

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

«Анализ и расчет механизмов»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Управление в технических системах
Наименование направленности/ специализации	Управление и информатика в технических системах
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 «Анализ и расчет механизмов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 27.03.04 «Управление в технических системах» направленности/специализации «Управление и информатика в технических системах». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-2 «Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с важной частью инженерного образования, особенно в области механики и машиностроения. Она охватывает теоретические и практические аспекты проектирования, анализа и оптимизации механизмов в области систем управления.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (5 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Цели преподавания дисциплины "Анализ и расчет механизмов" направлены на формирование у студентов необходимых знаний, навыков и компетенций, которые будут полезны в их будущей профессиональной деятельности. Эти цели помогают обеспечить комплексный подход к обучению, что позволяет студентам не только усвоить теоретический материал, но и применить его на практике, что является ключевым для успешной карьеры в инженерной.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению 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-2 Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	ПК-2.3.1 знает принципы работы стандартных программных средств, необходимых для осуществления работы с объектами автоматизации и управления ПК-2.У.1 умеет получать математические модели объектов профессиональной деятельности ПК-2.В.1 владеет навыками проведения вычислительных экспериментов при помощи стандартных программных средств

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Электротехника»,
- «Теоретическая механика»,

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

- «Системы управления приводами»,

## 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
		№5
1	2	3

<b>Общая трудоемкость дисциплины,</b> ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	38	38
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.,	Дифф. зач.,

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
<b>Семестр 5</b>					
Раздел 1. Основные понятия и определения ТММ Тема 1.1 Введение в теорию механизмов и машин Тема 1.2. Кинематические пары и цепи Тема 1.3. Степень подвижности механизмов Тема 1.4. Кинематические схемы механизмов	3	-			7
Раздел 2. Основные стадии проектирования и создания новой техники Тема 2.1 Этапы проектирования машин и механизмов Тема 2.2. Разработка технического и рабочего проекта Тема 2.3. Подготовка производства и испытания Тема 2.4 Современные подходы к проектированию	3	-			7
Раздел 3. Структурная классификация и виды механизмов Тема 3.1. Структурный анализ механизмов Тема 3.2. Рычажные механизмы Тема 3.3. Кулачковые механизмы Тема 3.4. Пространственные механизмы	3	6			8
Раздел 4. Фрикционные и зубчатые механизмы Тема 4.1. Фрикционные механизмы Тема 4.2. Зубчатые механизмы: основы теории Тема 4.3. Расчёт и проектирование зубчатых передач Тема 4.4. Специальные зубчатые механизмы	4	7			8
Раздел 5. Трение в кинематических парах Тема 5.1 Виды трения и их характеристики Тема 5.2 Трение в низших кинематических парах Тема 5.3 Трение в высших кинематических парах Тема 5.4. Тепловые процессы и износ в механизмах	4	4			8

Итого в семестре:	17	17			38
Итого	17	17	0	0	38

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

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Введение в теорию механизмов и машин</p> <p>Предмет и задачи ТММ. Связь ТММ с другими дисциплинами (сопромат, детали машин, машиностроение). Исторический обзор развития ТММ. Основные понятия: механизм, машина, звено, стойка.</p> <p>Кинематические пары и цепи</p> <p>Определение и классификация кинематических пар (по числу условий связи, характеру соприкосновения, виду движения). Низшие и высшие кинематические пары. Понятие кинематической цепи. Плоские и пространственные кинематические цепи.</p> <p>Степень подвижности механизмов</p> <p>Понятие степени свободы и степени подвижности. Формула Чебышёва для плоских механизмов: <math>W=3n-2P</math> Формула Малышева–Сомова для пространственных механизмов.</p> <p>Пассивные связи и лишние степени свободы. Примеры расчёта степени подвижности для различных механизмов.</p> <p>Кинематические схемы механизмов</p> <p>Правила выполнения кинематических схем (ГОСТ). Условные обозначения звеньев и кинематических пар на схемах. Построение кинематических схем типовых механизмов. Чтение и анализ кинематических схем.</p>
2	<p>Этапы проектирования машин и механизмов</p> <p>Общая последовательность проектирования. Техническое задание: содержание и требования. Техническое предложение: обоснование и выбор решений. Эскизный проект: принципиальные конструктивные решения.</p> <p>Разработка технического и рабочего проекта</p> <p>Содержание технического проекта. Расчёты и моделирование при проектировании. Разработка конструкторской документации (чертежи, спецификации). Рабочий проект: полная конструкторская и технологическая документация.</p> <p>Подготовка производства и испытания</p> <p>Технологическая подготовка производства. Изготовление опытного образца. Виды испытаний (лабораторные, стендовые, эксплуатационные). Корректировка документации по результатам испытаний. Серийное производство и эксплуатация.</p> <p>Современные подходы к проектированию</p> <p>Компьютерное проектирование (CAD/CAE/CAM-системы). Виртуальное моделирование и прототипирование. Оптимизация конструкций. Экологические и эргономические требования к машинам.</p>

3	<p>Структурный анализ механизмов</p> <p>Структура механизмов по Л. В. Ассуру. Первичные механизмы и их разновидности. Группы Ассура и их классификация. Порядок и класс групп Ассура. Структурный анализ реальных механизмов.</p> <p>Рычажные механизмы</p> <p>Кривошипно-ползунный механизм: конструкция и применение.</p> <p>Шарнирный четырёхзвенник: виды и свойства. Кулисные механизмы. Механизмы с остановками (мальтийские, храповые).</p> <p>Кулачковые механизмы</p> <p>Конструкция и принцип работы. Классификация кулачковых механизмов. Синтез кулачковых механизмов. Кинематический анализ кулачковых механизмов.</p> <p>Пространственные механизмы</p> <p>Особенности пространственных кинематических цепей.</p> <p>Сферические механизмы. Карданные передачи.</p> <p>Робототехнические механизмы и манипуляторы.</p>
4	<p>Фрикционные механизмы</p> <p>Принцип работы и основные характеристики. Фрикционные передачи: цилиндрические, конические, лобовые. Вариаторы: типы и применение. Преимущества и недостатки фрикционных передач. Материалы для фрикционных элементов.</p> <p>Зубчатые механизмы: основы теории</p> <p>Классификация зубчатых передач (цилиндрические, конические, червячные). Эвольвентное зацепление: основные понятия.</p> <p>Параметры зубчатого колеса (модуль, шаг, высота зуба).</p> <p>Геометрия эвольвентного зацепления.</p> <p>Расчёт и проектирование зубчатых передач</p> <p>Кинематика зубчатых механизмов (передаточное отношение).</p> <p>Планетарные и дифференциальные механизмы. Силовой расчёт зубчатых передач. Прочность зубьев: контактные напряжения и изгиб. Материалы и термообработка зубчатых колёс.</p> <p>Специальные зубчатые механизмы</p> <p>Червячные передачи: особенности и расчёт. Конические зубчатые передачи. Гипоидные передачи. Волновые передачи.</p>
5	<p>Виды трения и их характеристики</p> <p>Сухое трение: законы Амонтона–Кулона. Граничное трение.</p> <p>Жидкостное трение (гидродинамическое). Смешанное трение.</p> <p>Коэффициент трения для различных материалов и условий.</p> <p>Трение в низших кинематических парах</p> <p>Трение скольжения в направляющих. Трение во вращательных парах (подшипниках скольжения). Расчёт потерь на трение.</p> <p>Методы снижения трения (смазки, покрытия).</p> <p>Трение в высших кинематических парах</p> <p>Контактное напряжение Герца. Трение качения. Износ и долговечность элементов высших пар. Влияние смазки на трение в зубчатых и кулачковых механизмах.</p> <p>Тепловые процессы и износ в механизмах</p> <p>Тепловыделение при трении. Температурный режим работы механизмов. Виды износа (абразивный, усталостный, адгезионный). Методы повышения износостойкости (материалы, термообработка, покрытия). Диагностика и прогнозирование износа</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6					
1	Выбор оптимального значения зубчатых колес	Расчетно-графическая работа	3	3	3
2	Определение степени подвижности механизма	Расчетно-графическая работа	3	3	3
3	Моделирование зубчатой конической передачи	Расчетно-графическая работа	3	3	4
4	Моделирование червяной передачи	Расчетно-графическая работа	4	4	4
5	Моделирование механических нагрузок цилиндрической передачи	Расчетно-графическая работа	4	4	5
Всего			17	17	

#### 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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 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 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	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)	18	18
Всего:	38	38

## 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)
<a href="https://urait.ru/book/teoriya-mehanizmov-i-mashin-praktikum-562946">https://urait.ru/book/teoriya-mehanizmov-i-mashin-praktikum-562946</a> <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Капустин, А. В. Теория механизмов и машин. Практикум : учебник для вузов / А. В. Капустин, Ю. Д. Нагибин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 65 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17166-2. — 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
<a href="https://pro.guar.ru/">https://pro.guar.ru/</a>	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» ( <a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a> ) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso">https://guap.ru/it/system/iso</a>
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» ( <a href="https://guap.ru/">https://guap.ru/</a> ), 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 <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )
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 ( <a href="https://lib.guap.ru/">https://lib.guap.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Образовательная платформа «Юрайт» ( <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a> ), 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
Дифференцированный зачет	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»	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;

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.</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> <li>– правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.</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> <li>– правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.</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
	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	1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного	ПК-2.3.1

	<p>ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Что такое механизм? А) Совокупность неподвижных деталей В) Система твёрдых тел для передачи и преобразования движения С) Устройство для генерации электрической энергии D) Прибор для измерения механических величин</p> <p>Ответ: В)</p>	
2	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Какие из перечисленных элементов являются основными компонентами механизма? Выберите все подходящие варианты. А) Звенья В) Кинематические пары С) Электрические провода D) Входное и выходное звенья Е) Химические реагенты</p> <p>Ответ: А, В, D.</p>	ПК-2.3.1
3	<p>3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия. Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом.</p> <p>Колонка А (понятие)</p> <p>Кинематика.</p> <p>Динамика механизмов.</p> <p>Статическое равновесие.</p> <p>Закон сохранения энергии.</p> <p>Степень свободы механизма.</p> <p>Колонка В (определение/характеристика)</p> <p>А. Состояние, при котором сумма всех сил и моментов сил, действующих на тело, равна нулю.</p> <p>В. Раздел механики, изучающий движение тел без учёта действующих на них сил.</p> <p>С. Количество независимых параметров, определяющих положение механизма в пространстве.</p> <p>D. Раздел механики, изучающий движение механизмов с учётом действующих на них сил.</p> <p>Е. Фундаментальный закон природы: энергия в изолированной системе сохраняется, переходя из одной формы в другую.</p>	ПК-2.3.1

	<p>Ответ:</p> <p>1 → B</p> <p>2 → D</p> <p>3 → A</p> <p>4 → E</p> <p>5 → C</p>	
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>становите правильную последовательность этапов анализа механизма. Запишите последовательность букв слева направо.</p> <p>Шаги:</p> <p>A. Проведение кинематического анализа (определение траекторий, скоростей, ускорений).</p> <p>B. Построение кинематической схемы механизма.</p> <p>C. Проведение динамического анализа (расчёт сил, моментов, КПД).</p> <p>D. Определение степени свободы механизма.</p> <p>E. Проверка условий статического равновесия (при необходимости).</p> <p>Ответ: B → D → A → C → E.</p>	ПК-2.3.1
5	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Опишите применение закона сохранения энергии в анализе работы механизма. В ответе укажите:</p> <p>формулировку закона сохранения энергии;</p> <p>виды механической энергии, учитываемые при анализе механизмов;</p> <p>пример механизма, где закон сохранения энергии играет ключевую роль (например, маятник, пружинный механизм, подъёмный кран);</p> <p>как закон помогает упростить расчёты (например, определение скорости или высоты подъёма без учёта промежуточных этапов движения);</p> <p>ограничения применения закона в реальных механизмах (потери энергии из-за трения, сопротивления воздуха и т.д.).</p> <p>Примерный ответ:</p> <p>Формулировка закона: В изолированной системе полная энергия сохраняется. В механических системах это означает, что сумма кинетической и потенциальной энергий остаётся постоянной, если</p>	ПК-2.3.1

	<p>отсутствуют диссипативные силы:  Пример механизма: Маятник. В верхней точке траектории маятник обладает максимальной потенциальной энергией, в нижней — максимальной кинетической. Закон позволяет рассчитать скорость в любой точке, зная высоту подъёма.</p> <p>Упрощение расчётов: Закон позволяет найти связь между координатами и скоростями в двух точках траектории, минуя анализ всех промежуточных этапов движения и сил. Например, скорость груза в нижней точке маятника: <math>v = \sqrt{2gh}</math></p>	
6	<p>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 такое степень свободы механизма?  А) Количество подвижных звеньев в механизме  В) Количество кинематических пар в механизме  С) Количество независимых параметров, определяющих положение механизма в пространстве  D) Максимальная скорость движения выходного звена</p> <p>Ответ: С)</p>	ПК-2.У.1
7	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.  Какие виды сил действуют на механизмы в процессе работы?  Выберите все подходящие варианты.  А) Движущие силы  В) Силы сопротивления  С) Силы инерции  D) Гравитационные силы  Е) Электромагнитные силы</p> <p>Ответ: А, В, С, D.</p>	ПК-2.У.1
8	<p>3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия.  Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.  Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом.</p> <p>Колонка А (понятие)</p> <p>Кинематическая цепь.</p> <p>Кинематическая схема.</p> <p>Центростремительное ускорение.</p>	ПК-2.У.1

	<p>Резонанс.</p> <p>Износ механизма.</p> <p>Колонка В (определение/характеристика)</p> <p>А. Графическое изображение механизма с указанием звеньев, кинематических пар и их взаимного расположения.</p> <p>В. Постепенное разрушение поверхностей деталей при трении, приводящее к изменению размеров и формы.</p> <p>С. Система звеньев, соединённых кинематическими парами. Может быть замкнутой или незамкнутой.</p> <p>Д. Явление резкого возрастания амплитуды колебаний при совпадении частоты внешнего воздействия с собственной частотой системы.</p> <p>Е. Ускорение, направленное к центру окружности при движении по криволинейной траектории.</p> <p>Ответ:</p> <p>1 → С</p> <p>2 → А</p> <p>3 → Е</p> <p>4 → D</p> <p>5 → В</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 проектирования нового механизма. Запишите последовательность букв слева направо.</p> <p><b>Шаги:</b></p> <p>А. Проведение кинематического анализа (определение траекторий, скоростей, ускорений звеньев).</p> <p>В. Разработка кинематической схемы механизма.</p> <p>С. Проведение динамического анализа (расчёт сил, моментов, КПД, уравнивание).</p> <p>Д. Формулировка технического задания и определение требований к механизму.</p> <p>Е. Оптимизация конструкции по критериям надёжности, долговечности и стоимости.</p> <p>Ф. Расчёт степени свободы механизма и проверка его работоспособности.</p> <p>Г. Изготовление и испытания опытного образца.</p> <p><b>Ответ:</b> D → В → F → А → С → Е → G.</p>	ПК-2.У.1
10	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый</p>	ПК-2.У.1



	<p>обоснованный ответ.</p> <p>Объясните, что такое резонанс в механике и как он влияет на работу механизмов. В ответе укажите:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• определение резонанса и условия его возникновения;</li> <li>• примеры механизмов, где резонанс может привести к разрушению;</li> <li>• методы предотвращения резонансных явлений в конструкции;</li> <li>• роль динамического анализа в прогнозировании резонанса;</li> <li>• преимущества и недостатки использования резонанса (если он применяется целенаправленно).</li> </ul> <p><b>ответ:</b></p> <p><b>Определение:</b> Резонанс — резкое возрастание амплитуды колебаний системы при совпадении частоты внешнего воздействия (<math>\omega</math>) с собственной частотой колебаний системы (<math>\omega_0</math>). Условие: <math>\omega \approx \omega_0</math>.</p> <p><b>Примеры разрушительного резонанса:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Разрушение мостов при синхронном шаге солдат (Такомский мост, 1940 г.).</li> <li>• Вибрация роторов турбин на критических оборотах.</li> <li>• Раскачивание высотных зданий при ветровых нагрузках.</li> </ul> <p><b>Методы предотвращения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Изменение собственной частоты (увеличение жёсткости или массы).</li> <li>• Введение демпфирующих элементов (амортизаторы, вязкие материалы).</li> <li>• Отстройка от резонансных режимов (ограничение диапазона рабочих скоростей).</li> <li>• Балансировка вращающихся частей.</li> </ul> <p><b>Роль динамического анализа:</b> Позволяет рассчитать собственные частоты и формы колебаний, спрогнозировать зоны риска, оптимизировать конструкцию до изготовления прототипа.</p> <p><b>Преимущества и недостатки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Преимущества:</b> Резонанс используют в вибрационных ситах, ультразвуковых устройствах, музыкальных инструментах.</li> <li>• <b>Недостатки:</b> Разрушение конструкций, повышенный износ, шум и вибрация.</li> </ul>	
11	1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного	ПК-2.В.1

	<p>ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Что такое кинематическая цепь? А) Совокупность электрических проводов в механизме В) Система звеньев, соединённых кинематическими парами С) Набор инструментов для сборки механизма D) График зависимости скорости от времени</p> <p>Ответ: В)</p>	
12	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Какие из перечисленных механизмов относятся к рычажным? Выберите все подходящие варианты. А) Кривошипно-ползунный механизм В) Зубчатая передача С) Кулисный механизм D) Кулачковый механизм Е) Шарнирный четырёхзвенник</p> <p>Ответ: А, С, Е.</p>	ПК-2.В.1
13	<p>3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия. Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Сопоставьте элементы из двух колонок. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом.</p> <p><b>Колонка А (понятие)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Момент силы.</li> <li>2. Инерция.</li> <li>3. Статическое равновесие.</li> <li>4. Механическая работа.</li> <li>5. Долговечность механизма.</li> </ol> <p><b>Колонка В (определение/характеристика)</b>  А. Способность механизма сохранять работоспособность до предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.  В. Векторная величина, равная произведению силы на плечо (<math>M=F \cdot l</math>), вызывающая вращение.  С. Свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения при отсутствии внешних воздействий.  D. Энергия, передаваемая телу при действии силы на перемещении (<math>A=F \cdot s \cdot \cos \alpha</math>).  Е. Состояние, при котором сумма всех сил и моментов сил, действующих на тело, равна нулю (<math>\sum F_k=0, \sum M_k=0</math>).</p> <p><b>Ответ:</b></p>	ПК-2.В.1

	$1 \rightarrow B$ $2 \rightarrow C$ $3 \rightarrow E$ $4 \rightarrow D$ $5 \rightarrow A$	
14	<p>4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности.  Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Установите правильную последовательность этапов проведения динамического анализа механизма. Запишите последовательность букв слева направо.</p> <p><b>Шаги:</b>  А. Расчёт реакций в кинематических парах.  В. Определение сил инерции и моментов инерции звеньев.  С. Построение плана ускорений для заданного положения механизма.  D. Задание внешних сил (движущих, сопротивления, тяжести).  Е. Расчёт уравновешивающей силы или момента.  F. Построение плана скоростей для заданного положения механизма.  G. Составление уравнений равновесия для каждого звена.</p> <p><b>Ответ:</b> <math>F \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow G \rightarrow A \rightarrow E</math>.</p>	ПК-2.В.1
15	<p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.  Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p>Опишите влияние вибрации на работу механизмов и методы её снижения. В ответе укажите:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• причины возникновения вибрации в механизмах;</li> <li>• негативные последствия вибрации для работы и надёжности механизмов;</li> <li>• примеры механизмов, где вибрация особенно критична;</li> <li>• конструктивные методы снижения вибрации (не менее трёх);</li> <li>• роль динамического анализа в прогнозировании и устранении вибраций.</li> </ul> <p><b>Примерный ответ:</b></p> <p><b>Причины вибрации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• дисбаланс вращающихся частей (роторы, колёса);</li> <li>• неточности изготовления и сборки (зазоры, несоосность);</li> </ul>	ПК-2.В.1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ударные нагрузки (зубчатые зацепления, кулачковые механизмы);</li> <li>• резонансные явления;</li> <li>• внешние воздействия (пульсации давления, ветровые нагрузки).</li> </ul> <p><b>Негативные последствия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ускоренный износ деталей (подшипники, зубчатые колёса);</li> <li>• усталостные разрушения конструкций;</li> <li>• нарушение точности работы (станки, измерительные приборы);</li> <li>• повышенный шум;</li> <li>• расшатывание креплений и соединений.</li> </ul> <p><b>Примеры критических механизмов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• авиационные и судовые двигатели;</li> <li>• турбины электростанций;</li> <li>• прецизионные станки;</li> <li>• медицинские томографы.</li> </ul> <p><b>Методы снижения вибрации:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Балансировка вращающихся деталей.</li> <li>2. Применение амортизаторов и демпферов (резиновые опоры, гидравлические демпферы).</li> <li>3. Использование упругих муфт для компенсации несоосности.</li> <li>4. Оптимизация конструкции для избежания резонансных частот.</li> <li>5. Улучшение точности изготовления и сборки.</li> </ol>	
--	---	--

**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:

- Раздел 1. Основные понятия и определения ТММ
- 
- Раздел 2. Основные стадии проектирования и создания новой техники
- Раздел 3. Структурная классификация и виды механизмов

- Раздел 4. Фрикционные и зубчатые механизмы
- Раздел 5. Трение в кинематических парах

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

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

##### Структура и форма отчета о практической работе

Отчет о практической работе имеет форму гипертекстового документа, содержащего задание на практическую 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 практической 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>

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ  
Учебным планом не предусмотрено

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](https://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