа результатов моделирования</p>
<p>ОПК-2 Способен осуществлять экспертизу технической документации в области профессиональной деятельности;</p>	<p>ОПК-2.3 Систематизирует собранную и проанализированную информацию</p>	<p>знает современные программные системы мультидисциплинарного анализа (CAE-системы мирового уровня) умеет самостоятельно разрабатывать оригинальные пакеты прикладных программ и проводить с их помощью расчеты машин и приборов на динамику и прочность, устойчивость, надежность, трение и износ для специализированных задач прикладной механики владеет навыками математического и компьютерного моделирования сложных научно-технических задач</p>

ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;	ОПК-5.1 Демонстрирует понимание основных аналитических и численных методов	знает основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации умеет применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях владеет навыками анализа корректности, достоверности и точности получаемых решений
ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;	ОПК-5.2 Осуществляет выбор аналитических и численных методов в соответствии с заданием	знает уравнение метода конечных элементов механики деформируемого твердого тела умеет корректно применять технологию работы с программой ANSYS владеет навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;	ОПК-5.3 Разрабатывает алгоритм создания математической модели с использованием аналитических и численных методов	знает стандартные постановки для решения практических задач умеет корректно применять МКЭ при решении различных задач механики деформируемого твердого тела владеет навыками расчета различных задач механики деформируемого твердого тела с использованием МКЭ

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.06 основной профессиональной образовательной программы 15.04.03 Прикладная механика и относится к обязательной части учебного плана.

Для изучения дисциплины обучающиеся должны знать:

Основы системного анализа и теории принятия решений

Управление надежностью технических систем

Инновационное развитие наземных транспортно-технологических машин

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

1	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-4.5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-6.5, ОПК-6.6, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3, ОПК-8.4, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5
---	--	--

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

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр		
			1	2	3
Контактная работа	176		64	48	64
Лекционные занятия (Лек)	80	0	32	16	32
Практические занятия (Пр)	96	16	32	32	32
Иная контактная работа, в том числе:	3,25		0,25	1,5	1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	2			1	1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,5			0,25	0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,75		0,25	0,25	0,25
Часы на контроль	44,25		8,75	8,75	26,75
Самостоятельная работа (СР)	316,5		107	85,75	123,75
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)					
часы:	540		180	144	216
зачетные единицы:	15		5	4	6

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. Вычислительная механика										
1.1.	Вычислительная механика	1	32		32	4			107	171	ОПК-1.1, ОПК-1.2
2.	2 раздел. Контроль										
2.1.	Зачет	1								9	ОПК-1.1, ОПК-1.2
3.	3 раздел. Общий инжиниринг										
3.1.	Инжиниринг в машиностроении	2	16		32	6			85,75	133,75	ОПК-1.3, ОПК-2.2
4.	4 раздел. Иная контактная работа										
4.1.	Курсовая работа	2								1,25	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Зачет с оценкой	2								9	ОПК-1.3, ОПК-2.2
6.	6 раздел. Компьютерный инжиниринг										
6.1.	Компьютерный инжиниринг	3	12		12	2			43,75	67,75	ОПК-2.3, ОПК-5.1
6.2.	Вычислительные методы в компьютерном инжиниринге	3	10		10	2			40	60	ОПК-5.2, ОПК-5.3
6.3.	Программная инженерия	3	10		10	2			40	60	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
7.	7 раздел. Иная контактная работа										
7.1.	Курсовой проект	3								1,25	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

8.	8 раздел. Контроль										
8.1.	Экзамен	3							27		ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций									
1	Вычислительная механика	<p>Вычислительная механика</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общая информация о вычислительной механике 2. Проекционные методы 3. Интерполяция 4. Численное интегрирование 5. Численное дифференцирование 6. Прямые методы решения СЛАУ 7. Решение задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) 8. Нелинейные уравнения 9. Методы для задач упругопластичности 									
3	Инжиниринг в машиностроении	<p>Инжиниринг в машиностроении</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. О моделях и моделировании в науке и технике 2. Введение в имитационное моделирование 3. Инженерный анализ и компьютерное моделирование 4. Компьютерная графика и геометрическое моделирование 5. Компьютерные технологии и моделирование в САПР 6. Создание, внедрение и интеграция промышленных автоматизированных систем и технологий 7. Компьютерное моделирование и автоматизация технологических процессов производств 									
6	Компьютерный инжиниринг	<p>Компьютерный инжиниринг</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Введение 2. Жизненный цикл ключевых групп технологий 3. Жизненный цикл ключевых групп рынков 									
7	Вычислительные методы в компьютерном инжиниринге	<p>Вычислительные методы в компьютерном инжиниринге</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Компьютерное и математическое моделирование в инженерных задачах 2. Точность компьютерных вычислений 3. Интерполяция 4. Нелинейные уравнения 									
8	Программная инженерия	<p>Программная инженерия</p> <p>Программная инженерия (инженерия программного обеспечения) – инженерная дисциплина, связанная с теорией, методами и средствами профессиональной разработки ПО.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Процесс разработки программного обеспечения 2. Рабочий продукт, дисциплина обязательств, проект 3. Архитектура ПО 4. Управление требованиями 5. Конфигурационное управление 6. Тестирование 									

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Вычислительная механика	Вычислительная механика 1. Общая информация о вычислительной механике 2. Проекционные методы 3. Интерполяция 4. Численное интегрирование 5. Численное дифференцирование 6. Прямые методы решения СЛАУ 7. Решение задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) 8. Нелинейные уравнения 9. Методы для задач упругопластичности
3	Инжиниринг в машиностроении	Инжиниринг в машиностроении 1. О моделях и моделировании в науке и технике 2. Введение в имитационное моделирование 3. Инженерный анализ и компьютерное моделирование 4. Компьютерная графика и геометрическое моделирование 5. Компьютерные технологии и моделирование в САПР 6. Создание, внедрение и интеграция промышленных автоматизированных систем и технологий 7. Компьютерное моделирование и автоматизация технологических процессов производств
6	Компьютерный инжиниринг	Компьютерный инжиниринг 1. Введение 2. Жизненный цикл ключевых групп технологий 3. Жизненный цикл ключевых групп рынков
7	Вычислительные методы в компьютерном инжиниринге	Вычислительные методы в компьютерном инжиниринге 1. Компьютерное и математическое моделирование в инженерных задачах 2. Точность компьютерных вычислений 3. Интерполяция 4. Нелинейные уравнения
8	Программная инженерия	Программная инженерия Программная инженерия (инженерия программного обеспечения) – инженерная дисциплина, связанная с теорией, методами и средствами профессиональной разработки ПО. 1. Процесс разработки программного обеспечения 2. Рабочий продукт, дисциплина обязательств, проект 3. Архитектура ПО 4. Управление требованиями 5. Конфигурационное управление 6. Тестирование

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Вычислительная механика	Вычислительная механика 1. Общая информация о вычислительной механике 2. Проекционные методы 3. Интерполяция

		<ul style="list-style-type: none"> 4. Численное интегрирование 5. Численное дифференцирование 6. Прямые методы решения СЛАУ 7. Решение задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) 8. Нелинейные уравнения 9. Методы для задач упругопластичности
3	Инжиниринг в машиностроении	<p>Инжиниринг в машиностроении</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. О моделях и моделировании в науке и технике 2. Введение в имитационное моделирование 3. Инженерный анализ и компьютерное моделирование 4. Компьютерная графика и геометрическое моделирование 5. Компьютерные технологии и моделирование в САПР 6. Создание, внедрение и интеграция промышленных автоматизированных систем и технологий 7. Компьютерное моделирование и автоматизация технологических процессов производств
6	Компьютерный инжиниринг	<p>Компьютерный инжиниринг</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Введение 2. Жизненный цикл ключевых групп технологий 3. Жизненный цикл ключевых групп рынков
7	Вычислительные методы в компьютерном инжиниринге	<p>Вычислительные методы в компьютерном инжиниринге</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Компьютерное и математическое моделирование в инженерных задачах 2. Точность компьютерных вычислений 3. Интерполяция 4. Нелинейные уравнения
8	Программная инженерия	<p>Программная инженерия</p> <p>Программная инженерия (инженерия программного обеспечения) – инженерная дисциплина, связанная с теорией, методами и средствами профессиональной разработки ПО.</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Процесс разработки программного обеспечения 2. Рабочий продукт, дисциплина обязательств, проект 3. Архитектура ПО 4. Управление требованиями 5. Конфигурационное управление 6. Тестирование

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

занятий, 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 лекционных, практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, 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 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 подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- 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.

Итогом изучения дисциплины является зачет с оценкой. Зачет с оценкой 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	Вычислительная механика	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Устный опрос, тесты
2	Зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.2	
3	Инжиниринг в машиностроении	ОПК-1.3, ОПК-2.2	Устный опрос, тесты
4	Курсовая работа	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3	

5	Зачет с оценкой	ОПК-1.3, ОПК-2.2	
6	Компьютерный инжиниринг	ОПК-2.3, ОПК-5.1	Устный опрос, тесты
7	Вычислительные методы в компьютерном инжиниринге	ОПК-5.2, ОПК-5.3	Устный опрос, тесты
8	Программная инженерия	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	Устный опрос, тесты
9	Курсовой проект	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3	
10	Экзамен	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3	

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

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины.

Типовые творческие задания:

1. Разработка технико-экономических обоснований проектов новых дорожно-строительных машин с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.
2. Разработка технико-экономических обоснований проектов усиления конструкций машины при реконструкции.
3. Разработка технико-экономических обоснований конструктивных решений дорожно-строительных машин, используемых в районах крайнего севера / (на просадочных грунтах, над горными выработками, в суровых условиях Севера при вечной мерзлоте, в сухом и жарком климате и в отдаленных неосвоенных труднодоступных районах).
4. Оценка конструктивной безопасности машиностроительных объектов.
5. Расчет остаточного силового сопротивления машиностроительных конструкций.

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; - безусловно 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

Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Теория проекционных методов.
2. Вариационные задачи о минимальности или стационарности функционалов
3. Методы поиска экстремальных точек функционалов в соответствии с теорией

математического программирования.

4. Законы сохранения массы, количества движения (импульса) и энергии.
5. Основные разностные схемы эйлеровой гидрогазодинамики и приемы их исследования.
6. Лагранжевы методы для задач упругопластичности с большими деформациями.
7. Генерация сеток и управление физически и геометрически адаптивными сетками.
8. Метод конечных объемов.
9. Метод конечных элементов.
10. Типы уравнений в частных производных.
11. Методы численного решения краевых задач.
12. Сходимость, устойчивость, точность решений численных методов.
13. Компьютерный инжиниринг как инструмент инженерной деятельности.
14. Анализ рынка программного обеспечения для компьютерного инжиниринга в области

строительства.

15. Компьютерный инжиниринг, как совокупности CAD/CAM/CAE/PDM/PLM-технологий.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Создание расчетных моделей строительных объектов для расчета их на ЭВМ.
2. Оценка прочности несущих строительных конструкций с применением новейших информационно-коммуникационных технологий.
3. Планирование и обработка результатов многофакторного эксперимента.
4. Способы выявления и методы оценки влияния наиболее распространенных дефектов конструкций на их несущую способность и долговечность.
5. Расчет конструкций и композитных материалов с применением ЭВМ.
6. Решения сложных научно-технических задач прочности, надежности и безопасности строительных объектов с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.

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

Примерная тематика курсовых работ:

- Использование нелокальных критериев прочности в моделях вязкого роста трещины.
Конечные деформации (на примере задач мониторинга).
Конечные деформации и их перераспределение.
Определение механических характеристик материалов с использованием расчетных пакетов.
Решение прочностных задач в рамках механики деформируемого твердого тела.
Использование параллельных вычислений в задачах прочности при перераспределении конечных деформаций.
Построение моделей и решение задач прочности для полимерных материалов, изменяющих свои свойства при нагружении.
Оценка эффективных характеристик пористых материалов при конечных деформациях и их перераспределении.
Оценка взаимодействия и взаимовлияния концентраторов напряжений, последовательно образуемых в нагруженном теле.
Динамические задачи прочности при конечных деформациях
Численное решение спектральных задач об устойчивости.
Численное моделирование разрывных решений методами кратномасштабного анализа.
Конструирование точных и приближенных граничных условий на открытых границах расчётной области.
Численное моделирование многокомпонентной фильтрации с фазовыми переходами.
Численные модели турбулентных пристеночных сжимаемых жидкостей.
Прогнозирование случайных процессов
Применение методов теории измерительно-вычислительных систем в томографии
Применение методов теории измерительно-вычислительных систем в спектроскопии
Применение методов теории измерительно-вычислительных систем в оптической микроскопии
Моделирование торообразных, кольцевых, конусных и т.п. вихрей
Моделирование нагрева стержней
Электромеханические приводы с автоматическим или активным управлением транспортных и технологических машин.
Мехатронные устройства “умных домов”.
Мехатронные устройства автомобилей и других ТС.
Биомеханические реабилитационные комплексы и экзоскелеты.

Примерные темы курсовых проектов:

1. Надежные (Robust) методы вычисления статистических показателей, основанные на понятии медианы.
2. Способы публикации документов, содержащих математические выражения, в сети Internet.
3. Алгоритмы поиска поддеревьев и их применение к поиску математических выражений, представленных в формате MathML.

4. Реализация графического векторного редактора, использующего язык PostScript.
5. Обзор криптографических алгоритмов, основанных на применении теории чисел.
6. Алгоритм. поверхностной, объемной и смешанной визуализации в трехмерной графике.
7. Алгоритмы интерполяции контуров на плоскости и поверхностях в трехмерном пространстве, заданных триангуляциями.
8. Реализация методов математической морфологии для трехмерных объектов.
9. Алгоритмические проблемы эквивалентности конечных автоматов и регулярных выражений.
10. Минимизация недетерминированных конечных автоматов.

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.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в разделе «Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся».

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, зачета с оценкой и экзамена. Зачет, зачет с оценкой и экзамен проводится в форме собеседования, тестирования.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

знания	<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	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.	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.	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.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	--	---	---	--

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	Лаврищева Е. М., Программная инженерия. Парадигмы, технологии и CASE-средства, Москва: Юрайт, 2022	https://urait.ru/bcode/491048
2	Пегин П. А., Сизиков В. С., Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг, СПб., 2019	http://ntb.spbgasu.ru/elib/00999/
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Мкртычев О. В., Дорожинский В. Б., Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг, Москва: МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2021	https://www.iprbooks.hop.ru/110332.html
2	Мейер Б., Объектно-ориентированное программирование и программная инженерия, Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Эр Медиа, 2019	https://www.iprbooks.hop.ru/79706.html
3	Черткова Е. А., Программная инженерия. Визуальное моделирование программных систем, Москва: Юрайт, 2023	https://urait.ru/bcode/513696

4	Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В., Вычислительные методы, Санкт-Петербург: Лань, 2022	https://e.lanbook.com/book/211463
---	--	---

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
А. И. Боровков, С. Ф. Бурдаков, О. И. Клявин, М. П. Мельникова, А. А. Михайлов, А. С. Немов, В. А. Пальмов, Е. Н. Силина Компьютерный инжиниринг : учеб. пособие /	https://fea.ru/spaw2/uploads/files/2012_Книги_СИО_и_КИ/2013_0101_НИУ%20СПбГПУ_Боровков%20А_И_%20и%20др__Компьютерный%20инжиниринг-2012.pdf
Аверьянов О.И., Аверьянова И.О. Основы инжиниринга в машиностроении: Учебное пособие	https://library.tou.edu.kz/fulltext/buuk/b2092.pdf
Липаев В.В. Программная инженерия сложных заказных программных продуктов: Учебное пособие	https://www.ispras.ru/lipaev/books/Software%20Engineering%20of%20Complex%20Custom%20Software.pdf
Джакупов Кенес Бажкенович Вычислительная механика- Алматы: 2010.-291с.	https://old.math.tsu.ru/EEResources/pdf_common/comp_phys.pdf
Огородникова, О. М. Вычислительные методы в компьютерном инжиниринге: учебное пособие	https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/26342/1/ogorodnikova_2013.pdf

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Интернет-тренажеры в сфере образования	http://www.i-exam.ru
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 "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	https://www.studentlibrary.ru/
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	www2.viniti.ru
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	www.ras.ru
Периодические издания СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universtet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/

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
ГИС Панорама	Договор №Л-12/18 от 27.02.2018 г. с АО КБ "Панорама". Лицензия бессрочная
Agisoft Metashape	Договор № 2018.52901 от 08.05.2018 г. Лицензия бессрочная
Комплект электронных дидактических модулей «Дорожно-строительные машины»	Контракт № 44-01/2021-ЭА от 19.04.2021 г. с ООО "Лабстенд". Лицензия бессрочная
Комплект электронных дидактических модулей «Тракторы»	Контракт № 44-01/2021-ЭА от 19.04.2021 г. с ООО "Лабстенд". Лицензия бессрочная
Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная
Matlab версия R2019a	Договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты". Лицензия до 31.12.2025

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
32. 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
32. 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

32. 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
32. 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

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