

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

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

д.э.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.В. Окрепилов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» _июня_ 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

| | |
|---|---|
| Код направления подготовки/ специальности | 27.05.02 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники |
| Наименование направленности | Метрологическое обеспечение космических средств |
| Форма обучения | очная |

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.
(должность, уч. Степень, звание)



21.06.23

(подпись, дата)

Аман Е.Э.

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«21» июня 2023 г, протокол № 6/2

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н., доц.
(уч. Степень, звание)



21.06.23

(подпись, дата)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 27.05.02(04)

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)



22.06.23

(подпись, дата)

Р.Н. Целмс

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

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



22.06.23

(подпись, дата)

Ю.А. Новикова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Имитационное моделирование физических и технологических процессов» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 27.05.02 «Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники» направленности «Метрологическое обеспечение космических средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий»

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами построения и анализа простых имитационных и математических моделей, решением и анализом задач механики в современных системах автоматизированного проектирования.

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 зачета.

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

Цель преподавания заключается в получении обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области моделирования трехмерных твердых тел, решения и анализа задач механики деформируемого твердого тела в современных системах автоматизированного проектирования, а так же дать систематические знания методов моделирования физико-технических процессов. Овладеть основными концепциями имитационного моделирования с использованием современных компьютерных программ инженерного анализа.

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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | УК-1.3.1 знать методы критического анализа и системного подхода УК-1.3.3 знать цифровые ресурсы, инструменты и сервисы для решения задач/проблем профессиональной деятельности УК-1.У.1 уметь осуществлять критический анализ и синтез информации УК-1.У.3 уметь вырабатывать стратегию действий для решения проблемной ситуации УК-1.В.2 владеть навыками использования алгоритмов и цифровых средств, предназначенных для анализа информации и данных |
| Профессиональные компетенции | ПК-6 Способен применять технологии искусственного интеллекта в профессиональной деятельности | ПК-6.3.2 знать методы имитационного моделирования ПК-6.У.1 уметь обрабатывать, визуализировать и анализировать данные 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:

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

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

- «Надежность технических систем»,

– «Основы проектирования продукции»

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 | 25 | 25 |
| Аудиторные занятия, всего час. | 68 | 68 |
| 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) | 17 | 17 |
| экзамен, (час) | | |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 40 | 40 |
| Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Зачет | Зачет |

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 6 | | | | | |
| Раздел 1. Теория имитационного моделирования физико-технических задач | 5 | | 10 | | 10 |
| Тема 1.1. Основные понятия МКЭ | | | | | |
| Тема 1.2. Уравнения жесткости конечного элемента | 1 | | 2 | | 2 |
| Тема 1.3. Граничные и начальные условия. Решение уравнений МКЭ | 1 | | 2 | | 2 |
| Тема 1.4. Анализ полученных результатов | 1 | | 2 | | 2 |
| Тема 1.5. Применение МКЭ в решении различных задач и его реализация в программных пакетах | 1 | | 2 | | 2 |
| Раздел 2. Препроцессинг | 8 | | 8 | | 8 |
| Тема 2.1. Создание и редактирование эскизов. | 2 | | 2 | | 2 |
| Тема 2.2. Параметрическое моделирование. | 2 | | 2 | | 2 |
| Тема 2.3. Характеристики расчетных сеток. | 2 | | 2 | | 2 |
| Тема 2.4. Критерии качества сетки.. | 2 | | 2 | | 2 |

| | | | | | |
|--|----|---|----|----|----|
| Раздел 3. Имитационное моделирование в механике | 4 | | 16 | | 12 |
| Тема 3.1. Статический прочностной анализ. | 1 | | | | |
| Тема 3.2. Линейный анализ устойчивости и моделирование | 1 | | 4 | | 3 |
| Тема 3.3. Обзор нелинейностей. | 1 | | 4 | | 3 |
| Тема 3.4. Основы пластичности. | 1 | | 4 | | 3 |
| Выполнение курсового проекта | | | | 17 | |
| Итого в семестре: | 17 | | 34 | 17 | 40 |
| Итого | 17 | 0 | 34 | 17 | 40 |
| | | | | | |

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 | Раздел 1. Теория имитационного моделирования физико-технических задач Тема 1.1. Основные понятия МКЭ Тема 1.2. Уравнения жесткости конечного элемента Тема 1.3. Граничные и начальные условия. Решение уравнений МКЭ Тема 1.4. Анализ полученных результатов Тема 1.5. Применение МКЭ в решении различных задач и его реализация в программных пакетах |
| 2 | Раздел 2. Препроцессинг Тема 2.1. Создание и редактирование эскизов. Тема 2.2. Параметрическое моделирование. Тема 2.3. Характеристики расчетных сеток. Тема 2.4. Критерии качества сетки.. |
| 3 | Раздел 3. Имитационное моделирование в механике Тема 3.1. Статический прочностной анализ. Тема 3.2. Линейный анализ устойчивости и моделирование Тема 3.3. Обзор нелинейностей. Тема 3.4. Основы пластичности. |

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 | Рестарт | 2 | | 1 |
| 3 | Линейный поиск | 2 | | 1 |
| 4 | Тонкостенный диск | 2 | | 1 |
| 5 | Имитационное моделирование стержня при изгибе (большой прогиб стержня) | 2 | | 1 |
| 6 | Подготовка расчетной модели | 2 | | 2 |
| 7 | Построение сетки | 2 | | 2 |
| 8 | Изучение инструментов предварительной подготовки эскиза | 2 | | 2 |
| 9 | Адаптивная сетка | 2 | | 2 |
| 10 | Прочностной анализ | 4 | | 3 |
| 11 | Линейный анализ устойчивости | 4 | | 3 |
| 12 | Анализ закритического поведения | 4 | | 3 |
| 13 | Диагностика контакта | 4 | | 3 |
| Всего | | 34 | | |

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 6, час |
|---|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 25 | 25 |
| Курсовое проектирование (КП, КР) | | |
| 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: | 40 | 40 |

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) |
|--------------------|---|---|
| | 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 |
|------------------------------|----------------------------|
|------------------------------|----------------------------|

| | |
|------------------------------|--|
| Зачет | Список вопросов; Тесты. |
| Выполнение курсового проекта | Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта. |

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 | |
| «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 |
|-------|--|----------------|
|-------|--|----------------|

| | | |
|--|---------------------------------|--|
| | 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 | Запишите матричное уравнение жесткости элемента | УК-1.3.2 |
| 2 | Продемонстрируйте решение задачи МКЭ. | УК-1.В.1 |
| 3 | Создайте фаску 3 мм на произвольном ребре модели. На другом ребре создайте скругление постоянного радиуса 5 мм. | УК-1.В.2 |
| 4 | Какие виды нелинейностей вам известны? | ПК-6.3.2 |
| 5 | Какие инструменты создания геометрической модели вы знаете? | |
| 6 | Перечислите основные понятия метода конечных элементов. | |
| 7 | Назовите типы конечных элементов. Что означает порядок конечного элемента? | |
| 8 | Создайте любую геометрическую модель и запустите модуль симуляции. Ознакомьтесь с рабочей областью модуля симуляции и ответьте на вопрос: Где находится главное меню, дерево проекта, окно настроек, панели инструментов, графическое окно, окно сообщений? | ПК-6.В.2 |
| 9 | Создайте любую геометрическую модель и запустите модуль симуляции. Ознакомьтесь с рабочей областью модуля симуляции и ответьте на вопрос: Какой раздел в дереве проекта позволяет управлять настройками сетки? | |
| 10 | Создайте любую геометрическую модель и запустите модуль симуляции. Ознакомьтесь с рабочей областью модуля симуляции и ответьте на вопрос: Какой командой необходимо воспользоваться для предварительного просмотра поверхностной сетки? | |
| 11 | Создайте любую геометрическую модель и запустите модуль симуляции. Ознакомьтесь с рабочей областью модуля симуляции и ответьте на вопрос: С помощью какого параметра можно изменить плотность сетки? | |

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 | Моделирование напряжённо-деформированного состояния конструкции |
| 2 | Динамический корпус подшипника |
| 3 | Моделирование систем и комплексов |
| 4 | Анализ двухступенчатого цилиндрического редуктора при заданном значении крутящего момента на входном валу. |
| 5 | Анализ параметров конструкции шатуна двигателя |
| 6 | Анализ переходных процессов рычажного механизма при разгоне |
| 7 | Анализ рамной конструкции машин при поэтапном приложении внешних воздействий |

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 | Для чего предназначены Tree Outline и Details View? | УК-1.3.2 |
| 2 | Чем отличается режим эскизирования от режима моделирования? | |
| 3 | Создайте эскиз с произвольным замкнутым контуром из отрезков. Задайте размеры контура. | УК-1.В.1 |
| 4 | Отредактируйте эскиз, добавив в него окружности с контуром. Задайте связь – параллельность отрезков одной из сторон контура. | |
| 5 | Создайте новый материал с именем «NewMat1». Задайте ему упругие свойства (модуль Юнга и коэффициент Пуассона). | УК-1.В.2 |
| 6 | Измените упругие свойства материала «NewMat1», сделав модуль Юнга зависящим от температуры. Задайте несколько значений при различных температурах. | |
| 7 | Запишите матричное уравнение жесткости элемента. (свободный ответ) | ПК-6.3.2 |
| 8 | Что называется конечно-элементной моделью? (свободный ответ) | |
| 9 | Создайте объемный шестигранник по произвольным размерам. Сгенерируйте сетку по умолчанию. Осуществите локальное изменение сетки указанием радиуса зоны изменений в форме сферы относительно любой точки. (свободный ответ) | ПК-6.В.2 |
| 10 | Для чего предназначена опция ... меню панели инструментов? (свободный ответ) | |

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, приходиться 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 курсового проектирования/выполнения курсовой работы

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

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

освоить практическое применение знаний в области компьютерного инженерного анализа конструкций и процессов, приобрести навыки самостоятельной работы, обеспечивает развитие творческих и аналитических способностей, которые в дальнейшем послужат основой для выполнения дипломного проекта.

Задачи курсовой работы:

- углубление и проверка практических навыков в области компьютерного инженерного анализа, полученных студентами при изучении дисциплины «Имитационное моделирование физических и технологических процессов»;

- применение численных методов решения систем уравнений в частных производных для задач механики деформируемого твердого тела, теплообмена, гидро- и электродинамики с использованием современных компьютерных технологий;

- формирование навыков компьютерного инженерного анализа элементов машин общего назначения с оптимизацией их параметров и топологии.

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- реферат;
- содержание;
- введение;
- теоретическая часть:
постановка задачи;
описание программ и методов решения задачи;
- практическая часть:
создание геометрической модели;
компьютерное моделирование;
проверка результатов моделирования;
анализ результатов моделирования;
- оптимизационные расчеты;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Титульный лист является первой страницей расчетно-пояснительной записки. Выполняется на бланке установленной формы. На титульном листе рамки не выполняют, штамп основной надписи не приводят.

Задание на проектирование является главным руководством, на основании которого разрабатывается проект. Задание выполняется на бланке установленного образца, который выдается руководителем курсовой работы. Задание утверждается преподавателем. При получении задания студент ставит на нем свою подпись.

Реферат – краткая характеристика выполненного проекта, предназначенная для предварительного ознакомления с проектом и отражающая основное содержание работы с точки зрения ее достоинств и достижения цели, поставленной в теме проекта. Текст реферата пишется на стандартном листе, оформленном рамкой. Основную надпись на данном листе не помещают. Номер страницы не проставляют.

Заголовок «Реферат» пишется с прописной буквы и располагается на отдельной строке симметрично тексту. Объем реферата – не более одной страницы. Вначале указывают объем проектной документации: перечисляют общий объем текстовых материалов с выделением, в том числе иллюстраций (эскизов, рисунков, таблиц и т. п.); указывают объем графической части проекта, количество использованных источников. Далее приводят ключевые слова. Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста пояснительной записки, которые в наибольшей степени характеризуют содержание. Ключевые слова приводят в именительном падеже и записывают строчными буквами в строку через запятые после слов «Ключевые слова». Затем дают краткое содержание проекта (работы), отражающее цель работы, методы разработки, принятые решения, приводят итоговые результаты и основные показатели, указывают возможности внедрения основных результатов проекта.

Содержание предназначено для облегчения поиска необходимых материалов при чтении записки, а также для общего ознакомления с работой и представления об объемах всех разделов. Содержание начинает текстовую часть пояснительной записки. Его размещают сразу после листа реферата с новой страницы и при необходимости продолжают на последующих листах. Слово «Содержание» пишут с прописной буквы посередине страницы. В содержании приводят порядковые номера и наименования разделов, подразделов и пунктов, имеющих наименование, а также приложения с их обозначениями и наименованиями. Указывается номер листа (страницы), на котором размещено начало материала (раздела, подраздела и т. п.). На первой странице содержания приводят основную надпись по форме, соответствующей основной надписи первого листа текстового материала.

Текстовые материалы пояснительной записки выполняются машинописным способом, в текстовом редакторе Word с использованием шрифта Times New Roman размером 14 pt (пунктов) с полуторным интервалом, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 12,5 мм. Основные надписи на листах пояснительной записки выполняют по формам согласно ГОСТ 2.104–2006. Слова в названии разделов, подразделов и пунктов не переносятся. Разделам присваивают порядковые номера, которые обозначают арабскими цифрами без точки и записывают с абзацного отступа полужирным шрифтом строчными буквами с первой прописной. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Название подраздела пишется с абзацного отступа полужирным шрифтом строчными буквами с первой прописной. Нумерация пунктов обычно не выполняется. При необходимости нумерации пунктов номер его состоит из номера раздела, номера подраздела и номера пункта, разделенных точками. В конце номера пункта точка не ставится. Название пункта пишется с абзацного отступа строчными буквами с первой прописной. Заголовки подразделов (пунктов) не должны повторять содержание заголовков разделов (подразделов). Заголовок записывается с прописной буквы. Точка в конце не ставится. Заголовки не подчеркиваются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Расстояние между заголовком и текстом равно 3 интервалам при выполнении машинописным способом. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала при выполнении машинописным способом. Каждый раздел пояснительной записки следует начинать с новой страницы.

Список использованных источников оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003. Библиографический указатель использованной при выполнении литературы дается на отдельной странице (страницах) под заголовком «Список использованных источников». Заголовок порядкового номера не имеет.

Приложения. Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы

большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ, и т. д.

Приложения оформляют как продолжение записки на последующих ее листах. В тексте записки на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте записки. Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А4×3, А4×4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301. Все приложения (при их наличии) должны быть перечислены в содержании документа с указанием их номеров и заголовков.

Пояснительную записку (ПЗ) и графический материал (при необходимости) следует оформлять в соответствии с положением о порядке организации курсового и дипломного проектирования и защиты курсовых проектов.

Математические формулы в пояснительной записке могут располагаться внутри текста или отдельными строками. Внутри текста не помещают сложные формулы и формулы-дроби. Их, как правило, не нумеруют. На отдельных строках приводят сложные формулы, которые обычно сопровождаются пояснениями примененных символов. При этом выше и ниже формулы необходимо оставлять по одной свободной от записи строке. Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, отделяют запятой. Если формула не уместится в одну строку, то делается перенос. Переносить формулу на следующую строку допускается только на знаках выполнения операций: плюс (+), минус (–), умножение (×) или на знаках равенства (=), неравенства (\neq), знаках соотношений и т. п. При переносах формул знак операции, на котором выполняется перенос, проставляется дважды: в конце первой строки и в начале следующей строки. Все формулы, помещенные в тексте пояснительной записки, нумеруют арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа от нее в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и номера формулы, разделенных точкой, например: (3.1). В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими стандартами. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. Обозначение единиц измерения физических величин в каждом пояснении следует отделять запятой от текста пояснения. Расшифровку буквенного символа производят один раз при первом его использовании в тексте или формуле. При написании формул следует соблюдать пунктуацию и орфографию предложения. В формулах точка как знак умножения перед буквенным символом после скобки и перед скобкой не ставится.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. Пример: «Таблица 1» или «Таблица 1.1», или «Таблица А.1», если она приведена в приложении А. Название таблицы должно отражать содержание таблицы, быть точным, кратким. Название следует размещать над таблицей после слова «Таблица». При переносе части таблицы на другие страницы название помещают только над первой частью таблицы. На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте. При ссылке необходимо писать слово «таблица» с указанием ее номера. Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц. Название таблицы выравнивают по ширине без отступа. Шрифт названия таблицы и текста внутри таблицы уменьшают на 2 pt по сравнению с основным текстом пояснительной записки.

Заголовки граф и строк в таблице следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят.

Иллюстрации могут быть выполнены на белой бумаге, «миллиметровке», ватмане и т. п. Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации именуется (обозначаются) словом «Рисунок» и нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией, даже если в тексте приводится только одна иллюстрация. Слово «Рисунок» с номером помещают под иллюстрацией. При большом количестве иллюстраций допускается нумеровать их в пределах раздела. В этом случае указывают номера раздела и рисунка в пределах данного раздела, разделенные точкой. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации, «... в соответствии с рисунком 1.2» – при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации должны иметь наименование, которое записывается под иллюстрацией с обозначением. Пример: «Рисунок 1 – Трехмерная модель детали». Слово «Рисунок» и название рисунка выравниваются по центру и пишутся шрифтом на 2 pt меньше, чем текст основной записки. Иллюстрации могут иметь пояснительные данные. Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных. Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных

частей в пределах данной иллюстрации, которые размещают в возрастающей последовательности слева направо. Листы, на которых размещены иллюстрации, включают в общую нумерацию листов записки.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

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 |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |