

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

Кафедра № 31

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«16» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы создания цифровых двойников»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Автоматизация технологических процессов и производств
Наименование направленности/ специализации	Автоматизация технологических процессов и производств
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст. преп.
(должность, уч. степень, звание)

16.02.2026
(подпись, дата)

С.С. Тимофеев
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«16» февраля 2026 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

16.02.2026
(подпись, дата)

В.Ф. Шишляков
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

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

16.02.2026
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Основы создания цифровых двойников» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленности/специализации «Автоматизация технологических процессов и производств». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования средств и систем автоматизации»

ПК-2 «Способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытаний с использованием современных средств автоматизированного проектирования»

Содержание дисциплины рассмотрены основы организации современного и перспективного компьютерно-интегрированного проектирования электромеханических устройств. Методы и средства машинной графики, трехмерного моделирования, основы теории метода конечных элементов и реализующие его программные продукты.

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 экзамена (7 семестр).

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

Содержание дисциплины рассмотрены основы организации современного и перспективного компьютерно-интегрированного проектирования электромеханических устройств. Методы и средства машинной графики, трехмерного моделирования, основы теории метода конечных элементов и реализующие его программные продукты. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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-1 Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования средств и систем автоматизации	ПК-1.3.1 знать методы анализа исходных данных для проектирования средств и систем автоматизации, в том числе с применением искусственного интеллекта ПК-1.У.1 уметь применять информационные и интеллектуальные технологии для проектирования средств и систем автоматизации ПК-1.В.1 владеть навыками проектирования средств и систем автоматизации
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытаний с использованием современных средств автоматизированного проектирования	ПК-2.3.1 знать методы и средства моделирования продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытаний ПК-2.У.1 уметь применять пакеты прикладных программ для моделирования объектов профессиональной деятельности ПК-2.В.1 владеть навыками моделирования продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытаний

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Инженерная и компьютерная графика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:
– «Производственная преддипломная 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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	40	40
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

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/КР (час)	СР (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Организация современной технологии проектирования машин, понятие цифровых двойников Тема 1.1. Понятие о CASL технологии Тема 1.2. Понятие PDM системах Тема 1.3. Процесс разработки изделий	4	-	3	-	10
Раздел 2. Программные продукты 3-х мерной графики Тема 2.1. Программный продукт SW Тема 2.2. Работа в среде SW Тема 2.3. Симуляции механизма в SW	5	-	9	-	10

Раздел 3. Основные положения теории МКЭ Тема 3.1. Классификации задач, решаемых МКЭ Тема 3.2. Плоские задачи в МКЭ Тема 3.3. Осесимметричная задача в МКЭ Тема 3.4. Нестационарные задачи в МКЭ Тема 3.5. Нелинейные задачи в МКЭ	5	-	-	-	10
Раздел 4. Программные продукты, реализующие МКЭ Тема 4.1. Пакет SW flow simulation	6	-	8	-	10
Итого в семестре:	34		34		40
Итого	34	0	34	0	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	Организация современной технологии проектирования машин Понятие о CAD технологиях Понятие PDM системах Процесс разработки изделий Понятие цифровых двойников
2	Программные продукты 3-х мерной графики Программный продукт SW Работа в среде SW Симуляции механизма в SW
3	Основные положения теории МКЭ Классификации задач, решаемых МКЭ Плоские задачи в МКЭ Осесимметричная задача в МКЭ Нестационарные задачи в МКЭ Нелинейные задачи в МКЭ
4	Программные продукты, реализующие МКЭ Пакет SW flow simulation

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 7				
1.	Ведение, построение простых объектов в SolidWorks	3	3	1
2.	Построение сложных объектов в среде SolidWorks	4	4	2
3.	Построение сборок объектов в среде SolidWorks	4	4	2
4.	Статические нагрузки в среде SolidWorks simulation	3	3	2
5.	Динамические нагрузки в среде SolidWorks simulation	4	4	2
6.	Динамические нагрузки в среде flow SolidWorks	4	4	2
7.	Создание объектов в среде flow SolidWorks	4	4	4
8.	Статические нагрузки среде flow SolidWorks	4	4	4
9.	Динамические нагрузки в среде flow SolidWorks	4	4	4
Всего		34	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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		

Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	20	
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. 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)
https://urait.ru/book/avtomatizaciya-proektirovaniya-tehnologicheskoy-dokumentacii-588394	Колошкина, И. Е. Автоматизация проектирования технологической документации : учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 371 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14010-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].	

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://pro.guap.ru/	Материалы для выполнения лабораторных, практических и курсовых работ, варианты для их выполнения, а также электронный лекционный материал по дисциплине размещаются внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения» в течение учебного семестра

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
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Solid works (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
4	LibreOffice 5 (Лицензия LGPLv3)

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
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по точке доступа Wi-Fi.	
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; панель интерактивная/телевизор; Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 13 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети.	21-12, 21-13 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся - Читальный зал библиотеки ГУАП: специализированная мебель; персональные компьютеры – 10 шт., обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа WiFi, а также к электронно-библиотечным системам, реферативной базе данных Scopus; копировальный аппарат Kyocera KM2035.	22-19 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
---	--	---

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	Тесты.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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»	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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«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. – 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
	Учебным планом не предусмотрено	

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	<p>1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>Что такое CASL-технология?</p> <p>А) Система автоматизированного проектирования (CAD)</p> <p>В) Концепция интегрированных средств поддержки жизненного цикла изделия</p> <p>С) Программное обеспечение для расчёта методом конечных элементов (МКЭ)</p> <p>Д) Система управления базами данных</p>	ПК-1.3.1

	<p>Ответ: В)</p>	
2	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.</p> <p>Какие функции выполняют PDM-системы? Выберите все подходящие варианты.</p> <p>А) Управление версиями и конфигурациями изделий В) Расчёт прочности методом конечных элементов С) Хранение и структурирование технической документации D) Координация работы участников проекта E) Визуализация 3D-моделей в реальном времени</p> <p>Ответ: А, С, D.</p>	ПК-1.3.1
3	<p>3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом.</p> <p>Колонка А (этап процесса разработки) Концептуальное проектирование. Детальное проектирование. Инженерный анализ. Подготовка производства. Тестирование и валидация.</p> <p>Колонка В (используемые технологии/инструменты) А. CAD-системы (SolidWorks, AutoCAD). В. CAE-системы (ANSYS, SolidWorks Simulation). С. Мозговой штурм, эскизы, прототипы. D. CAM-системы (MasterCAM, PowerMILL). E. Испытательные стенды, физические прототипы.</p> <p>Ответ: 1 → С; 2 → А; 3 → В; 4 → D; 5 → E</p>	ПК-1.3.1
4	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Установите правильную последовательность этапов внедрения 3D-проектирования на предприятии. Запишите последовательность букв слева направо.</p> <p>Шаги: А. Обучение персонала работе с CAD-системами. В. Выбор программного обеспечения (SolidWorks, CATIA и т.д.). С. Анализ текущих процессов проектирования и выявление узких мест. D. Пилотное внедрение на одном из отделов/проектов. E. Разработка стандартов предприятия по 3D-моделированию. F. Масштабирование на все подразделения. G. Интеграция CAD с PDM-системой.</p> <p>Ответ: С → В → А → E → D → G → F.</p>	ПК-1.3.1

5	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Опишите применение метода конечных элементов (МКЭ) в проектировании машин. Укажите:</p> <p>основные типы задач, решаемых с помощью МКЭ;</p> <p>этапы подготовки модели для симуляции в SolidWorks Simulation;</p> <p>преимущества использования МКЭ на этапе проектирования;</p> <p>примеры промышленных задач, где МКЭ критически важен.</p> <p>Ответ:</p> <p>Применение МКЭ: Метод конечных элементов используется для численного анализа напряжений, деформаций, теплопередачи, гидродинамики и других физических процессов в конструкциях.</p> <p>Типы задач:</p> <p>Плоские задачи — анализ пластин, мембран (напряжения в плоскости).</p> <p>Осесимметричные задачи — расчёт валов, цилиндров с симметрией вращения.</p> <p>Нестационарные задачи — динамика удара, переходные тепловые процессы.</p> <p>Нелинейные задачи — пластические деформации, контактное взаимодействие.</p>	ПК-1.3.1
6	<p>1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа Что является основной функцией САД-систем в процессе проектирования машин?</p> <p>А) Управление жизненным циклом изделия (PLM)</p> <p>В) Создание и редактирование трёхмерных моделей деталей и сборок</p> <p>С) Расчёт экономических показателей производства</p> <p>Д) Организация документооборота на предприятии</p> <p>Ответ: В)</p>	ПК-1.У.1
7	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.</p> <p>Какие задачи можно решать с помощью SolidWorks Simulation?</p> <p>Выберите все подходящие варианты.</p> <p>А) Статический анализ напряжений и деформаций</p> <p>В) Расчёт кинематики механизмов</p> <p>С) Анализ усталостной прочности</p> <p>Д) Моделирование тепловых процессов</p> <p>Е) Программирование станков с ЧПУ</p> <p>Ответ: А, С, D.</p>	ПК-1.У.1
8	<p>3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие.</p> <p>Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом.</p> <p>Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом</p>	ПК-1.У.1

	<p>столбце подберите соответствующую позицию в правом.</p> <p>Колонка А (тип анализа МКЭ)</p> <p>Статический анализ.</p> <p>Модальный анализ.</p> <p>Анализ устойчивости.</p> <p>Тепловой анализ.</p> <p>Динамический анализ.</p> <p>Колонка В (решаемая задача)</p> <p>А. Определение частот и форм собственных колебаний конструкции.</p> <p>В. Расчёт распределения температур и тепловых деформаций.</p> <p>С. Оценка напряжений и перемещений под действием статических нагрузок.</p> <p>Д. Прогнозирование разрушения при ударных нагрузках.</p> <p>Е. Определение критической нагрузки, вызывающей потерю устойчивости.</p> <p>Ответ: 1 → С; 2 → А; 3 → Е; 4 → В; 5 → D</p>	
9	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Установите правильную последовательность этапов выполнения прочностного расчёта в SolidWorks Simulation. Запишите последовательность букв слева направо.</p> <p>Шаги:</p> <p>А. Задание граничных условий (закрепления, нагрузки).</p> <p>В. Генерация сетки конечных элементов.</p> <p>С. Запуск расчёта и анализ результатов (карты напряжений, перемещений).</p> <p>Д. Создание 3D-модели детали в SolidWorks.</p> <p>Е. Назначение материала с указанием механических свойств.</p> <p>Ф. Настройка типа анализа (статический, усталостный и т.д.).</p> <p>Ответ: D → Е → А → F → В → С.</p>	ПК-1.У.1
10	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Опишите роль PDM-систем в современном процессе проектирования машин. Укажите:</p> <p>основные функции PDM;</p> <p>как PDM интегрируется с CAD/CAE/CAM-системами;</p> <p>преимущества использования PDM на предприятии;</p> <p>примеры конкретных PDM-решений (не менее двух) и их ключевые возможности.</p> <p>Примерный ответ:</p> <p>Роль PDM-систем: PDM (Product Data Management) — это системы управления данными об изделии, обеспечивающие централизованное хранение, контроль версий и доступ к информации на всех этапах жизненного цикла.</p> <p>Основные функции PDM:</p>	ПК-1.У.1

	<p>хранение 3D-моделей, чертежей, спецификаций, технологических карт;</p> <p>управление версиями и конфигурациями (отслеживание изменений);</p> <p>контроль доступа и разграничение прав пользователей;</p> <p>автоматизация рабочих процессов (согласование, утверждение);</p> <p>формирование отчётов и документации.</p>	
11	<p>1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p> <p>Что представляет собой технология CASL в контексте проектирования машин?</p> <p>A) Программное обеспечение для трёхмерного моделирования</p> <p>B) Метод расчёта прочности конструкций методом конечных элементов</p> <p>C) Концепция интегрированной поддержки всего жизненного цикла изделия с помощью компьютерных технологий</p> <p>D) Система управления производственными процессами на заводе</p> <p>Ответ: C)</p>	ПК-1.B.1
12	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.</p> <p>Какие из перечисленных программных продуктов относятся к CAD-системам трёхмерного проектирования? Выберите все подходящие варианты.</p> <p>A) SolidWorks</p> <p>B) ANSYS</p> <p>C) AutoCAD</p> <p>D) КОМПАС-3D</p> <p>E) MATLAB</p> <p>Ответ: A, C, D.</p>	ПК-1.B.1
13	<p>3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие.</p> <p>Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом.</p> <p>Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом.</p> <p>Колонка А (программный продукт/технология)</p> <p>SolidWorks Simulation.</p> <p>SolidWorks CAM.</p> <p>SolidWorks PDM.</p> <p>SolidWorks Motion.</p> <p>SolidWorks Electrical.</p> <p>Колонка В (назначение/решаемая задача)</p> <p>A. Расчёт напряжений, деформаций, тепловых процессов методом конечных элементов.</p> <p>B. Подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ.</p> <p>C. Управление данными об изделии, версиями, доступом и рабочими процессами.</p>	ПК-1.B.1

	<p>D. Анализ кинематики и динамики механизмов, расчёт траекторий движения.</p> <p>E. Проектирование электрических схем и компоновка электрооборудования.</p> <p>Ответ: $1 \rightarrow A$; $2 \rightarrow B$; $3 \rightarrow C$; $4 \rightarrow D$; $5 \rightarrow E$</p>	
14	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Установите правильную последовательность этапов проектирования новой детали в среде SolidWorks с последующим инженерным анализом. Запишите последовательность букв слева направо.</p> <p>Шаги:</p> <p>A. Проведение прочностного расчёта в SolidWorks Simulation (напряжения, деформации).</p> <p>B. Создание 3D-модели детали в SolidWorks.</p> <p>C. Назначение материала и механических свойств для модели.</p> <p>D. Задание граничных условий (закрепления, нагрузки) для расчёта.</p> <p>E. Генерация сетки конечных элементов.</p> <p>F. Внесение изменений в конструкцию на основе результатов расчёта.</p> <p>G. Визуализация и анализ результатов расчёта (карты напряжений, перемещений).</p> <p>Ответ: $B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow A \rightarrow G \rightarrow F$.</p>	ПК-1.B.1
15	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Опишите основные положения теории метода конечных элементов (МКЭ) и его применение в проектировании машин. В ответе укажите:</p> <p>суть метода и принцип разбиения модели на конечные элементы;</p> <p>типы конечных элементов, используемых для разных задач (плоские, объёмные, балочные и т. д.);</p> <p>классификацию задач, решаемых с помощью МКЭ (статические, динамические, тепловые и др.);</p> <p>преимущества и ограничения метода;</p> <p>пример промышленного применения МКЭ при проектировании конкретной машины или узла (например, редуктора, рамы автомобиля, лопатки турбины).</p> <p>ответ:</p> <p>Суть метода конечных элементов: МКЭ — численный метод решения дифференциальных уравнений, описывающих физические процессы (напряжения, теплопередачу, гидродинамику и т. д.). Модель разбивается на малые подобласти (конечные элементы), в каждой из которых решение аппроксимируется простой функцией (полиномом). Система уравнений для всех элементов решается</p>	ПК-1.B.1

	совместно. Типы конечных элементов: Балочные — для длинных тонких конструкций (валы, балки). Оболочечные — для тонких пластин и оболочек (корпуса, панели). Тетраэдрические/гексаэдрические — для объёмных тел (блоки цилиндров, корпуса редукторов). Контактные элементы — для моделирования взаимодействия поверхностей.	
16	1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа Что является ключевым преимуществом использования PLM-систем в проектировании машин? А) Автоматическое создание 3D-моделей В) Интегрированное управление всеми данными и процессами жизненного цикла изделия С) Расчёт прочностных характеристик методом конечных элементов D) Программирование станков с ЧПУ Ответ: В)	ПК-2.3.1
17	2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Какие задачи решаются на этапе инженерного анализа (CAE) при проектировании машин? Выберите все подходящие варианты. А) Оптимизация формы детали для снижения веса В) Проверка собираемости узлов в сборке С) Анализ усталостной прочности конструкции D) Расчёт температурных полей и тепловых деформаций Е) Создание рабочих чертежей Ответ: А, С, D.	ПК-2.3.1
18	3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия. Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом. Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом. Колонка А (программный продукт) SolidWorks. ANSYS. MasterCAM. Siemens Teamcenter. MATLAB. Колонка В (назначение) А. 3D-моделирование деталей и сборок, создание чертежей. В. Инженерный анализ (МКЭ): прочность, теплопередача, динамика. С. Подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ. D. Управление данными об изделии (PDM/PLM).	ПК-2.3.1

	<p>Е. Математическое моделирование, обработка данных, алгоритмы управления.</p> <p>Ответ: $1 \rightarrow A2 \rightarrow B3 \rightarrow C4 \rightarrow D5 \rightarrow E$</p>	
19	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Установите правильную последовательность этапов проектирования и производства детали с использованием CAD/CAE/CAM-технологий. Запишите последовательность букв слева направо.</p> <p>Шаги:</p> <p>А. Проведение прочностного расчёта в CAE-системе (например, SolidWorks Simulation).</p> <p>В. Создание 3D-модели детали в CAD-системе (например, SolidWorks).</p> <p>С. Внесение изменений в конструкцию на основе результатов CAE-анализа.</p> <p>Д. Генерация управляющей программы для станка с ЧПУ в САМ-системе (например, MasterCAM).</p> <p>Е. Изготовление детали на станке с ЧПУ.</p> <p>Г. Назначение материала и задание граничных условий для CAE-расчёта.</p> <p>Г. Визуализация и анализ результатов CAE-расчёта (карты напряжений, перемещений).</p> <p>Ответ: $B \rightarrow F \rightarrow A \rightarrow G \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$.</p>	ПК-2.3.1
20	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Опишите применение метода конечных элементов (МКЭ) для решения нестационарной тепловой задачи в проектировании машин. В ответе укажите:</p> <p>суть нестационарной (неустановившейся) тепловой задачи;</p> <p>этапы подготовки модели для расчёта в САЕ-системе;</p> <p>параметры, которые можно получить в результате расчёта;</p> <p>пример промышленного применения (конкретный узел или машина), где такой анализ критически важен;</p> <p>преимущества использования МКЭ по сравнению с экспериментальными методами.</p> <p>ответ:</p> <p>Суть нестационарной тепловой задачи: Нестационарная (неустановившаяся) тепловая задача описывает процессы, в которых температура изменяется во времени (нагрев/охлаждение двигателя, термоциклирование турбины, сварка). В отличие от стационарного анализа, здесь учитывается инерционность тепловых процессов.</p> <p>Этапы подготовки модели:</p>	ПК-2.3.1

	<p>Создание 3D-геометрии детали/сборки в CAD.</p> <p>Назначение материалов с температурно-зависимыми свойствами (теплопроводность, теплоёмкость).</p> <p>Задание начальных условий (начальная температура).</p> <p>Задание граничных условий (тепловой поток, конвекция, излучение).</p> <p>Генерация сетки конечных элементов с измельчением в зонах резких температурных градиентов.</p> <p>Настройка временного шага и длительности расчёта.</p>	
21	<p>1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p> <p>Что означает термин «цифровое двойник» (Digital Twin) в контексте проектирования машин?</p> <p>А) Электронная версия чертежа детали</p> <p>В) Виртуальная модель изделия, синхронизированная с физическим прототипом и отражающая его состояние в реальном времени</p> <p>С) База данных параметров всех деталей машины</p> <p>Д) Программа для 3D-моделирования</p> <p>Ответ: В)</p>	ПК-2.У.1
22	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.</p> <p>Какие технологии входят в экосистему Industry 4.0 и активно используются при проектировании машин? Выберите все подходящие варианты.</p> <p>А) Интернет вещей (IoT)</p> <p>В) Аддитивные технологии (3D-печать)</p> <p>С) Ручное черчение на кульмане</p> <p>Д) Искусственный интеллект и машинное обучение</p> <p>Е) Облачные вычисления и большие данные (Big Data)</p> <p>Ответ: А, В, D, Е.</p>	ПК-2.У.1
23	<p>3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие.</p> <p>Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом.</p> <p>Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом.</p> <p>Колонка А (технология/понятие)</p> <p>CAD.</p> <p>CAE.</p> <p>CAM.</p> <p>PDM.</p> <p>PLM.</p> <p>Колонка В (основная функция)</p> <p>А. Инженерный анализ: расчёты прочности, динамики, теплопередачи (МКЭ).</p>	ПК-2.У.1

	<p>В. Управление данными об изделии: версии, конфигурации, рабочие процессы.</p> <p>С. 3D-проектирование деталей и сборок, создание чертежей.</p> <p>Д. Подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ.</p> <p>Е. Комплексное управление жизненным циклом изделия: интеграция CAD/CAE/CAM/PDM, бизнес-процессы.</p> <p>Ответ: 1 → C2 → A3 → D4 → B5 → E</p>	
24	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Установите правильную последовательность этапов создания цифрового двойника машины. Запишите последовательность букв слева направо.</p> <p>Шаги:</p> <p>А. Интеграция с IoT-датчиками для сбора данных с физического прототипа.</p> <p>В. Создание 3D-модели машины в CAD-системе.</p> <p>С. Настройка алгоритмов прогнозирования и предиктивной аналитики.</p> <p>Д. Проведение CAE-анализа (прочность, динамика, теплопередача).</p> <p>Е. Внедрение модели в облачную платформу для мониторинга и управления.</p> <p>Ф. Калибровка цифровой модели на основе данных испытаний физического прототипа.</p> <p>Г. Оптимизация конструкции на основе результатов CAE и IoT-данных.</p> <p>Ответ: В → Д → А → Ф → С → Г → Е.</p>	ПК-2.У.1
25	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Опишите процесс топологической оптимизации детали в CAD/CAE-системах (например, SolidWorks с модулем Simulation).</p> <p>В ответе укажите:</p> <p>суть топологической оптимизации и её цель;</p> <p>этапы выполнения оптимизации в программном обеспечении;</p> <p>ограничения и требования к модели;</p> <p>пример применения в машиностроении (конкретная деталь и выгода от оптимизации);</p> <p>преимущества и недостатки метода по сравнению с традиционной проектировкой.</p> <p>ответ:</p> <p>Суть и цель: Топологическая оптимизация — метод автоматизированного проектирования, который перераспределяет материал в детали для достижения максимальной прочности при минимальном весе. Цель — снизить массу, сохранив или улучшив жёсткость и прочность.</p>	ПК-2.У.1

	<p>Этапы выполнения в ПО:</p> <p>Создание исходной 3D-модели детали в CAD.</p> <p>Задание областей, которые нельзя удалять («зоны сохранения»).</p> <p>Назначение материала и его свойств.</p> <p>Задание нагрузок и креплений.</p> <p>Запуск оптимизации с указанием целевого снижения массы (например, 30 %).</p> <p>Генерация оптимизированной формы (часто сложной, органической).</p> <p>Сглаживание и упрощение геометрии для технологичности.</p> <p>Проверка оптимизированной модели с помощью МКЭ.</p> <p>Ограничения и требования:</p> <p>достаточная жёсткость исходной модели;</p> <p>корректное задание нагрузок и граничных условий;</p> <p>учёт технологических ограничений (например, возможности литья или механической обработки);</p> <p>необходимость постобработки формы для изготовления.</p>	
26	<p>1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p> <p>Что такое «осесимметричная задача» в методе конечных элементов (МКЭ)?</p> <p>A) Задача, в которой геометрия, нагрузки и свойства материала симметричны относительно оси вращения</p> <p>B) Задача расчёта плоской пластины под действием равномерной нагрузки</p> <p>C) Задача анализа колебаний трёхмерной конструкции</p> <p>D) Задача определения центра масс детали</p> <p>Ответ: A)</p>	ПК-2.В.1
27	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.</p> <p>Какие из перечисленных программных продуктов реализуют метод конечных элементов для инженерного анализа? Выберите все подходящие варианты.</p> <p>A) SolidWorks Simulation</p> <p>B) AutoCAD</p> <p>C) ANSYS Mechanical</p> <p>D) КОМПАС-3D</p> <p>E) Abaqus</p> <p>Ответ: A, C, E.</p>	ПК-2.В.1
28	<p>3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие.</p> <p>Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом.</p> <p>Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом.</p> <p>Колонка А (тип задачи МКЭ)</p>	ПК-2.В.1

	<p>Плоская задача. Осесимметричная задача. Объёмная задача. Нестационарная задача. Нелинейная задача.</p> <p>Колонка В (пример применения) А. Расчёт напряжений в длинной балке под действием поперечной силы. В. Анализ прогрева цилиндра двигателя при запуске. С. Расчёт прочности корпуса редуктора. D. Моделирование пластической деформации металла при штамповке. Е. Расчёт напряжений в диске турбины.</p> <p>Ответ: 1 → A2 → E3 → C4 → B5 → D</p>	
29	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Установите правильную последовательность этапов решения плоской задачи МКЭ в САЕ-системе. Запишите последовательность букв слева направо.</p> <p>Шаги: А. Задание граничных условий (закрепления, нагрузки). В. Создание геометрической модели (2D-эскиз или сечение). С. Визуализация и анализ результатов (карты напряжений, перемещений). D. Генерация сетки конечных элементов (треугольники/четырёхугольники). Е. Запуск расчёта МКЭ. F. Назначение материала с указанием механических свойств. G. Проверка качества сетки и сходимости решения.</p> <p>Ответ: В → F → А → D → Е → G → С.</p>	ПК-2.В.1
30	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Опишите применение МКЭ для решения нелинейной задачи в проектировании машин. В ответе укажите: что такое нелинейная задача МКЭ и какие типы нелинейностей существуют; этапы подготовки модели для нелинейного расчёта в САЕ-системе; параметры, которые можно получить в результате расчёта; пример промышленного применения (конкретная деталь или узел), где нелинейный анализ критически важен; преимущества использования МКЭ по сравнению с упрощёнными линейными моделями.</p>	ПК-2.В.1

	<p>ответ:</p> <p>Нелинейная задача МКЭ — задача, в которой связь между нагрузками и перемещениями не подчиняется закону Гука (нелинейная зависимость). Типы нелинейностей:</p> <p>Физическая — пластические деформации, гиперупругость, ползучесть.</p> <p>Геометрическая — большие перемещения и повороты (мембраны, гибкие конструкции).</p> <p>Контактная — изменение условий взаимодействия поверхностей (зазоры, трение).</p> <p>Этапы подготовки модели:</p> <p>Создание 3D-геометрии детали/сборки в CAD.</p> <p>Задание нелинейных свойств материала (диаграмма деформирования, модель пластичности).</p> <p>Определение контактных пар и условий взаимодействия.</p> <p>Задание граничных условий и нагрузок с учётом нелинейного поведения.</p> <p>Генерация адаптивной сетки с измельчением в зонах пластических деформаций.</p> <p>Настройка параметров пошагового расчёта (шаги нагружения, критерии сходимости).</p> <p>Параметры расчёта:</p> <p>распределение пластических деформаций;</p> <p>остаточные напряжения и деформации после разгрузки;</p> <p>зоны контакта и давления;</p> <p>предельная нагрузка до разрушения;</p> <p>история изменения напряжений/перемещений во времени.</p>	
--	--	--

Система оценивания тестовых заданий:

- 1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.
- 2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.
- 3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов
- 4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.
- 5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный – 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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:

- постановка задачи;
- основные сведения по теме лекции;
- результаты и выводы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах
Учебным планом не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий
Учебным планом не предусмотрено

11.4. 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 приведены в следующих источниках:

Моделирование методом конечных элементов в программном комплексе ELCUT : [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. И. А. Салова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 91 с.

Автоматизация расчета и проектирования роботов и РТС : [Электронный ресурс] : практикум / В. В. Булатов, С. С. Тимофеев ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2019. - 97 с.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе имеет форму гипертекстового документа, содержащего задание на лабораторную работу, краткие теоретические сведения по теме работы, описание схем и алгоритмов, использованных при выполнении работы, результаты вычислительных экспериментов в виде графиков (диаграмм), а также выводы по итогам проделанной работы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать титульный лист, а его содержание должно быть оформлено согласно ГОСТ 7.32 – 2017.

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/standart/doc>

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсовой работы Учебным планом не предусмотрено

11.6. 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).

11.7. 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 (ТКУ) осуществляется путем проведения двух контрольных работ в семестре, а также путем оценки выполнения лабораторных работ.

В случае невыполнения условий ТКУ обучающийся при прохождении промежуточной аттестации не может получить оценку выше, чем «удовлетворительно».

11.8. 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».

- 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».

Промежуточная аттестация проводится в формате тестирования в системе дистанционного обучения ГУАП lms.guap.ru в компьютерном классе ГУАП, оснащенном соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Тестирование содержит 20 случайных вопросов, время выполнения тестирования – 15 минут. В случае сдачи всех лабораторных и практических работ в семестре на положительную оценку применяется шкала оценивания тестирования согласно критериям оценки уровня сформированности компетенций (табл. 14). В случае, если не выполнены лабораторные и практические работы в семестре, на дифференцированном зачете и экзамене студент не может получить оценку выше, чем «удовлетворительно».

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