

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Конструирования и стандартизации в машиностроении»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры КСМ
Протокол №8 от 24 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
«ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН»

Направление: 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Техническое обслуживание летательных аппаратов и авиационных двигателей

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Кузнецов Николай
Константинович
Дата подписания: 20.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Кузнецов Николай
Константинович
Дата подписания: 20.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Бобарика Игорь
Олегович
Дата подписания: 20.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Теория механизмов и машин» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-1 Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе применения знаний математических, естественных и технических наук	ОПК ОС-1.13

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-1.13	Выбирает типовые расчетные модели элементов авиационных конструкций	Знать общие методы структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза типовых механизмов и машин. Уметь применять общие методы структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза механизмов и машин при решении практических задач выбора типовых расчетных моделей элементов авиационных конструкций. Владеть навыками применения общих методов структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза механизмов и машин при решении практических задач выбора типовых расчетных моделей элементов авиационных конструкций.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Теория механизмов и машин» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Инженерная и компьютерная графика», «Теоретическая механика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Детали машин и основы конструирования», «Динамика полета», «Аэродинамика (прикладная)», «Конструкция и прочность самолета», «Основы проектной деятельности»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
--------------------	---

	Всего	Учебный год № 2	Учебный год № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	16	2	14
лекции	6	2	4
лабораторные работы	4	0	4
практические/семинарские занятия	6	0	6
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	88	34	54
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет с оценкой		Зачет с оценкой

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Предмет и структура курса	1	2							Отчет
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2							

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Структурный, кинематический и динамический анализ и синтез механизмов	1	2			1, 2	4	1, 2	26	Отчет
2	Синтез механизмов с высшими кинематическими парами	2	2	1, 2	4	3	2	1, 2	28	Отчет
	Промежуточная аттестация								4	Зачет с оценкой

	Всего		4		4		6		58	
--	-------	--	---	--	---	--	---	--	----	--

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Предмет и структура курса	Предмет и задачи курса. Формируемые компетенции. Рекомендуемая литература. Содержание основных разделов курса.

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Структурный, кинематический и динамический анализ и синтез механизмов	Структурный анализ и синтез механизмов. Графический и графоаналитический методы кинематического анализа. Аналитическое исследование механизмов. Кинетостатический (силовой) расчет механизмов. Трение и КПД механизмов. Уравновешивание механизмов, вращающихся звеньев (роторов). Динамический синтез механизмов. Учет динамики приводов механизмов. Линейные и нелинейные уравнения движения механизмов. Вибрация, виброзащита. Гашение колебаний, виброгасители.
2	Синтез механизмов с высшими кинематическими парами	Основные понятия и методы синтеза. Синтез эвольвентного зацепления. Синтез кулачковых механизмов.

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение геометрических параметров зубчатого колеса	2
2	Построение эвольвентного профиля колеса методом обкатки инструментальной рейкой	2

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Структурный анализ механизмов	2
2	Построение планов скоростей и ускорений рычажных механизмов	2
3	Построение картины эвольвентного зацепления	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Контрольная работа для студентов заочной формы обучения	34

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	38
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	16

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Групповые дискуссии

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Для закрепления знаний, полученных в процессе самостоятельного изучения теоретических вопросов структурного и кинематического анализа механизмов. учебным планом предусмотрено проведение 3-х практических занятий, посвященных кинематическому и кинетостатическому анализу плоских рычажных механизмов и синтезу механизмов с высшими кинематическими парами. Содержание этих занятий и методические указания по их проведению приведены в учебном пособии [8.2].

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные работы проводятся с целью закрепления знаний, полученных в процессе самостоятельного изучения теоретических вопросов дисциплины, связанных с синтезом механизмов с высшими кинематическими парами. Учебным планом предусмотрено выполнение 2-х лабораторных работ, посвященных анализу и синтезу зубчатых механизмов. Лабораторные работы проводятся в специализированной учебной лаборатории по ТММ с соблюдением требований пожарной безопасности и требований ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Оформление и защита контрольной работы

Контрольная работа посвящена структурному, кинематическому и кинетостатическому анализу технологического оборудования самолетостроительного производства. Задания на контрольные работы и методические указания по их выполнению приведены в учебном пособии [8.2].

В процессе выполнения контрольной работы необходимо выполнить структурный, кинематический и кинетостатический анализ типового механизма технологического

оборудования. Контрольная работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка должна включать следующие разделы: введение; структурный анализ типового механизма технологического оборудования; кинематический анализ типового механизма; кинетостатический анализ механизма; заключение и список использованных источников.

Расчетно-пояснительная записка выполняется на стандартных листах писчей бумаги формата А 4 и оформляется в соответствии с требованиями стандарта СТО ИРНИТУ.005-2020. Записка должна включать все числовые расчеты, необходимые для выполнения контрольной работы. Текстовая часть должна ограничиваться лишь краткими указаниями к расчету и ссылками на графические построения. Все уравнения и формулы пишутся сначала в общем виде, а затем в них подставляют необходимые числовые значения. Результаты вычислений сводятся в таблицы. Рекомендуемый объем записки – 15-20 стр. машинописного текста. Графическая часть выполняется на листах формата А 4 или А 3, которые оформляются как приложение к записке.

Защита работы проводится по контрольным вопросам, приведенным в п. 6.2.2.1. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Подготовка к практическим занятиям предусматривает проработку лекционного материала и изучение теоретических вопросов и примеров из учебного пособия [8.2]: построение планов скоростей и ускорений плоских рычажных механизмов – сс. 18, 66–67, 87–93; Построение картины эвольвентного зацепления – сс. 44–52 [8.2] и сс. 60– 66 [8.3].

Подготовка к лабораторным работам предусматривает проработку лекционного материала и изучение теоретических вопросов и примеров из учебных пособий [8.1–8.4]. В каждой лабораторной работе обучающемуся необходимо: изучить описание работы и инструкции по работе с измерительной аппаратурой; ознакомиться с лабораторной установкой и условиями эксперимента; измерить параметры, необходимые для теоретического расчета; подготовить аппаратуру для проведения работы; провести эксперимент, выполнить необходимые измерения; произвести теоретические расчеты.

Отчет оформляется по каждому из заданий с указанием названия темы, описания хода решения задачи и полученных результатов. Защита работы проводится в интерактивной форме обучения в виде структурированных групповых дискуссий по контрольным вопросам, приведенным в п. 6.2.2.1. Этот вид обучения заключается в том, что в процессе выполнения и защиты индивидуального задания на занятии студенты активно взаимодействуют друг с другом и с преподавателем, обсуждая ход решения поставленной перед ними задачи.

Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам

Отчеты по практическим работам оформляются по каждому из заданий с указанием названия темы, описания хода решения задачи и полученных результатов. Защита работы проводится в интерактивной форме обучения в виде структурированных групповых дискуссий по контрольным вопросам, приведенным в п. 6.2.2.1. Этот вид обучения заключается в том, что в процессе выполнения и защиты индивидуального задания на занятии студенты активно взаимодействуют друг с другом и с преподавателем, обсуждая ход решения поставленной перед ними задачи.

Отчеты по лабораторным работам оформляются в соответствии с требованиями методических указаний по выполнению каждой лабораторной работы и стандарта СТО ИРНИТУ.027-2020. В отчетах указывается название и цель лабораторной работы, приводится принципиальная схема экспериментальной установки, основные теоретические положения, протоколы измерений и результаты их обработки, сравнение теоретических и экспериментальных результатов в виде графиков и таблиц, выводы. Защита работы проводится в интерактивной форме обучения в виде структурированных групповых дискуссий по контрольным вопросам, приведенным в п. 6.2.2.1.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 2 | Отчет

Описание процедуры.

Тема 2-1. Предмет и структура курса

Контроль умений и практических навыков осуществляется в процессе защиты контрольной работы. Обучающийся должен представить пояснительную записку к контрольной работе с графической частью, рассказать о поставленных в работе задачах, путях их решения, полученных результатах и ответить на контрольные вопросы 1–20 и 29–34, приведенные в п. 6.2.2.1.

Критерии оценивания.

Оцениваются полнота и правильность оформления пояснительной записки в соответствии с требованиями стандарта СТО ИРНИТУ.005–2020, уровень знаний и умений, полученных в процессе самостоятельной работы, и степень владения практическими навыками при решении поставленных задач. Обучающийся должен твердо знать материал, грамотно и по существу отвечать на контрольные вопросы, правильно применять теоретические положения и владеть необходимыми практическими навыками и приемами.

6.1.2 учебный год 3 | Отчет

Описание процедуры.

Тема 3-1. Структурный, кинематический и динамический анализ и синтез механизмов
Контроль теоретических знаний, полученных в процессе самостоятельной работы студентов по дисциплине, производится в форме устного опроса по контрольным вопросам 21–28, 35–66 и 79–85, приведенным в п. 6.2.2.1. Контроль умений и практических навыков осуществляется в процессе защиты индивидуальных заданий на практических занятиях 1–3. Обучающийся должен представить отчеты по решению задач, выданных на практическом занятии 1, отчет по лабораторной работе 1 и ответить на контрольные вопросы 21–28, 35–66 и 79–85, приведенные в п. 6.2.2.1.

Тема 3-2. Синтез механизмов с высшими кинематическими парами
Контроль теоретических знаний, полученных в процессе самостоятельной работы студентов по дисциплине, производится в форме устного опроса по контрольным вопросам 67–78, приведенным в п. 6.2.2.1. Контроль умений и практических навыков осуществляется в процессе защиты отчетов по лабораторным работам 1 и 2. Обучающийся должен представить отчеты по лабораторным работам 1 и 2 и ответить на контрольные вопросы 67–78, приведенные в п. 6.2.2.1.

Критерии оценивания.

Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу отвечает на вопросы, не допускает существенных неточностей в ответах, правильно применяет теоретические положения при решении задач и выполнении лабораторных работ, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-1.13	Демонстрирует знания в области структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза механизмов и машин и готовность их применения при решении практических задач выбора типовых расчетных моделей элементов авиационных конструкций.	Демонстрирует знания в области структурного, кинематического и динамического анализа и синтеза механизмов и машин и готовность их применения при решении практических задач выбора типовых расчетных моделей элементов авиационных конструкций.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 3, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Дифференцированный зачет служит для объективного выявления результатов обучения по дисциплине, сопоставления действительных результатов обучения с запланированными в рабочей программе дисциплины и проводится в форме устного опроса. Необходимо ответить на 5 теоретических вопросов, относящихся к каждому из 5 основных разделов, перечень которых приведен ниже.

6.2.2.1. Контрольные вопросы для текущей и промежуточной аттестации

1. Предмет и задачи курса.
2. Основные понятия и определения.
3. Структура и классификация механизмов.
4. Кинематические пары и их классификация.
5. Кинематическая цепь.
6. Замена высших кинематических пар низшими.
7. Избыточные связи и лишние степени свободы.
8. Структурный анализ и синтез механизмов.

9. Принцип образования механизмов
10. Группы Ассура и их классификация.
11. Структурная классификация плоских рычажных механизмов.
12. Порядок структурного анализа.
13. Основные понятия кинематики механизмов.
14. Задачи и методы кинематического анализа.
15. Планы положений механизмов.
16. Графический метод кинематического анализа.
17. Графическое дифференцирование и интегрирование.
18. Кинематическое исследование механизмов методом планов.
19. Планы скоростей плоских механизмов.
20. Планы ускорений плоских механизмов.
21. Аналитический метод кинематического анализа.
22. Функции положения, аналоги скоростей и ускорений.
23. Метод замкнутого векторного контура.
24. Особенности кинематического анализа механизмов с высшими кинематическими парами.
25. Кинематическое исследование зубчатых механизмов.
26. Кинематическое исследование кулачковых механизмов.
27. Основные понятия динамики механизмов.
28. Режимы движения машины.
29. Кинетостатический (силовой) расчет механизмов.
30. Характеристика сил, действующих на звенья механизмов и машин.
31. Условия статической определимости кинематической цепи.
32. Силовой расчет групп Ассура.
33. Силовой расчет начального звена.
34. Определение уравнивающей силы с помощью рычага Жуковского.
35. Трение в кинематических парах механизмов.
36. Механический коэффициент полезного действия механизмов.
37. Динамические модели машинного агрегата.
38. Приведение сил и масс механизмов.
39. Уравнения движения механизмов в энергетической и дифференциальной формах.
40. Условия статической и динамической уравновешенности ротора.
41. Уравнивание вращающихся масс.
42. Статическая и динамическая балансировка ротора.
43. Уравнивание механизмов.
44. Учет динамики приводов движения.
45. Электропривод механизмов.
46. Гидропривод механизмов.
47. Пневмопривод механизмов.
48. Линейные уравнения в механизмах.
49. Нелинейные уравнения движения в механизмах.
50. Колебания в рычажных и кулачковых механизмах.
51. Коэффициент неравномерности хода машины.
52. Регулирование колебаний угловой скорости с помощью маховика.
53. Вибрация, виброактивность машин.
54. Пассивные и активные виброзащитные системы.
55. Демпферы.
56. Гашение колебаний, виброгасители.
57. Динамические гасители колебаний.
58. Вибрационные транспортеры.

59. Основные понятия и методы синтеза.
60. Синтез механизмов по методу приближения функций.
61. Методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ.
62. Структурный синтез.
63. Построение рациональных механизмов методом наложения структурных групп.
64. Синтез механизмов оптимальной структуры перебором вариантов понижения классов кинематических пар.
65. Пример решения задачи структурного синтеза.
66. Синтез плоских механизмов с высшими кинематическими парами.
67. Общая характеристика зубчатых механизмов.
68. Основная теорема зацепления.
69. Основные геометрические параметры зубчатого колеса.
70. Эвольвента и её свойства.
71. Эвольвентное зацепление и его свойства.
72. Синтез планетарных механизмов.
73. Подбор чисел зубьев планетарных механизмов.
74. Дифференциальные планетарные механизмы.
75. Синтез кулачковых механизмов.
76. Определение основных параметров кулачковых механизмов.
77. Выбор закона движения ведомого звена.
78. Определение основных размеров кулачкового механизма из условия ограничения угла давления.
79. Синтез плоских механизмов с низшими кинематическими парами.
80. Синтез передаточных механизмов.
81. Синтез механизмов по заданному ходу ведомого звена и по положениям промежуточного звена.
82. Условия существования кривошипа в четырёхзвенных механизмах.
83. Синтез направляющих механизмов.
84. Графоаналитический метод динамического синтеза.
85. Определение закона движения начального звена.

Пример задания:

Пример вопросов для зачета:

1. Порядок построения планов скоростей и ускорений.
2. Как определяются направления угловых скоростей и ускорений звеньев.
3. Последовательность построения плана сил при силовом анализе группы Ассура.
4. Силовой расчет начального звена.
5. Основная теорема зацепления.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Показывает высокий уровень знаний методов структурного, кинематического и силового анализа, синтеза типовых	Показывает средний уровень знаний методов структурного, кинематического и силового анализа, синтеза типовых	Показывает низкий уровень знаний методов структурного, кинематического и силового анализа, синтеза типовых	Показывает крайне низкий уровень знаний методов структурного, силового анализа, синтеза типовых механизмов и машин. Демонстрирует крайне

механизмов и машин. Демонстрирует высокий уровень готовности использовать полученные знания при решении практических задач выбора типовых расчетных моделей элементов авиационных конструкций.	механизмов и машин. Демонстрирует средний уровень готовности использовать полученные знания при решении практических задач выбора типовых расчетных моделей элементов авиационных конструкций.	механизмов и машин. Демонстрирует низкий уровень готовности использовать полученные знания при решении практических задач выбора типовых расчетных моделей элементов авиационных конструкций.	низкий уровень готовности использовать полученные знания при решении практических задач выбора типовых расчетных моделей элементов авиационных конструкций.
---	---	--	---

7 Основная учебная литература

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин : учебник для вузов / И. И. Артоболевский, 2011. - 640 с.
2. Тимофеев Г. А. Теория механизмов и машин : учебное пособие для вузов по техническим специальностям / Г. А. Тимофеев, 2012. - 351 с.
3. Чмилъ В. П. Теория механизмов и машин : учебное пособие / В. П. Чмилъ, 2017. - 280 с.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Королев П. В. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс] : конспект лекций, лабораторные и практические работы, примеры решения задач, самостоятельная работа студентов и курсовое проектирование с вариантами заданий, пример выполнения курсовой работы / П. В. Королев; Иркут. гос. техн. ун-т, Ин-т Авиамашиностроения и транспорта, Каф. Конструирования и стандартизации в машиностроении, 2011. - 255 с.
2. Кузнецов Н. К. Теория механизмов и машин : учебное пособие для бакалавров заочной формы обучения / Н. К. Кузнецов, 2014. - 103 с.
3. Шматкова А. В. Теория механизмов и машин : учебное пособие / А. В. Шматкова, 2014. - 168 с.
4. Теория механизмов и машин: руководство по курсовому проектированию : учебное пособие для механических специальностей / А. С. Коренько [и др.]; под ред. А. С. Коренько, 2012. - 139 с.
5. Тимофеев Г. А. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. А. Тимофеев, 2018. - 429 с.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Windows (Подписка DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years). Сублицензионный договор №14527/МОС2957 от 18.08.16г.)
2. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Office

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Макет дискового кулачка с плоским толкателем с заменяющим механизмом Макет дискового кулачкового механизма с игольч. толк. с замен. механ. Макет дискового кулачкового механизма с игольчатым толкателем Макет дискового кулачкового механизма с роликовым толкателем Макет дискового кулачкового механизма с роликовым толкателем Макет зубчатого планетарного механизма Макет кривошипно-кулисного механизма с качающимся ползуном Макет кривошипно-шатунного механизма Макет кривошипно-шатунного механизма с эксцентриком Макет кривошипно-шатунного механизма Макет пары колес с внешним зацеплением Макет пары колес с внешним зацеплением Макет пары колес с внешним зацеплением с прямым зубом Макет пары колес с внутренним зацеплением Макет пары конических колес Макет пары конических колес с наклонным зубом Макет планетарного кривошипно-шатунного механизма (внеш. зацепл.) Макет планетарного кривошипно-шатунного механизма (внутр. зацепл.) Макет поступател. кулачкового механизма с силовым замыкателем роликового толкателя Макет синусного механизма с горизонтальной и вертикальной кулисой Макет синусного механизма с наклонной кулисой Макет торцового кулачкового механизма с силовым замыкателем рол. толкателя Макет цилиндрического кулач. механиз. с геометрич. замыканием ролик. толкателя Макет цилиндрического кулач. механиз. с геометрич. замыканием ролик. толкателя Модель для изучения метода изгот. эвольвентного зубчатого колеса методом обкатки Модель для изучения метода профилирования кулачка Модель конического дифференциала автомобильного типа Модель коробки скоростей с цилиндрическими зубчатыми колесами