

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

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«15» декабря 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Имитационное моделирование физических и технологических процессов»
(Наименование дисциплины)

| | |
|---|--------------------------------------|
| Код направления подготовки/ специальности | 27.03.01 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Стандартизация и метрология |
| Наименование направленности/ специализации | Цифровая метрология и стандартизация |
| Форма обучения | очная |
| Год приема | 2026 |

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н., доцент

Е.Э. Аман

08.12.25

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«08» декабря 2025 г, протокол № 05

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н.,доц.

(уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц.,к.т.н.,доц.

(должность, уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Имитационное моделирование физических и технологических процессов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 27.03.01 «Стандартизация и метрология» направленности/специализации «Цифровая метрология и стандартизация». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»

ПК-6 «Способен применять технологии искусственного интеллекта в профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ознакомлением студентов с основами имитационного моделирования, методами разработки имитационных моделей различных систем, современные прикладные программные средства для анализа и моделирования процессов и систем, а так же формирования навыков практического решения задач механики.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (6 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цели преподавания дисциплины «Имитационное моделирование физических и технологических процессов» состоят в формировании у обучающихся профессиональных компетенций и навыков владения математическим аппаратом имитационного моделирования, развития навыков логических рассуждений и формулирования математических моделей, ознакомление с возможностями и практическим значением имитационного моделирования, получении навыков решения задач механики и постановки компьютерного эксперимента, освоению способов интерпретации результатов имитационного моделирования и применению их для обоснования решений, а так же заложение основы для дальнейшего изучения имитационного моделирования в профессиональной деятельности.

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 |
|--------------------------------|---|--|
| Универсальные компетенции | УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.3.2 знать методики системного подхода для решения поставленных задач УК-1.В.1 владеть навыками критического анализа и синтеза информации, в том числе с помощью цифровых инструментов УК-1.В.2 владеть навыками системного подхода для решения поставленных задач |
| Профессиональные компетенции | ПК-6 Способен применять технологии искусственного интеллекта в профессиональной деятельности | ПК-6.3.2 знать методы имитационного моделирования ПК-6.В.2 владеть навыками применения имитационного моделирования физических и технологических процессов |

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Математический анализ»,
- «Механика»,
- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»

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

- «Моделирование систем и процессов»

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 |
|---|-------------|---------------------------|
| | | №6 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 3/ 108 | 3/ 108 |
| Из них часов практической подготовки | 17 | 17 |
| Аудиторные занятия, всего час. | 51 | 51 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 17 | 17 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | | |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | 34 | 34 |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | | |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 57 | 57 |
| Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.) | Дифф. зач., | Дифф. зач., |

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 6 | | | | | |
| Раздел 1. Общие вопросы имитационного моделирования | 2 | | 2 | | 12 |
| Тема 1.1. Описание явлений | 2 | | 2 | | 10 |
| Тема 1.2. Законы сохранения | 3 | | 2 | | 13 |
| Тема 1.3. Деформации и закон Гука | | | 2 | | |
| Раздел 2. Метод конечных элементов (МКЭ) | | | 4 | | |
| Тема 2.1. МКЭ в одномерных задачах | 2 | | 4 | | 7 |
| Тема 2.2. МКЭ в двухмерных и трехмерных задачах | 3 | | 4 | | 7 |
| Тема 2.3. Описание и моделирование физических и технических процессов | 5 | | 4 | | 8 |
| Итого в семестре: | 17 | | 34 | | 57 |
| Итого | 17 | 0 | 34 | 0 | 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. Общие вопросы имитационного моделирования</p> <p>Тема 1.1. Описание явлений</p> <p>Описание задачи. Математическое моделирование. Точное решение. Варианты возможного решения. Описание курса.</p> <p>Тема 1.2. Законы сохранения</p> <p>Описание сред. Гипотезы и предположения. Законы сохранения. Скаляр. Вектор. Тензор. Виды сил. Напряжения. Симметричность тензора напряжений. Уравнения динамики среды. Запись уравнений в лагранжевой форме.</p> <p>Тема 1.3. Деформации и закон Гука</p> <p>Градиент деформации. Тензор деформации и в чем его смысл. Снова уравнения динамики. Изотропия и анизотропия. Вывод закона Гука. Виды задач упругости. Плоские задачи.</p> |
| 2 | <p>Раздел 2. Метод конечных элементов (МКЭ)</p> <p>Тема 2.1. МКЭ в одномерных задачах</p> <p>Сильная и слабая формулировка задачи. Кусочно-линейные базисные функции. Решение линейной системы. Граничные условия. Оценка погрешности.</p> <p>Тема 2.2. МКЭ в двухмерных и трехмерных задачах</p> <p>Слабая формулировка самой общей задачи. Плосконапряженная задача. Глобальная и локальная матрицы жесткости. Учет граничных условий. Трехмерный случай.</p> <p>Тема 2.3. Описание и моделирование физических и технических процессов</p> <p>Нелинейные задачи. Решение систем линейных уравнений. Нестационарные задачи. Собственные колебания. Открытые программы по МКЭ для дальнейшего изучения.</p> |

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 6 | | | | |

| | | | | |
|-------|--|----|--|---|
| 1 | Основы имитационного моделирования. Базовые навыки | 2 | | 1 |
| 2 | Подготовка расчетной модели | 2 | | 1 |
| 3 | Построение сетки | 2 | | 1 |
| 4 | Адаптивная сетка | 2 | | 1 |
| 5 | Диагностика контакта | 2 | | 1 |
| 6 | Тонкостенный диск | 4 | | 2 |
| 7 | Имитационное моделирование стержня при изгибе | 4 | | 2 |
| 8 | Прочностной анализ | 4 | | 2 |
| 9 | Линейный анализ устойчивости | 4 | | 2 |
| 10 | Анализ закритического поведения | 4 | | 2 |
| 11 | Пластичность Моделирование цикла нагрузки/разгрузки | 4 | | 2 |
| Всего | | 34 | | |

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

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 6, час |
|--|---------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 40 | 40 |
| Курсовое проектирование (КП, КР) | | |
| Расчетно-графические задания (РГЗ) | | |
| Выполнение реферата (Р) | | |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 10 | 10 |
| Домашнее задание (ДЗ) | | |
| Контрольные работы заочников (КРЗ) | | |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 7 | 7 |
| 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. разделов 6-11.

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) |
|--------------------|---|--|
| | Буткарева, Н. Г. Компьютерное моделирование в прикладной механике : учебное пособие / Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 52 с. — ISBN 978-5-907054-52-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157092 (дата обращения: 08.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. | |
| | Красильников, А. З. Методы оптимизации в прикладной механике : учебное пособие / А. З. Красильников, Н. Р. Туркина. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 42 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157065 (дата обращения: 08.09.2022). — 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://e.lanbook.com/ | Электронно-библиотечная система 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 учебно-наглядными 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 |
|------------------------------|----------------------------|
| Дифференцированный зачёт | Список вопросов; Тесты |

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 | Характеристика сформированных компетенций |
|--------------------|---|
| 5-балльная шкала | |

| Оценка компетенции 5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций |
|--|--|
| «отлично» «зачтено» | Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**. |
| «хорошо» «зачтено» | 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. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**. |
| «удовлетворительно» «зачтено» | – 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. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**. |
| «неудовлетворительно» «не зачтено» | – 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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**. |

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 |
|-------|--|----------------|
| | Учебным планом не предусмотрено | |

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 |
|-------|---|----------------|
| 1 | Граничные элементы. Моделирование условий контакта. | УК-1.3.2 |
| 2 | Применение МКЭ для решения динамических задач. | |
| 3 | Метод конечных объемов: основные понятия. | УК-1.В.1 |

| | | |
|----|--|----------|
| 4 | Инструменты создания геометрической модели | |
| 5 | Получить решение задачи о толстостенном цилиндре под внутренним давлением | УК-1.В.2 |
| 6 | Убедитесь, что для изотропного материала угловые деформации не зависят от нормальных напряжений, а продольные деформации не зависят от касательных напряжений. | |
| 7 | Построение и характеристики сеток | ПК-6.3.2 |
| 8 | Решение задач методом конечных элементов. | |
| 9 | Расчеты балочных конструкций. | ПК-6.В.2 |
| 10 | Расчет объемной статической задачи линейной теории упругости | |

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

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

| № п/п | Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы |
|-------|--|
| | Учебным планом не предусмотрено |

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 | Какие типы анализа доступны в Ansys? а) Статический анализ. б) Динамический анализ. в) Тепловой анализ. г) Все вышеперечисленные. Правильный ответ Г | УК-1.3.2 |
| 2 | Что является основной задачей метода конечных элементов? а) Разбиение области на конечные элементы. б) Решение дифференциальных уравнений. в) Получение матрицы жесткости. Правильные ответы А-В | |
| 3 | Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце Соответствие между законами Ньютона и их формулировками: Первый закон Ньютона: а) Существуют такие системы отсчёта, называемые инерциальными, в которых материальная точка сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока внешние воздействия не изменят этого состояния. Второй закон Ньютона: б) Сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на сообщаемое этой силой ускорение: $F=ma$. Третий закон Ньютона: в) Силы, с которыми два тела | |

| | | |
|---|--|----------|
| | действуют друг на друга, равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны. | |
| 4 | Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо Установите последовательность решения задач на плоскую систему сходящихся сил геометрическим способом: 1-Определить точку, равновесие которой нужно исследовать, 2-Найти неизвестные реакции при помощи теоремы синусов, 3-Определить активные силы, 4-Построить силовой многоугольник(треугольник) 5-Заменить связи, реакциями связей, 6- Проверить правильность нахождения реакций Правильный ответ: 1-3-5-4-2-6 | |
| 5 | Напишите развернутый ответ. Что называется конечно-элементной моделью? | |
| 6 | Какой тип анализа используется для определения напряжений и деформаций в конструкции? а) Статический анализ. б) Динамический анализ. в) Тепловой анализ. г) Акустический анализ Правильный ответ А | УК-1.В.1 |
| 7 | Какие типы конечных элементов существуют? а) Стержневые элементы. б) Оболочечные элементы. в) Объемные элементы. Правильные ответы А-В | |
| 8 | Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце 1. Опора допускает поворот вокруг шарнира и перемещение вдоль опорной поверхности. Реакция направлена перпендикулярно опорной поверхности-это: Б) шарнирно-подвижная опора; 2. Опора допускает поворот вокруг шарнира и может быть заменена двумя составляющими силы вдоль осей координат-это: В) шарнирно-неподвижная опора. 3. Опора не допускает поворот вокруг шарнира и может быть заменена двумя составляющими силы вдоль осей координат-это: А) защемление; | |
| 9 | Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо Установите последовательность построения эпюр для решения задач на растяжение-сжатие: 1- Определить нормальные напряжения σ , 2- Найти продольную силу N , 3- Разбить брус на участки, 4- Построить эпюру продольных сил, | |

| | | |
|----|--|----------|
| | 5- Построить эпюру нормальных напряжений Правильный ответ 3-2-4-1-5 | |
| 10 | Напишите развернутый ответ. Что такое степени свободы элемента, модели? | |
| 11 | Какой тип анализа используется для моделирования поведения жидкости или газа? а) Статический анализ. б) Динамический анализ. в) Тепловой анализ. г) CFD (Computational Fluid Dynamics). Правильный ответ Г | УК-1.В.2 |
| 12 | Какие типы граничных условий могут быть заданы в методе конечных элементов? а) Дифференциальные уравнения. б) Граничные условия первого рода (задание перемещений). в) Граничные условия второго рода (задание сил). г) Граничные условия третьего рода (смешанные условия). Правильные ответы А-Г | |
| 13 | Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце Соответствие между типами деформаций и их определениями: Растяжение: а) Деформация, при которой происходит изменение формы и размеров тела под действием внешних сил, направленных перпендикулярно его поверхности. Сжатие: б) Деформация, при которой происходит изменение формы и размеров тела под действием внешних сил, направленных параллельно его поверхности. Изгиб: в) Деформация, при которой происходит искривление оси или срединной поверхности деформируемого объекта под действием внешних сил или моментов. Кручение: г) Деформация, при которой происходит поворот поперечных сечений тела под действием внешних крутящих моментов, при этом продольные слои поворачиваются относительно друг друга на некоторый угол. | |
| 14 | Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо Установить последовательность требований предъявляемые к машинам: 1. Технологичность конструкции; 2. Работоспособность; 3. Надежность; 4. Эргономичность и эстетичность. Правильный ответ: 2-3-1-4 | |
| 15 | Напишите развернутый ответ. Запишите матричное уравнение жесткости элемента | |
| 16 | Какой тип анализа используется для моделирования электромагнитных полей? а) Статический анализ. | ПК-6.3.2 |

| | | |
|----|---|----------|
| | б) Динамический анализ. в) Тепловой анализ. г) Электромагнитный анализ. Правильный ответ Г | |
| 17 | Какие методы используются для проверки сходимости решения в методе конечных элементов? а) Сравнение решений на разных сетках. б) Сравнение с аналитическим решением Правильные ответы А и Б | |
| 18 | Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце Соответствие между параметрами прочности и их определениями: Предел текучести: а) Напряжение, при котором материал начинает деформироваться без увеличения нагрузки. Предел прочности: б) Максимальное напряжение, которое материал может выдержать без разрушения. Модуль упругости: в) Мера жёсткости материала, определяющая его способность сопротивляться деформации при приложении нагрузки. Коэффициент Пуассона: г) Отношение поперечной деформации к продольной при одноосном растяжении или сжатии в пределах упругих деформаций. | |
| 19 | Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо Метод сечений позволяет определить внутренние силы, возникающие в стержне, находящемся в равновесии под действием внешней нагрузки. Этапы метода сечений включают (укажите верную последовательность): 1. Разрезание: Разрезаем стержень на две части плоскостью, перпендикулярной его оси. 2. Отбрасывание: Отбрасываем одну из частей стержня. 3. Замена: Заменяем действие отброшенной части внутренними силами. 4. Уравновешивание: Уравновешиваем оставшуюся часть стержня, используя уравнения равновесия. | |
| 20 | Напишите развернутый ответ. Каковы возможные причины нелинейности уравнений МКЭ? | |
| 21 | Какой тип анализа используется для моделирования взаимодействия конструкции с окружающей средой? а) Статический анализ. б) Динамический анализ. в) Тепловой анализ. г) CFD (Computational Fluid Dynamics). Правильный ответ Г | ПК-6.В.2 |
| 22 | Какие недостатки имеет метод конечных элементов? а) Сложность построения сетки. б) Необходимость использования мощных вычислительных ресурсов. | |

| | | |
|----|--|--|
| | Правильные ответы А и Б | |
| 23 | Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце Соответствие между методами испытаний и их целями: Испытание на растяжение: а) Определение предела прочности, предела текучести и модуля упругости материала. Испытание на сжатие: б) Определение способности материала выдерживать сжимающие нагрузки без разрушения. Испытание на изгиб: в) Определение способности материала выдерживать изгибающие нагрузки без разрушения. Испытание на кручение: г) Определение способности материала выдерживать крутящие моменты без разрушения. | |
| 24 | Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо В какой последовательности изучаются разделы механики: 1 – Сопротивление материалов 2 – Теоретическая механика 3 – Детали машин Правильный ответ: 2-1-3 | |
| 25 | Напишите развернутый ответ. Как выводится общее уравнение МКЭ из условий равновесия узлов? | |

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:

- представлена в 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 «Имитационное моделирование физических и технологических процессов» 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 «Имитационное моделирование физических и технологических процессов».

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

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

11.3. 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/>

11.4. 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 «Прикладная механика» предусматриваются следующие возможные методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- устный опрос на занятиях;
- тестирование.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с 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 |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |