

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

Ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«4» февраля 2025 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	Автоматизация технологических процессов и производств
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст.преп.

(должность, уч. степень, звание)

04.02.2025

(подпись, дата)

С.С. Тимофеев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

« 4 » февраля 2025 г, протокол № 3

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

04.02.2025

(подпись, дата)

В.Ф. Шишлаков

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)

04.02.2025

(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 «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.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

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.

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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	6/ 216	6/ 216
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	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
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	112	112
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 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	8	-	3	-	28
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	9	-	19	-	28
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	8	-	-	-	28

Раздел 4. Программные продукты, реализующие МКЭ	9	-	12	-	28
Тема 4.1. Пакет ELCUT					
Итого в семестре:	34		34		112
Итого	34	0	34	0	112

#### 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 технологии 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 ELCUT

#### 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 ELCUT	4	4	4
8.	Статические нагрузки в среде ELCUT	4	4	4
9.	Динамические нагрузки в среде ELCUT	4	4	4
Всего		34	34	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение 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)	85	85
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	9	9
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	18	18
Всего:	112	112

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)
<a href="https://e.lanbook.com/book/788">https://e.lanbook.com/book/788</a>	Компьютерно-информационные технологии в двигателестроении : учебное пособие / А. И. Яманин, Ю. В. Голубев, А. В. Жаров, С. М. Шилов. — Москва : Машиностроение, 2005. — 480 с. — ISBN 5-217-03301-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	

#### 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
	Не предусмотрено

#### 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	Solidworks
2	Elcut

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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-07



2	Компьютерный класс	21-13
---	--------------------	-------

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену. Тесты

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.  
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Организация современной технологии проектирования машин	ПК-1.3.1
2.	Понятие о CAD технологии	ПК-1.У.1
3.	Понятие PDM системах	ПК-1.В.1
4.	Процесс разработки изделий	ПК-2.3.1
5.	Программные продукты 3-х мерной графики	ПК-2.У.1
6.	Программный продукт SW	ПК-2.В.1
7.	Работа в среде SW	ПК-2.3.1
8.	Симуляции механизма в SW	ПК-2.У.1
9.	Основные положения теории МКЭ	ПК-2.В.1
10.	Классификации задач, решаемых МКЭ	ПК-2.3.1
11.	Плоские задачи в МКЭ	ПК-2.У.1
12.	Осесимметричная задача в МКЭ	ПК-2.В.1
13.	Нестационарные задачи в МКЭ	ПК-2.3.1
14.	Нелинейные задачи в МКЭ	ПК-2.У.1
15.	Программные продукты, реализующие МКЭ	ПК-2.В.1

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

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

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

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	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
	Что такое цифровой двойник? А) Физическая копия устройства В) Виртуальная модель, отражающая состояние и поведение реального объекта С) Программное обеспечение для управления устройствами D) Устройство для хранения данных	ПК-1.3.1
	Какова основная цель использования цифровых двойников? А) Увеличение физического объема данных В) Оптимизация производственных процессов и предсказание	ПК-1.У.1

	проблем С) Уменьшение затрат на электроэнергию D) Создание новых физических устройств	
	Как цифровые двойники могут помочь в процессе принятия решений? А) Предоставление анализа в реальном времени В) Увеличение затрат на исследования С) Моделирование различных сценариев D) Снижение качества данных	ПК-1.В.1
	Какие технологии часто используются для создания цифровых двойников? А) Интернет вещей (IoT) В) Искусственный интеллект (AI) С) Устаревшие программные решения D) Блокчейн	ПК-2.3.1
	Расположите следующие шаги в правильной последовательности, начиная с первого. Шаги: 1. Сбор данных о реальном объекте 2. Создание виртуальной модели на основе собранных данных 3. Анализ данных и моделирование различных сценариев 4. Оптимизация процессов и принятие решений на основе анализа 5. Мониторинг состояния реального объекта в реальном времени	ПК-2.У.1
	Расположите следующие шаги в правильной последовательности, начиная с первого. Шаги: 1. Сбор данных с сенсоров и других источников информации 2. Создание и настройка цифрового двойника 3. Интеграция цифрового двойника с реальным объектом 4. Мониторинг и сбор данных в реальном времени 5. Анализ данных и выявление возможностей для улучшения 6. Внедрение изменений и оптимизация процессов	ПК-2.В.1
	Соедините каждый термин с соответствующим описанием, написав букву (А, В, С и т.д.) рядом с номером. Термины: 1. Цифровой двойник 2. Сенсоры 3. Мониторинг в реальном времени 4. Анализ данных 5. Оптимизация процессов Описания: А. Устройства, которые собирают данные о состоянии реального объекта. В. Процесс улучшения работы системы на основе полученных данных. С. Виртуальная модель, которая отражает характеристики и поведение реального объекта. D. Процесс изучения данных для выявления закономерностей и принятия решений. Е. Наблюдение за состоянием объекта в режиме реального времени	ПК-2.3.1

	для оперативного реагирования.	
	<p>Соедините каждый термин с его описанием, написав букву (А, В, С и т.д.) рядом с номером.</p> <p>Термины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цифровой двойник продукта</li> <li>2. Цифровой двойник процесса</li> <li>3. Данные в реальном времени</li> <li>4. Симуляция</li> <li>5. Интернет вещей (IoT)</li> </ol> <p>Описания:</p> <p>А. Сеть устройств, которые обмениваются данными через интернет.</p> <p>В. Виртуальная модель, которая имитирует работу и характеристики определенного продукта.</p> <p>С. Непрерывный поток информации, получаемый от сенсоров и устройств.</p> <p>Д. Метод, используемый для тестирования и оптимизации процессов без вмешательства в реальную систему.</p> <p>Е. Виртуальная модель, которая отражает процессы и операции в реальном времени.</p>	ПК-2.У.1
	Что такое цифровой двойник и как он используется в промышленности?	ПК-2.В.1
	Опишите роль сенсоров в создании и поддержании цифровых двойников. Как они влияют на точность и актуальность данных?	ПК-2.З.1

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:

- Тема 1.1. Понятие о CASL технологии
- Тема 1.2. Понятие PDM системах
- Тема 1.3. Процесс разработки изделий
- Тема 1.4 Понятие цифровых двойников
- Тема 2.1. Программный продукт SW
- Тема 2.2. Работа в среде SW
- Тема 2.3. Симуляции механизма в SW
- 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
- Тема 4.1. Пакет ELCUT
- Тема 4.2. Программные продукты, реализующие МКЭ

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 приведены в следующих источниках:

Моделирование методом конечных элементов в программном комплексе ELCUT : [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-

Петерб. 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.-Петерб. 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>

### 11.3. 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).

### 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 студентов проводится путем мониторинга результатов выполнения лабораторных работ, контрольным вопросам на защите практических и лабораторных работ, путем получения обратной связи во время проведения лекций.

Своевременная сдача отчетов по лабораторным и практическим заданиям и положительный результат на защите этих работ может учитываться при проведении промежуточной аттестации.

### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

- 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».

Промежуточная аттестация проводится по ФОС, приведенному в п.10.3 данной рабочей программы дисциплины.

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