

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную
программу

д.ф.-м.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

А.О. Смирнов
(инициалы, фамилия)
(подпись)
«10» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровое проектирование и моделирование в научных исследованиях»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	01.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная математика и информатика
Наименование направленности	Математическое и компьютерное моделирование
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)
Е.Э. Аман
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«03» февраля 2025 г, протокол № 02/1

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н., доц.
(уч. степень, звание)
А.О. Смирнов
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)
Н.Ю. Ефремов
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровое проектирование и моделирование в научных исследованиях» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» направленности «Математическое и компьютерное моделирование». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен разрабатывать и применять компьютерное программное обеспечение для решения задач моделирования в профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами цифрового проектирования, его технологическими аспектами, практическим применением цифрового моделирования, изучением его инструментария, методологией научных исследований, умением работать с графической информацией, способностью создавать математические модели, овладении навыками проведения компьютерного моделирования, умением анализировать и интерпретировать результаты моделирования. Данная дисциплина формирует комплексное понимание процессов цифрового проектирования и моделирования, необходимых для проведения научных исследований

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Формирование теоретических знаний в области цифрового проектирования, освоение методов математического и компьютерного моделирования, изучение современных информационных технологий для научных исследований, развитие навыков работы с системами автоматизированного проектирования

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен разрабатывать и применять компьютерное программное обеспечение для решения задач моделирования в профессиональной деятельности	ПК-5.3.1 знать инструментальные средства и методологии разработки программного обеспечения для моделирования объектов и процессов ПК-5.У.1 уметь применять инструментальные средства и методологии разработки программного обеспечения для моделирования объектов и процессов ПК-5.В.1 владеть методологиями разработки программного обеспечения для моделирования объектов и процессов

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Механика»,
- «Цифровое проектирование и моделирование в прикладной механике»,
- «Математические основы систем управления»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Программная инженерия»,
- «Научно-исследовательская практика»,

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№2
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины,	4/ 144	4/ 144

ЗЕ/ (час)		
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 2					
Раздел 1. Введение в цифровое проектирование	12		12		20
Тема 1.1. Основные понятия и определения			2		
Тема 1.2. Математические основы моделирования	3		2		5
Тема 1.3. Технологии компьютерного моделирования	3		2		5
	3		2		5
Тема 1.4. ПО для цифрового моделирования	3		2		5
			2		
Раздел 2. Цифровое проектирование в научных исследованиях	5		5		37
Тема 2.1. Виртуальные эксперименты	2				10
Тема 2.2. Методология научных исследований	2		2		10
Тема 2.3. Практические аспекты цифрового моделирования	1		3		17
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:	17		17	17	57
Итого	17	0	17	17	57

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
---------------	---

1	<p>Раздел 1. Введение в цифровое проектирование</p> <p>Тема 1.1. Основные понятия и определения</p> <p>Определения формируют базовый понятийный аппарат, необходимый для понимания принципов и методов цифрового проектирования. Модель, Информационная модель, Технологическая модель, Проектирование, Цифровые технологии, Технологические объекты, Информационное моделирование, САПР, Цифровой двойник, Автоматизированное проектирование т тд</p> <p>Тема 1.2. Математические основы моделирования</p> <p>Математические модели, обобщенные математические модели, нелинейности математических моделей, степень соответствия математической модели объекту, классификация математических моделей.</p> <p>Тема 1.3. Технологии компьютерного моделирования</p> <p>Технологии компьютерного моделирования представляют собой комплекс методов и инструментов для построения моделей объектов с помощью компьютеров и специализированного оборудования.</p> <p>Тема 1.4. ПО для цифрового моделирования</p> <p>Выбор программного обеспечения зависит от конкретных задач, уровня подготовки и требований к результату. CAD и CAE программы,</p>
2	<p>Раздел 2. Цифровое проектирование в научных исследованиях</p> <p>Тема 2.1. Виртуальные эксперименты</p> <p>Актуальность, определение, типы виртуальных экспериментов, демонстрации, преимущества виртуальных экспериментов, требования и перспективы.</p> <p>Тема 2.2. Методология научных исследований</p> <p>Основные понятия. Методология цифрового моделирования</p> <p>Основные этапы:</p> <p>Постановка научной задачи</p> <p>Разработка модели</p> <p>Компьютерный эксперимент</p> <p>Анализ результатов</p> <p>Особенности:</p> <p>Возможность многократного повторения экспериментов</p> <p>Контроль всех параметров</p> <p>Возможность масштабирования</p> <p>Автоматизация обработки результатов</p> <p>Виды моделей в цифровом моделировании</p> <p>Методология проведения исследований</p> <p>Постановка задачи:</p> <p>Формулировка цели</p> <p>Определение объекта исследования</p> <p>Выбор методов исследования</p> <p>Разработка модели:</p> <p>Выбор типа модели</p> <p>Определение параметров</p> <p>Разработка алгоритма</p> <p>Реализация на компьютере</p> <p>Компьютерный эксперимент:</p> <p>Анализ результатов:</p>

	Проверка адекватности Формулировка выводов Практическая значимость: Возможность применения результатов Оформление результатов Тема 2.3. Практические аспекты цифрового проектирования ключевые аспекты практического цифрового проектирования, от начальных этапов до финальной реализации проекта, с акцентом на современные методы и инструменты.
--	--

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 2				
1	Основы компьютерного моделирования	2		1
2	Статистическое моделирование в научных исследованиях	2		1
3	Моделирование сложных систем	2		1
4	Визуализация результатов моделирования	2		1
5	Параметрическое моделирование	2		1
6	Оптимизация моделей	2		1
7	Моделирование в специализированных средах	2		2
8	Комплексное моделирование научного исследования	3		2
Всего		17		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта:

Часов практической подготовки:

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	25	25
Курсовое проектирование (КП, КР)	17	17
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	57	57

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры : монография / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. — 2-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 320 с. — ISBN 5-9221-0120-X. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59285 (дата обращения: 02.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
	Бахвалов Н. С. Б30 Численные методы [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 8-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 639 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — (Классический	

	университетский учебник). .ISBN 978-5-9963-2616-7	
	Сирота, Д. Ю. Уравнения математической физики : учебное пособие / Д. Ю. Сирота. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2022. — 180 с. — ISBN 978-5-00137-341-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/295757 (дата обращения: 02.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
	Зарубин, В. С. Математика в техническом университете : учебник : в 21 выпуск / В. С. Зарубин. — 3-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2007 — Выпуск 21 : Математическая статистика — 2010. — 495 с. — ISBN 978-5-7038-3194-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106555 (дата обращения: 02.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://kompas.ru/	Компас-3D
https://www.elibrary.ru/	eLIBRARY - крупнейшая российская электронная библиотека
https://searchplatform.rospatent.gov.ru/	База данных “Роспатент”
https://disk.yandex.ru/	Яндекс.Диск (для хранения и обмена файлами)
https://new.ras.ru/search/publishing_articles/	Российская академия наук (РАН) - научные публикации
https://e.lanbook.com/	ЭБС «Лань»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).	Фонд лекционных аудиторий ГУАП
2	Аудитории для проведения практических занятий – укомплектованы специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебнонаглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).	Фонд аудиторий ГУАП (ул. Гастелло 15, ауд. 24-12)
3	Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.	Фонд аудиторий ГУАП (ул. Гастелло 15, ауд. 24-12)
4	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.	Фонд аудиторий ГУАП (ул. Гастелло 15, ауд. 24-12)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Какие основные численные методы решения дифференциальных уравнений применяются при компьютерном моделировании? Опишите преимущества и	ПК-5.3.1

	недостатки метода конечных элементов, метода конечных разностей и метода конечных объемов.	
2	Что такое верификация и валидация цифровой модели? Перечислите основные критерии оценки адекватности модели реальному объекту. Какие методы используются для проверки достоверности результатов моделирования?	
3	Опишите основные подходы к созданию параметрических моделей для оптимизации технических систем. Какие типы параметров наиболее часто используются при параметрическом исследовании?	
4	Какие методы обработки и визуализации результатов компьютерного моделирования существуют? Опишите основные инструменты и технологии для анализа данных, полученных в ходе цифрового моделирования.	
5	Перед вами поставлена задача создать параметрическую модель теплообменника. Опишите последовательность ваших действий, включая: Определение ключевых параметров модели Выбор метода параметризации Создание зависимостей между параметрами Проверка работоспособности модели Демонстрацию возможности изменения параметров	ПК-5.У.1
6	Вам необходимо провести оптимизацию конструкции детали с целью минимизации массы при сохранении прочностных характеристик. Опишите: Последовательность подготовки модели к оптимизации Выбор целевых функций и ограничений Выбор метода оптимизации Анализ полученных результатов Принятие решения о приемлемости результата	
7	Требуется провести моделирование теплопередачи в многослойной конструкции. Опишите: Подготовку геометрической модели Задание материалов и их свойств Определение граничных условий Создание расчетной сетки Анализ результатов и их интерпретацию	
8	Необходимо создать цифровую модель для исследования аэродинамических характеристик объекта. Опишите: Выбор программного обеспечения Подготовку геометрической модели Определение расчетной области Задание начальных и граничных условий Проведение валидации модели Анализ результатов	
9	Вы работаете над проектом по оптимизации конструкции автомобильного кузова. Требуется: Создать параметрическую модель Провести топологическую оптимизацию Выполнить прочностной расчет Представить результаты в виде наглядной визуализации Обосновать полученные решения	ПК-5.В.1

10	Требуется провести исследование аэродинамических характеристик нового прототипа: Подготовить геометрию Создать расчетную сетку Задать условия на границах Провести серию расчетов при разных углах атаки Представить результаты в виде графиков и векторных полей	
11	Необходимо провести параметрическое исследование влияния геометрических параметров на характеристики конструкции: Определить параметры исследования Создать матрицу экспериментов Провести серию расчетов Обработать результаты Построить поверхности отклика Сделать выводы	
12	Требуется разработать цифровую модель для исследования динамики механической системы: Создать кинематическую схему Задать параметры масс и моментов инерции Определить силовые факторы Провести динамический расчет Проанализировать результаты Предложить улучшения конструкции	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Разработка интеллектуальной системы прогнозирования временных рядов на основе глубокого обучения
2	Моделирование сложных технических систем с использованием многоагентного подхода
3	Разработка системы поддержки принятия решений на основе методов машинного обучения
4	Создание виртуальной лаборатории для исследования динамических систем
5	Разработка системы оптимизации производственных процессов с использованием методов эволюционного поиска
6	Создание системы мониторинга и прогнозирования состояния технических объектов
7	Разработка системы интеллектуального анализа больших данных в научных исследованиях
8	Создание системы виртуального прототипирования промышленных

	изделий
9	Разработка системы оптимизации энергетических систем с использованием методов математического программирования
10	Создание системы прогнозирования климатических изменений на основе методов машинного обучения

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	<p>Какое сочетание типов данных и методов анализа наиболее эффективно для прогнозирования поведения конструкции при нестационарных нагрузках?</p> <p>А) Временные ряды + машинное обучение Б) Спектральный анализ + метод конечных элементов В) Корреляционный анализ + метод конечных разностей Г) Фурье-анализ + метод молекулярной динамики</p> <p>Правильный ответ: Б</p>	ПК-5.3.1
2	<p>Какие из перечисленных методов относятся к численным методам решения дифференциальных уравнений? (выберите несколько правильных ответов)</p> <p>А) Метод конечных элементов Б) Метод Монте-Карло В) Метод конечных разностей Г) Метод молекулярной динамики Д) Метод коллокаций</p> <p>Правильные ответы А, В, Д</p>	
3	<p>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Левый столбец (Методы):</p> <p>А) Метод конечных элементов Б) Метод молекулярной динамики В) Метод конечных разностей Г) Метод Монте-Карло</p> <p>Правый столбец (Области применения):</p> <p>Моделирование микроскопических процессов Решение дифференциальных уравнений в частных производных Статистическое моделирование случайных процессов Расчет напряжений и деформаций в твердых телах</p> <p>Ответ: А-4, Б-1, В-2, Г-3</p>	
4	<p>Прочитайте текст и установите последовательность этапов создания цифровой модели. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>А) Формулировка математической модели Б) Валидация модели В) Создание геометрической модели Г) Проведение вычислительного эксперимента</p>	

	Д) Постановка задачи и определение целей моделирования	
	Правильная последовательность: ДАВБГ	
5	Напишите развернутый ответ. Опишите последовательность действий при верификации цифровой модели. Какие методы и инструменты используются на каждом этапе? Как оценить адекватность полученной модели реальному объекту?	
6	Какое сочетание методов наиболее эффективно для верификации цифровой модели? А) Сравнение с аналитическим решением + физический эксперимент Б) Метод Монте-Карло + статистический анализ В) Параметрический анализ + оптимизация Г) Численное моделирование + экспертная оценка Правильный ответ: А	ПК-5.У.1
7	Какие из перечисленных программных комплексов используются для компьютерного моделирования физических процессов? (выберите несколько правильных ответов) А) ANSYS Б) Microsoft Office В) COMSOL Multiphysics Г) AutoCAD Д) Abaqus Правильные ответы: А, В, Д	
8	Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Левый столбец (Типы моделей): А) Детерминированная модель Б) Стохастическая модель В) Имитационная модель Г) Аналитическая модель Правый столбец (Характеристики): Описывает систему с помощью вероятностных законов Использует математические формулы для описания Основана на случайных числах и событиях Воспроизводит поведение системы во времени Ответ: А-2, Б-1, В-4, Г-3	
9	Прочитайте текст и установите последовательность этапов верификации цифровой модели. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. А) Сравнение с аналитическим решением Б) Проверка входных данных В) Проведение физического эксперимента Г) Корректировка модели при необходимости Д) Сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными Правильная последовательность: БАВДГ	

10	<p>Напишите развернутый ответ.</p> <p>Какие параметры необходимо учитывать при выборе программного обеспечения для проведения компьютерного моделирования физических процессов? Приведите не менее 5 ключевых критериев и обоснуйте их важность.</p>	
11	<p>Какой набор инструментов оптимален для создания параметрической модели и последующего проведения оптимизационного расчета?</p> <p>А) SolidWorks + ANSYS Б) AutoCAD + COMSOL В) CATIA + Abaqus Г) FreeCAD + OpenFOAM</p> <p>Правильный ответ: В</p>	ПК-5.В.1
12	<p>Какие из перечисленных характеристик относятся к преимуществам цифрового моделирования? (выберите несколько правильных ответов)</p> <p>А) Возможность проведения экспериментов без реальных прототипов Б) Экономия материальных ресурсов В) Ускорение процесса проектирования Г) Полная замена физического эксперимента Д) Отсутствие необходимости в высококвалифицированных специалистах</p> <p>Правильные ответы А, Б, В</p>	
13	<p>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Левый столбец (Этапы моделирования):</p> <p>А) Построение математической модели Б) Валидация модели В) Идентификация модели Г) Вычислительный эксперимент</p> <p>Правый столбец (Описание действий):</p> <p>Проверка адекватности модели реальному объекту Определение параметров модели по экспериментальным данным Проведение расчетов с использованием модели Формализация законов сохранения и физических закономерностей</p> <p>Ответ: А-4, Б-1, В-2, Г-3</p>	
14	<p>Прочитайте текст и установите последовательность этапов создания цифрового двойника. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>А) Интеграция с системами управления производством Б) Сбор и обработка данных В) Создание виртуальной модели Г) Калибровка модели Д) Мониторинг и анализ результатов</p> <p>Правильная последовательность: БВГДА</p>	
15	<p>Напишите развернутый ответ.</p> <p>Опишите основные этапы создания цифровой модели для</p>	

	исследования теплопередачи в многослойной конструкции. Укажите, какие методы численного моделирования наиболее эффективны для каждого этапа и почему.	
--	--	--

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- соответствует темам лекций п. 4.2.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой

эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторные работы по дисциплине «Цифровое проектирование и моделирование в научных исследованиях» проводятся в аудитории кафедры № 1 (ауд. 24-12). Для проведения лабораторных работ используются компьютеры с предустановленным ПО, позволяющие выполнять работы по имитационному моделированию по всем основным разделам дисциплины «Цифровое проектирование и моделирование в научных исследованиях». Порядок проведения лабораторной работы:

1. Вводная часть

- получение обучающимся допуска к работе (устный опрос)
- получение обучающимся задания
- сообщение преподавателем указаний к работе (описание лабораторной установки, напоминание о порядке выполнения работы и исследуемых параметрах, показ способов выполнения отдельных операций, предупреждение о возможных ошибках)

2. Основная часть

- выполнение обучающимся поставленной задачи
- сообщение преподавателем (в случае необходимости) дополнительных указаний (повторный показ или разъяснение исполнительских действий)

3. Заключительная часть

В заключительной части студент должен продемонстрировать полученные результаты преподавателю.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие разделы:

- цель лабораторной работы
- формулировка задания
- основная часть (должна содержать описание лабораторной установки, необходимые таблицы, графики, экспериментальные данные и результаты расчетов)
- вывод (описываются итоги работы, проводится анализ полученных результатов)

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

11.3. Требования к оформлению отчета о лабораторной работе изложены в действующем стандарте ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления», который можно найти в Интернете на сайте ГУАП http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовая работа позволяет обучающемуся:

– систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;

– применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;

– углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;

– сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;

– приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;

– сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;

– сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;

– развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;

– развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;

– сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

Структура пояснительной записки курсовой работы

Цель курсовой работы по дисциплине «Цифровое проектирование и моделирование в научных исследованиях»:

Цель курсовой работы по дисциплине «Цифровое проектирование и моделирование в научных исследованиях» заключается в:

1. Углублении и систематизации теоретических и практических знаний, полученных при изучении дисциплины

2. Формировании навыков:

- самостоятельной исследовательской работы
- практической деятельности в области цифрового проектирования
- работы с современными инструментами моделирования

3. Развитии умений:

- анализировать и обобщать научные данные
- применять методы цифрового моделирования
- оценивать достоверность результатов
- представлять полученные результаты

4. Приобретении опыта:

- проведения научно-исследовательских работ
- использования специализированного программного обеспечения

5. Подготовке к:

- выполнению выпускной квалификационной работы
- профессиональной деятельности в области научных исследований
- решению практических задач с помощью методов цифрового моделирования

Курсовая работа по дисциплине «Цифровое проектирование и моделирование в научных исследованиях» выполняется в формате научных статей, которые отражают как промежуточные, так и итоговые результаты проведенного исследования.

Требования к оформлению статей:

Промежуточные результаты оформляются в виде: статей-обзоров по исследуемой проблематике, статей о разработанных математических моделях, статей о проведенных вычислительных экспериментах, статей с предварительными результатами исследования.

Итоговый результат представляется в виде: полноформатной научной статьи с комплексными результатами исследования, аналитической статьи с обобщением полученных данных, статьи с практическими рекомендациями по применению результатов.

Структура каждой научной статьи должна включать:

1. аннотацию
2. ключевые слова
3. введение
4. основную часть
5. результаты и обсуждение
6. заключение
7. список литературы

При написании статей необходимо соблюдать требования к оформлению научных публикаций, правила цитирования источников, нормы академической этики

Каждая статья должна иметь:

Обоснованную научную новизну

Практическую значимость

Выводы

Так же может содержать направления дальнейших исследований

Результаты работы должны быть изданы в научных журналах и представлению на научных конференциях ГУАП.

Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы

Все расчеты выполняются в соответствии с требованиями ЕСКД.

Пояснительная записка к курсовой работе оформляется в соответствии со следующими ГОСТ:

1. ГОСТ 7.32-2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».
2. ГОСТ 2.105-2019 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам».
3. ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления».

ГОСТы можно найти в Интернете на сайте ГУАП

<http://guap.ru/guap/standart/>

Учебно-методическая литература содержится в таблице 8:

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

В ходе выполнения самостоятельной работы обучающийся изучает теоретический материал дисциплины, решает типовые задачи и задания курсовой работы, размещенные в ИСО ГУАП: <http://pro.guap.ru/> <https://lms.guap.ru/>

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости обучающихся проводится в соответствии с СТО ГУАП СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов ГУАП, обучающихся по образовательным программам высшего образования».

По дисциплине «Цифровое проектирование и моделирование в научных исследованиях» предусматриваются следующие возможные методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- устный опрос на занятиях;
- защита курсовых работ;
- тестирование.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Вариантом промежуточной аттестации наряду с устным экзаменом по прикладной механике может быть письменное тестирование.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой