

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

 Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН»

Направление подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

Направленность (профиль) образовательной программы – Ракетно-космическая техника

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2023

Форма обучения – Очная

Курс 2 Семестр 4

Зачет 4 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель Т.А. Луганцева, доцент, канд. техн. наук

Факультет дизайна и технологии

Кафедра сервисных технологий и общетехнических дисциплин

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 05.02.18 № 71

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры сервисных технологий и общетехнических дисциплин

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Абакумова И.В. Абакумова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Соловьев В.В. Соловьев

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

изучение общих методов исследования и проектирования схем механизмов, необходимых для создания машин, аппаратов, приборов, автоматических устройств и комплексов, отвечающих современным требованиям эффективности, точности, надежности и экономичности, а также, формирование у обучающихся современной научной базы, необходимой для понимания и усвоения специальных и технических дисциплин, необходимых для дальнейшего обучения и работы по специальности.

Задачи дисциплины:

- дать студенту первоначальные представления о постановке инженерных задач, составлении математических и динамических моделей изучаемого механического явления;
- усвоить основы кинематического и динамического исследования механизмов с жесткими и упругими звеньями;
- сформировать общетехнические, конструкторские и исследовательские навыки, а также изучить общие методы анализа и синтеза механизмов и кинематических цепей;
- научить студентов понимать общие принципы реализации движения с помощью механизмов, взаимодействие механизмов в машине, обуславливающее кинематические и динамические свойства механической системы;
- изучение основных методов расчета рациональных параметров механизмов по критериям оценки их работоспособности
- изучение новых представлений, определений, терминов, которые надо не только понять и запомнить, но и которыми надо научиться свободно оперировать
- формирование знаний, умений и навыков, проведения расчетов элементов технологического оборудования необходимых для изучения ряда профессиональных дисциплин, развитие логического мышления и творческого подхода к решению профессиональных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Теория механизмов и машин» одна из фундаментальных дисциплин базовой части профессионального цикла, которая является научной основой специальных курсов по проектированию машин отраслевого назначения и первой дисциплиной, вводящей студентов в мир общеинженерных сведений, связанных с конкретными машинами и их деталями, а не абстрактными понятиями. Теория механизмов и машин является научной основой при изучении методов анализа и синтеза специального оборудования и специальных дисциплин по проектированию машин отраслевого назначения. Изучение дисциплины дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать новой информацией, с которой ему придется столкнуться в производственной и научной деятельности..

Для изучения курса теории механизмов и машин необходимы базовые знания курса физики (раздел механика), элементарной и высшей математики, теоретической механики (в полном объеме), инженерной графики (в объеме машиностроительного черчения), информатики (в полном объеме).

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и	ИД – 1ОПК-1 Знать:

<p>общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования профессиональной деятельности</p>	<p>- теорию и основные законы в области естественнонаучных и общеинженерных дисциплин. ИД – 2ОПК-1 Уметь: - применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности; - применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.</p>
--	--

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7	
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9				
1	Механизмы с низшими кинематическими парами	4	12					10						30	Выполнение и защита расчетно-графических работ, тестирование, контрольная работа.
2	Механизмы с высшими кинематическими парами	4	6					6						23.8	Выполнение и защита расчетно-графических работ, тестирование, контрольная работа.
3	Курсовая	4								2				18	Защита

	работа											курсовой работы
4	Зачет	4						0.2				
	Итого		18.0	0.0	16.0	2.0	0.2	0.0	0.0	71.8		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Механизмы с низшими кинематическими парами	<p>Структура механизмов Основные цели и задачи теории механизмов и машин. Основные этапы проектирования, характеристики и требования, предъявляемые к машинам и механизмам. Понятие анализа и синтеза. Виды моделей и методы составления. Машины, аппараты приборы, классификация машин по назначению. Механизмы и их виды. Элементы механизмов. Звенья, кинематические пары и кинематические цепи. Структурные формулы. Структурный анализ. Первичный механизм и структурные группы. Виды структурных групп. Избыточные связи и местные подвижности. Замена высших кинематических пар низшими кинематическими парами.</p> <p>Синтез рычажных механизмов Синтез рычажных механизмов. Этапы синтеза. Структурный и метрический синтез. Критерии метрического синтеза. Условия проворачиваемости звеньев механизма. Качественные показатели рычажных механизмов. Оптимизация при синтезе механизмов.</p> <p>Динамический анализ механизмов Динамический анализ. Понятие цикла движения механизма. Рабочий и холостой ход. Приведение сил, масс и моментов инерции. Звено приведения. Неравномерность хода машины и ее причины. Коэффициент неравномерности. Метод Мерцалова. Учет характеристик двигателя при определении закона движения механизма. Динамика механизмов с учетом характеристики двигателя. Динамические ошибки.</p> <p>Виброзащита Колебания в машинах. Причина появления колебаний. Вибрация и ее виды. Причины возникновения вибрации. Защита механических систем от вибраций: уравнивание, балансировка. Виброзащитные устройства:</p>

		динамический гаситель, виброизолятор, демпфирование. Основные характеристики и область применения приводов.
2	Механизмы с высшими кинематическими парами	<p>Зубчатые механизмы Механизмы с высшими кинематическими парами и их виды. Назначение и область применения зубчатых механизмов. Рядовые зубчатые передачи и их кинематическое исследование. Планетарные и дифференциальные механизмы. Метод обращения движения формула Виллиса. Выбор типа планетарного редуктора. Многоступенчатые зубчатые передачи. Основные параметры зубчатых колес.</p> <p>Кулачковые механизмы Виды кулачковых механизмов, их назначение и область применения. Этапы проектирования кулачковых механизмов. Выбор законов движения кулачковых механизмов. Угол давления кулачковых механизмов. Метрический синтез кулачковых механизмов по допускаемому углу давления.</p>

5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Основные виды механизмов.	Ознакомление с классификацией машин и механизмов по конструктивным и функциональным признакам по имеющимся моделям рычажных, кулачковых, зубчатых, винтовых механизмов и механизмов прерывистого движения, ознакомление с принципом действия и строением наиболее распространенных механизмов (по имеющимся моделям).
Составление структурных и кинематических схем механизмов. Структурный анализ механизмов	Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> - изучение применяемых для обозначения на кинематических схемах условных изображений звеньев и кинематических пар; - изучение методики составления структурных схем механизмов, определение степени подвижности механизма; - изучение методики снятия кинематических схем механизмов; - выявление пассивных связей и местных подвижностей; - определение класса и порядка каждой группы Ассура, входящей в состав механизма, составление формулы структурного строения механизма
Кинематика рычажных механизмов.	Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> - ознакомление с методами кинематического исследования плоского рычажного механизма, имеющего одну степень свободы;

	<ul style="list-style-type: none"> - определение значения первой и второй передаточных функций механизма для заданного положения входного звена; - подготовка исходных данных и составление таблицы для ввода в ПЭВМ, расчеты.
Кинестатика рычажных механизмов	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ознакомление с методами кинестатического исследования плоского рычажного механизма, имеющего одну степень свободы; - подготовка исходных данных и составление таблицы для ввода в ПЭВМ, расчеты; - определение сил и моментов сил инерции в звеньях механизма и усилия в кинематических парах механизмов.
Определение приведенного момента инерции рычажных механизмов	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ознакомление с принципом действия приборов для определения приведенного момента инерции экспериментальным методом; - изучение свободных колебаний для определения приведенного момента инерции; - ознакомление с одним из экспериментальных методов определения моментов инерции.
Кинематика зубчатых передач	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ознакомление с методикой составления кинематических схем рядовых зубчатых передач и планетарных редукторов; - определение передаточных отношений рядовых передач и планетарных редукторов.
Нарезание зубчатых колес методом обкатки	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ознакомление с изготовлением зубчатых колес методом огибания (обкатки) с помощью инструментальной рейки; - ознакомление с изготовлением зубчатых колес методом огибания (обкатки) с помощью долбяка; - усвоение методики геометрического расчета; - ознакомление с явлением подрезания зубьев в процессе их изготовления.
Профилирование кулачка по заданному закону движения толкателя	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение наиболее распространенных законов движения кулачковых механизмов; - ознакомление с практическими приемами проектирования кулачковых механизмов по заданному закону движения толкателя; - научиться строить профиль кулачка по заданному закону движения толкателя.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Механизмы низшими кинематическими парами	Усвоение теоретического материала по дисциплине, подготовка к зачету Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, тестированию. Выполнение разделов курсовой работы.	30
2	Механизмы высшими кинематическими парами	Усвоение теоретического материала по дисциплине, подготовка к зачету Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, тестированию.	23.8
3	Курсовая работа	Выполнение и подготовка к защите курсовой работы	18

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности обучающихся для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций: метод презентации информации, проблемные лекции, модульно-рейтинговая система обучения, технология поэтапного формирования знаний, умений и навыков.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

Использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных занятий и лабораторных работ.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Вопросы к зачету

1. Задачи и методы ТММ, связь с другими дисциплинами.
2. Структура механизмов. Основные понятия и определения.
3. Классификация кинематических пар.
4. Степени свободы (подвижности механизмов).
5. Основные виды механизмов (рычажные, кулачковые, зубчатые).
6. Избыточные связи и подвижности.
7. Замена высших кинематических пар низшими.
8. Структурные и кинематические схемы, понятие масштабного коэффициента.
9. Планы положений рычажных механизмов. Определение "крайних" положений.
10. Задачи и методы кинематического анализа.
11. Исследование кинематики рычажных механизмов методом планов.
12. Кинематическое исследование рычажных механизмов аналитическим методом.
13. Основное и дополнительные условия синтеза рычажных механизмов. Классификация задач синтеза рычажных механизмов.
14. Функция отклонений. Функциональные возможности рычажных механизмов.
15. Классификация методов синтеза рычажных механизмов.
16. Методы: интерполирования, квадратичного приближения, наилучшего приближения.
17. Оптимизационный синтез рычажных механизмов.

18. Кинематическое исследование кулачковых механизмов графическим методом.
19. Классификация сил, действующих в машине.
20. Учет действия сил инерции.
21. Реакции в кинематических парах механизма.
22. Задачи и методы кинетостатического исследования рычажных механизмов.
23. Принцип Даламбера-Лагранжа. Рычаг Жуковского.
24. Кинематика зубчатых передач с неподвижными осями.
25. Многоступенчатые зубчатые передачи.
26. Основной закон зацепления. Теорема Виллиса. Основная теорема о соотношении скоростей звеньев.
27. Зубчато-рычажные передачи.
28. Выбор типа планетарного редуктора.
29. Кинематика планетарных передач. Формула Виллиса.
30. Геометрический синтез планетарных передач.
31. Методы изготовления зубчатых колес.
32. Корректирование зубчатых колес. Наименьшее число зубьев.
33. Законы движения кулачковых механизмов.
34. Угол давления, передачи, подъема профиля кулачковых механизмов.
35. Природа и виды трения.
36. Трение скольжения, трение качения.
37. Критерии качественной оценки работы механизмов и машин.
38. КПД механизмов. Коэффициент потерь.
39. КПД сложных механизмов.
40. Причины и последствия неуравновешенности вращающихся звеньев механизмов.
41. Виды неуравновешенности роторов.
42. Теоретическое уравновешивание роторов.
43. Экспериментальное уравновешивание роторов.
44. Динамические модели машин и механизмов. Динамические модели двигателей.
45. Динамические характеристики механизмов с жесткими звеньями.
46. Динамика машинного агрегата с жесткими звеньями:
 - уравнения движения машины; режимы движения машины;
 - определение средней угловой скорости установившегося движения;
 - определение динамических ошибок;
 - влияние неравномерности движения на потери энергии в двигателе;
 - динамические нагрузки в передаточном механизме;
 - способы уменьшения динамических ошибок и динамических нагрузок при установившемся движении машины;
 - влияние постоянной времени двигателя на установившееся движение машины;
 - разбег машины, влияние характеристики двигателя на разбег машины;
 - торможение машины.
47. Колебания в машинах. Причина появления колебаний. Вибрация и ее виды. Причины возникновения вибрации. Защита механических систем от вибраций: уравновешивание, балансировка.
48. Виброзащитные устройства: динамический гаситель, виброизолятор, демпфирование.
49. Основные характеристики и область применения приводов. Выбор типа привода.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Уральский, С. И. Гончаров, А. В. Шаталов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 196 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://>

www.iprbookshop.ru/80475.html (дата обращения: 28.04.2023).

2. Иванов, В. А. Краткий курс теории механизмов и машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Иванов, А. Г. Замалиев. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008. — 157 с. — 978-5-7882-0656-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63717.html> (дата обращения: 28.04.2023).

3. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин [Текст]: учеб.: рек. Мин. обр. / И. И. Артоболевский. - 4-е изд., перераб. и доп. - М Наука, 1988. - 640 с.

4. Бахратов, А. Р. Лабораторный практикум по теории механизмов и машин: Метод. Указания к лабораторным работам по дисциплине «Теория механизмов и механика машин»: учебное пособие / А. Р. Бахратов. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 96 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52150> (дата обращения: 28.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Кузнецов, Н. К. Теория механизмов и машин : учебное пособие / Н. К. Кузнецов. — Иркутск : Иркутский государственный технический университет, 2014. — 104 с. — ISBN 978-5-8038-0935-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/23076.html> (дата обращения: 28.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7. Луганцева Т.А., Волков С.П. Введение в строение механизмов: учебное пособие/ Т.А.Луганцева, С.П.Волков. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2011. – 88с. Режим доступа http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/2996.pdf (дата обращения: 28.04.2023)

8. Капустин, А. В. Теория механизмов и машин. Практикум : учебное пособие для вузов / А. В. Капустин, Ю. Д. Нагибин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 65 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9972-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492261> (дата обращения: 28.04.2023).

9. Теория механизмов и машин: учеб. пособие/ М.З. Коловский (и др.). – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2008. – 765с.

10. Чмиль, В. П. Теория механизмов и машин : учебно-методическое пособие / В. П. Чмиль. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-1222-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209816> (дата обращения: 28.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система Linux	GNU-лицензия (GNU General Public License)
2	Mathcad Education – University Edition	25 раб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract # 4A1934168 от 18.12.2014.
3	http://e.lanbook.com	Электронная библиотечная система, издательства «Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
4	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов
5	http://biblio-online.ru	Электронная библиотечная система «Юрайт». ЭБС «Юрайт», в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования.
6	http://www.iprbookshop.ru	Электронно- библиотечная система IPRbooks — научно- образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие

		информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
--	--	---

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	Google Scholar https://scholar.google.com	Поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Университет располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов занятий, предусмотренных программой дисциплины.

Занятия по дисциплине «Теория механизмов и машин» проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду университета.