

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

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

Рабочая программа дисциплины

«ЭЛАСТИЧНАЯ МЕХАНИКА / ELASTIC MECHANICS»

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Современные технологии и инжиниринг в теплоэнергетике

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Эластичная механика» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-3 Способность демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК ОС-3.8
ОПК ОС-5 Способность учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок	ОПК ОС-5.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-3.8	Применяет знания и методы механики машин для решения задач конструирования и расчета деталей теплотехнических установок и систем	Знать законы механики, виды механизмов, методы их расчета. Уметь проектировать типовые механизмы, рассчитывать соединения, передачи, валы, муфты, опоры Владеть методиками расчета конструкций энергетического оборудования
ОПК ОС-5.2	Применяет методы проекторочного и проверочного расчетов деталей машин с учетом свойств конструкционных материалов, решая задачи конструирования теплотехнического оборудования	Знать законы механики и методы проекторочного расчета деталей машин с учетом свойств материала. Уметь проектировать типовые механизмы, рассчитывать соединения, передачи, валы, муфты, опоры, проводя проверочные расчеты. Владеть методиками проекторочного и проверочного расчетов конструкций теплоэнергетического оборудования с учетом динамических и тепловых нагрузок.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Эластичная механика» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Инженерная и компьютерная графика», «Математика», «Физика», «Материаловедение. Технология конструкционных материалов», «Теоретическая механика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов», «Проектная

деятельность», «Тепловые двигатели», «Надежность конструкционных материалов и оборудования в теплоэнергетике»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ 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	Основные положения сопротивления материалов	1	6	6	2	1, 2	6	1, 2, 3	17	Устный опрос
2	Основные понятия теории механизмов и машин	2	6	3, 4	6	3, 4, 5	6	1, 2, 3	21	Устный опрос
3	Основы расчета и проектирования деталей машин	3	4	1, 2, 3, 5	8	6, 7	4	1, 2, 3	22	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		16		16		96	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные положения сопротивления материалов	Деформация растяжения-сжатия. Геометрические характеристики плоских сечений. Деформации сдвига и кручения. Деформация изгиба.
2	Основные понятия теории механизмов и машин	Структурный анализ механизма. Кинематическое исследование механизмов. Динамическое исследование механизмов.
3	Основы расчета и проектирования деталей машин	Механические передачи. Соединения деталей машин. Детали, поддерживающие вращательное движение.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Изучение конструкции цилиндрического редуктора и исследование влияния режимов работы привода на КПД редуктора.	2
2	Изучение конструкции червячного редуктора и исследование влияния режимов работы привода на КПД редуктора.	2
3	Изучение конструкции подшипников качения и подшипниковых узлов.	2
3	Составление кинематических схем и структурный анализ механизмов.	2
4	Кинематический анализ механизмов.	4
5	Определение основных параметров зубчатого колеса	2
6	Экспериментальное определение зависимости силы, растягивающей болт в затянутом резьбовом соединении, от величины внешней отрывающей силы.	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет балочного элемента конструкции. Модуль APM Beam (CAD/CAE система APM WinMachine). Деформация растяжение-сжатие.	3
2	Расчет балочного элемента конструкции на прочность. Модуль APM Beam (CAD/CAE система APM WinMachine). Напряжения при изгибе. Подбор сечений.	3
3	Кинематический анализ плоских рычажных механизмов. Построение шатунных кривых.	2

	Модуль APM Slider (CAD/CAE система APM WinMachine).	
4	Статическое уравнивание вращающихся масс.	2
5	Синтез кулачковых механизмов. Расчет кулачкового механизма в модуле APM Cam (CAD/CAE система APM WinMachine).	2
6	Кинематический анализ сложных зубчатых передач. Определение передаточного отношения в многоступенчатых зубчатых передачах. Модуль APM Drive (CAD/CAE система APM WinMachine).	2
7	Выбор электродвигателя и определение энерго-кинематических параметров многоступенчатого привода.	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	18
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	16
3	Проработка разделов теоретического материала	26

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

Методические указания к ПР 1 : Расчет балочного элемента конструкции. Модуль APM Beam (CAD/CAE система APM WinMachine). Деформация растяжение-сжатие. Для заданного бруса построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений. Определить деформацию и коэффициент запаса бруса. Провести расчет балочного элемента конструкции двумя способами. Оформить отчет. Варианты задания (исходные данные, схема механизма) выдаются преподавателем на занятии согласно учебному пособию [8.5].

Методические указания к ПР 2 : Расчет балочного элемента конструкции на прочность. Модуль APM Beam (CAD/CAE система APM WinMachine). Напряжения при изгибе. Подбор сечений. Для балки, испытывающей деформацию изгиба, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Из расчета на прочность определить требуемые размеры поперечных сечений и сравнить их веса. Провести расчет балочного элемента конструкции двумя способами. Оформить отчет. Варианты задания (исходные данные, схема механизма) выдаются преподавателем на занятии согласно учебному пособию [8.5].

Методические указания к ПР 3 : Кинематический анализ плоских рычажных механизмов. Модуль APM Slider (CAD/CAE система APM WinMachine). Провести кинематический

анализ плоского рычажного механизма. Построить шатунную кривую графическим методом. Проверить правильность выполненных построений в модуле APM Slider, APM WinMachine. Варианты задания I типа (№ 1 – 30) (исходные данные, схема механизма) выдаются преподавателем на занятии согласно учебному пособию [8.3].

Методические указания к ПР 4 : Статическое уравнивание вращающихся масс. Для равномерно вращающегося вала с угловой скоростью и с массами, лежащими в перпендикулярной к оси вала плоскости, найти массу уравнивающего противовеса, указать угол его закрепления и расстояние от оси вала до центра масс противовеса. Исходные данные приведены в таблице 1, [8.6]. Криволинейные участки кривошипов на расчетных схемах при выполнении задания считать полуокружностями. Варианты задания выдаются преподавателем на занятии согласно учебному пособию [8.6].

Методические указания к ПР 5 : Синтез кулачковых механизмов. Расчет кулачкового механизма в модуле APM Cam (CAD/CAE система APM WinMachine). При выполнении данной практической работы студенту необходимо освоить расчет кулачкового механизма графо-аналитическим методом, а также провести расчет кулачка с применением модуля APM Cam, APM WinMachine. Варианты задания выдаются преподавателем на занятии согласно учебному пособию [8.5].

Методические указания к ПР 6 : Кинематический анализ сложных зубчатых передач. Определение передаточного отношения в многоступенчатых зубчатых передачах. Модуль APM Drive (CAD/CAE система APM WinMachine). Рассчитать передаточное отношение в сложной многоступенчатой зубчатой передаче. Определить частоту вращения выходного вала. Варианты задания выдаются преподавателем на занятии согласно учебному пособию [8.5].

Методические указания к ПР 7 : Выбор электродвигателя и определение энерго-кинематических параметров многоступенчатого привода. Подобрать электродвигатель; определить общий КПД, общее передаточное отношение привода и всех ступеней; определить мощности, вращающие моменты, угловые скорости для каждого вала привода; произвести его проверку по перегрузочной способности и по пусковому моменту. Варианты задания выдаются преподавателем на занятии согласно учебному пособию [8.7].

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

порядок выполнения лабораторных работ и методические указания к ним приведены в учебных пособиях дополнительной и основной литературе.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Освоение дисциплины предусматривает изучение теоретических вопросов из учебных пособий, указанных в перечне учебной литературы.

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 семестр 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Контроль теоретических знаний, полученных в процессе изучения всех указанных разделов дисциплины, проводится в форме устного опроса при защите отчетов по лабораторным и практическим работам.

Критерии оценивания.

студент дает полные и развернутые ответы на вопросы при защите отчетов по лабораторным и практическим работам.

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-3.8	Демонстрирует усвоение методик расчета деталей теплотехнических установок.	Тестирование, устный опрос.
ОПК ОС-5.2	Демонстрирует усвоение методик проверочного расчета деталей теплотехнических установок	Тестирование, устный опрос.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в формате собеседования со студентом по экзаменационному билету. Экзаменационный билет включает в себя три теоретических вопроса из разных разделов курса и задачу. На подготовку экзаменационного билета обучающемуся дается 1,5 часа. Оценивается понимание пройденного материала, умение применять его для решения практических задач. Оценка производится по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

1. Основные гипотезы и допущения сопротивления материалов. Виды нагрузок и основных деформаций. Метод сечений для определения внутренних силовых факторов. Напряжение в точке и его разложение на нормальное и касательное.
2. Деформация растяжения-сжатия. Напряжения и деформации при растяжении-сжатии. Закон Гука при растяжении-сжатии. Поперечная деформация при растяжении-сжатии.
3. Диаграмма растяжения для низкоуглеродистой стали. Расчеты на прочность при растяжении-сжатии.
4. Смятие. Контактные напряжения.
5. Деформация сдвига. Напряжения при сдвиге. Расчеты на прочность при сдвиге.
6. Деформация и закон Гука при сдвиге. Закон парности касательных напряжений. Особенности расчетов на прочность соединяемых элементов на примере шпонок, заклепок, сварных швов.
7. Геометрические характеристики плоских сечений. Момент инерции при параллельном переносе осей. Главные оси и главные моменты инерции.
8. Деформация кручения. Понятие о кручении круглого цилиндра. Эпюры крутящих моментов. Напряжения и деформации при кручении.

9. Расчеты вала на прочность и жесткость при кручении.
10. Деформация изгиба. Понятие о чистом и поперечном изгибе. Изгибающий момент и поперечная сила. Правила Журавского, используемые для построения эпюр.
11. Сочетание основных деформаций. Гипотезы прочности.
12. Прочность и жесткость при динамических нагрузках. Сопротивление усталости материалов.
13. Влияние отдельных факторов на сопротивление усталости. Расчеты на сопротивление усталости.
14. Продольный изгиб. Устойчивость сжатых стержней. Формулы Эйлера и Ясинского.
15. Основные понятия ТММ.
16. Кинематические пары, кинематические цепи.
17. Структурный анализ механизмов.
18. Структурные группы звеньев. Структурный синтез.
19. Основные понятия кинематики механизмов.
20. Кинематический анализ зубчатых механизмов.
21. Кинематическое исследование плоских рычажных механизмов методом планов.
22. Основные понятия динамики механизмов.
23. Режимы движения механизмов.
24. Кинетостатический расчет механизмов.
25. Трение и КПД механизмов.
26. Основные понятия и методы синтеза механизмов.
27. Классификация механизмов, узлов и деталей.
28. Основы проектирования механизмов, стадии разработки.
29. Требования к деталям.
30. Критерии работоспособности, влияющие на них факторы.
31. Резьбовые соединения.
32. Соединения сварные.
33. Шпоночные и зубчатые (шлицевые) соединения.
34. Заклепочные соединения.
35. Механические передачи.
36. Цилиндрические зубчатые передачи.
37. Конические зубчатые передачи.
38. Передачи червячные.
39. Фрикционные передачи и вариаторы.
40. Ременные передачи.
41. Передача винт-гайка.
42. Передачи цепные.
43. Валы и оси.
44. Муфты. Упругие элементы.
45. Подшипники качения и скольжения.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко знает законы механики, виды механизмов, умеет свободно проектировать типовые механизмы,	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные

рассчитывать соединения, передачи, валы, муфты, опоры; овладел методиками расчета типовых конструкций энергетического оборудования в условиях динамических и тепловых нагрузок.	неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при решении практических задач.	формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не может решить практические задачи.
--	---	--	---

7 Основная учебная литература

1. Шматкова А. В. Теория механизмов и машин : учебное пособие / А. В. Шматкова, 2014. - 168.
2. Шматкова А. В. Теория машин и механизмов [Электронный ресурс] : учебное пособие по выполнению лабораторной работы: "Вычерчивание эвольвентных профилей зубьев методом обкатки. Построение картины зубчатого зацепления" / А. В. Шматкова, Л. М. Кузнецова, 2008. - 20.
3. Умнов В. И. Теория машин и механизмов [Электронный ресурс] : учебное пособие по курсу "Кинематический анализ плоских рычажных механизмов графоаналитическим методом" / В. И. Умнов, А. В. Шматкова, 2009. - 33.
4. Шматкова А. В. Прикладная механика : лабораторный практикум / А. В. Шматкова, А. И. Шустов, 2019. - 91.
5. Шматкова А. В. Механика : практикум / А. В. Шматкова, А. И. Шустов, 2019. - 118.
6. Прикладная механика и детали машин : метод. указания : для лаб. работ машиностроит. и др. специальностей / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 51.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Артоболевский. Механизмы в современной технике : пособие для инженеров и изобретателей : в 4 т. Т. 2 : Рычажные механизмы, 1971. - 1007.
2. Артоболевский. Механизмы в современной технике : пособие для инженеров и изобретателей: в 4 т. , Т. 3, Зубчатые механизмы, 1973, 1973. - 576.
3. Артоболевский Иван Иванович. Механизмы в современной технике : пособие для инженеров и изобретателей: В5т. Т. 5. Гидравлические, пневматические и электрические механизмы / Иван Иванович Артоболевский, 1976. - 848.
4. Артоболевский И. И. Сборник задач по теории механизмов и машин : учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов / И. И. Артоболевский, Б. В. Эдельштейн, 1975. - 256.

5. Прикладная механика: Лаб. практикум : учеб. пособие для техн. вузов / Василий Федорович Мальцев, 1988. - 174.

6. Марченко С.И. Прикладная механика : учеб. пособие для вузов / С.И. Марченко, Е. П. Марченко, Н. В. Логинова, 2006. - 542.

7. Прикладная механика : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / К. И. Заблонский и др., 1984. - 279.

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. APM WinMachine 9.2

2. APM WinMachine 16 (для классов)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Макет дискового кулачка с плоским толкателем с заменяющим механизмом

2. Макет дискового кулачкового механизма с игольчатым толкателем

3. Макет дискового кулачкового механизма с игольчатым толкателем

4. Макет дискового кулачкового механизма с роликовым толкателем

5. Макет кривошипно-кулисного механизма с качающимся ползуном

6. Макет кривошипно-шатунного механизма

7. Макет кривошипно-шатунного механизма с эксцентриком

8. Макет планетарного кривошипно-шатунного механизма (внеш. зацепл.)

9. Макет планетарного кривошипно-шатунного механизма (внутр. зацепл.)

10. Макет поступател. кулачкового механизма с силовым замыкателем роликового толкателя

11. Макет ременной передачи

12. Макет синусного механизма с горизонтальной и вертикальной кулисой

13. Макет торцового кулачкового механизма с силовым замыкателем рол. толкателя
14. Макет цепной передачи
15. Макет цилиндрического кулач. механиз. с геометрич. замыкание ролик. толкателя