

# ПРИЛОЖЕНИЕ 3

## Аннотации дисциплин

### Оглавление

<i>Проектный менеджмент</i> .....	2
<i>Теория принятия решений</i> .....	3
<i>Организационное поведение</i> .....	4
<i>Иностранный язык</i> .....	5
<i>Нелинейные задачи механики сплошной среды</i> .....	7
<i>Статистическая механика и теория надежности</i> .....	8
<i>Управление техническими системами</i> .....	9
<i>Теория пластичности и ползучести</i> .....	10
<i>Экспериментальная механика</i> .....	11
<i>Механика контактного взаимодействия и разрушения</i> .....	12
<i>CAD-CAE технологии</i> .....	13
<i>Теоретические основы виброзащиты</i> .....	14
<i>Основы теории управления</i> .....	15
<i>Основы физики прочности</i> .....	16
<i>Гидроаэроупругость</i> .....	17
<i>Оптимальное проектирование</i> .....	18
<i>Конструкционная прочность</i> .....	19
<i>Нормы прочности, безопасности и проектирования</i> .....	20
<i>Механика композиционных материалов</i> .....	21
<i>Нелинейная динамика</i> .....	22

## *Проектный менеджмент*

Трудоемкость в зачетных единицах:	2	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	2 семестр
Лекции	16 ч	2 семестр
Практические занятия	16 ч	2 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	40 ч	2 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Зачеты	0 ч	2 семестр

Цель дисциплины: формирование у обучающихся способности управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

### Основные разделы дисциплины

1. *Управление проектами: основные понятия.* Понятия «проект» и «управление проектами». Отличие проектного управления от традиционного менеджмента. Ключевые международные стандарты управления проектами.

2. *Внешняя и внутренняя среда проекта.* Проект как система. Системный подход к управлению проектами. Цели проекта. Требования к проекту. Окружение проекта. Участники проекта. Жизненный цикл проекта. Структура проекта.

3. *Экономические аспекты проекта.* Экономическая модель проекта. Принцип альтернативности при построении экономической модели проекта. Оценка экономической эффективности проекта: общие подходы.

4. *Управление проектными рисками.* Понятие риска и неопределенности. Классификация проектных рисков. Система управления проектными рисками. Основные подходы к оценке риска. Методы управления рисками.

5. *Планирование проекта.* Иерархическая структура работ проекта. Функции сетевого анализа в планировании проекта. Анализ критического пути. Определение длительности проекта при неопределенном времени выполнения операций. Распределение ресурсов.

6. *Формирование финансовых ресурсов проекта.* Оценка стоимости проекта. Планирование затрат по проекту (бюджетирование). Источники финансирования проектов.

7. *Контроль реализации проекта. Управление качеством проекта.* Мониторинг проекта. Управление изменениями. Управление конфигурацией. Понятие качества и его применение в проектах. Планирование, обеспечение и контроль качества проекта.

8. *Управление контрактами и закрытие проекта.* Типы контрактов в проектной деятельности. Организация подрядных торгов. Управление закупками проекта. Закрытие контрактов проекта. Постаудит проекта.

## *Теория принятия решений*

Трудоемкость в зачетных единицах:	2	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	1 семестр
Лекции	16 ч	1 семестр
Практические занятия	16 ч	1 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	40 ч	1 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Зачеты	0 ч	1 семестр

Цель дисциплины: формирование у обучающихся способности осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, выработка умения формулировать критерии принятия решений.

### Основные разделы дисциплины

Основные понятия теории принятия решений (ТПР): принятие решений, процесс принятия решений, формулировка задачи принятия решений, условия принятия решений, формализация цели, критерии. Хорошо и плохо формализованные задачи принятия решений. Особенности управленческих решений (стратегических, тактических, оперативных). Системный анализ как методология изучения и решения проблем. Понятие системы, системы принятия и поддержки принятия решений.

Методы ТПР. Строгие и приближенные методы принятия (поиска) решений. Поиск оптимального и удовлетворительного (допустимого) решений. Эвристические методы поиска решения. Поиск решения в конфликтных ситуациях на основе теоретико-игровых моделей. Многокритериальные задачи принятия решений. Рациональное и иррациональное поведение лица, принимающего решения (ЛПР): теория ожидаемой и субъективной ожидаемой полезности. Методы коллективного принятия решений в больших и малых группах).

Интеллектуальные системы принятия и поддержки принятия решений.

## *Организационное поведение*

Трудоемкость в зачетных единицах:	2	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	3 семестр
Лекции	16 ч	3 семестр
Практические занятия	16 ч	3 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	40 ч	3 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Зачеты	0 ч	3 семестр

Цель дисциплины: формирование способности организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели, способности определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

### Основные разделы дисциплины

Командообразование. Самоорганизация. Причины и факторы поведения людей в коллективе. Индивидуальные представления, ценности, поступки при работе в коллективе.

## *Иностранный язык*

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	1 семестр – 2 2 семестр – 2
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	1 семестр – 72 ч. 2 семестр – 72 ч.
Лекции	–	–
Практические занятия	64 ч	1 семестр – 32 ч. 2 семестр – 32 ч.
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	80 ч	1 семестр – 40 ч. 2 семестр – 40 ч.
Курсовые проекты (работы)	-	-
Зачеты	0 ч	1 семестр – 0 ч. 2 семестр – 0 ч.

Цель дисциплины: приобретение коммуникативных навыков, необходимых для иноязычной деятельности по изучению и творческому осмыслению зарубежного опыта в профилирующей и смежных областях науки и техники, а также для делового профессионального общения.

### Основные разделы дисциплины

#### 1. Технический иностранный язык:

Лексика: 2000-2200 единиц (из них 1000 продуктивно) технической направленности согласно специальности;

Грамматика: Функции причастия. Обстоятельственный (зависимый) причастный оборот. Причастные обороты (конструкции). Пассивный залог. Функции герундия. Герундиальный оборот. Функции инфинитива. Инфинитивные обороты. “To have”, “to do” (функции). Модальные глаголы и их эквиваленты. Безличные предложения. Неопределенно-личные предложения. Бессоюзные предложения. Неличные придаточные предложения. Придаточные определительные предложения (с союзом, без союза). Существительное в функции определения. Эмфатические конструкции. Словообразование. Неполные придаточные предложения. Условные предложения;

Чтение оригинальных технических текстов (2500-3000 п. зн.) по специальности в профилирующей и смежных областях науки и техники;

Устная речь и аудирование (формирование навыков монологического высказывания по своей специальности и на тему диссертации, совершенствование навыков и умений устной речи в рамках тематики, предусмотренной программой (устный обмен информацией, доклады, сообщения).

2. Академическое письмо (формирование навыков аннотирования и реферирования текстов технического содержания по специальности).

## *Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг*

Трудоемкость в зачетных единицах:	5	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	180 ч	1 семестр
Лекции	16 ч	1 семестр
Практические занятия	32 ч	1 семестр
Самостоятельная работа	80 ч	1 семестр
Курсовые проекты	48 ч	1 семестр
Экзамен	36 ч	1 семестр

Цель дисциплины - изучение современных подходов к численному моделированию поведения сложных конструкций с применением компьютерных технологий, необходимых в профессиональной деятельности по выбранному профилю.

### Основные разделы дисциплины

Принципы разработки расчетных схем МКЭ в задачах динамики конструкций. Оценка погрешности конечноэлементного расчета собственных частот и форм колебаний. Линейная и нелинейная постановки задачи о потере устойчивости. Особенности построения геометрической матрицы жесткости. Решение частичной проблемы собственных значений для модели МКЭ. Решение нелинейной задачи методом переменной жесткости. Численный критерий потери устойчивости

Алгоритм статической конденсации – основа метода суперэлементов. Принципы разбиения сложной конструкции на составные части. Процесс формирования суперэлементов и сборки подструктур. Последовательный расчет перемещений и напряжений.

Система команд программного комплекса Ansys и приемы работы с главным меню. Построение твердотельных моделей, задание типов элементов, формирование сетки, задание граничных условий, запуск на решение и интерпретация результатов. Расчет плоской задачи теории упругости, статический и динамический расчеты рамы, расчет оболочек и балок при больших перемещениях. Комбинированный подход к расчету композиционных систем.

Интегро-интерполяционный метод составления разностных схем. Понятия аппроксимации, устойчивости и сходимости. Критерий устойчивости Неймана и его геометрическое истолкование. Решение линейных параболических задач. Решение эллиптических задач итерационным методом Либмана. Решение гиперболических задач. Первое дифференциальное приближение. Дисперсия и диссипация на разностной сетке.

## *Нелинейные задачи механики сплошной среды*

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	2 семестр
Лекции	16 ч	2 семестр
Практические занятия	16 ч	2 семестр
Самостоятельная работа	60 ч	2 семестр
Курсовые проекты	36 ч	2 семестр
Экзамены	36 ч	2 семестр

Цель дисциплины: изучение основных положений, моделей и методов нелинейной механики сплошной среды, необходимых в профессиональной деятельности.

### Основные разделы дисциплины

Основные положения механики сплошной среды. Напряжения. Деформации. Тензоры напряжений и деформаций и их инварианты. Интенсивности напряжений и деформаций. Скорости деформаций.

Модели и состояния сплошной среды. Упругость и классификация упругих материалов. Пластичность. Идеальная пластичность. Условие текучести. Упрочнение. Закон Баушингера. Изотропное и кинематическое упрочнение. Соотношения между напряжениями и деформациями при теории пластичности. Теория пластического течения. Ассоциированный закон течения. Деформационная теория. Разгрузка. Постановка задач теории пластичности. Физически-нелинейные модели в ANSYS. Вязкие среды. Ползучесть. Установившаяся ползучесть лопаток паровых и газовых турбин. Бетон и железобетон. Основные физико-механические свойства бетона и арматуры. Теории прочности бетона. Расчет бетонных и железобетонных элементов конструкций по СП 52-101-2003. Модель бетона и железобетона в ANSYS. Механика грунтов. Основные понятия и определения. Механические характеристики грунтов. Закон Кулона для грунтов. Прочность грунтов. Критерии Мора-Кулона и Друккера-Прагера.

Геометрически-нелинейные задачи. Тензор Коши-Грина. Тензор Грина-Лагранжа. Градиент деформаций. Тензор напряжений Пиолы-Кирхгофа. Уравнение равновесия с учетом конечных перемещений.

Классификация нелинейных задач. Постановка задачи нелинейного деформирования. Общая схема решения нелинейных задач. Методы решения нелинейных краевых задач. Нелинейные задачи и МКЭ. Два подхода к физически- и геометрически нелинейному анализу: формулировки Лагранжа и Эйлера. Основные положения. Классификация вариантов нелинейного анализа.

### *Статистическая механика и теория надежности*

<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>4</b>	<b>1 семестр</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 ч</b>	<b>1 семестр</b>
<b>Лекции</b>	<b>32 ч</b>	<b>1 семестр</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>16 ч</b>	<b>1 семестр</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>-</b>	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>60 ч</b>	<b>1 семестр</b>
<b>Курсовые проекты (работы)</b>	<b>-</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>36 ч</b>	<b>1 семестр</b>

**Цель дисциплины:** изучение методов теории вероятностей и теории надежности и безопасности для расчета машин и конструкций, находящихся под воздействием случайных природных и эксплуатационных нагрузок.

**Основные разделы дисциплины:**

1. Основные понятия теории надежности.
2. Надежность сложных систем.
3. Испытания на надежность.
4. Надежность механических систем.
5. Прикладные задачи теории надежности.
6. Обоснование нормативных расчетов на надежность.



## *Управление техническими системами*

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	1 семестр
Лекции	16 ч	1 семестр
Практические занятия	16 ч	1 семестр
Самостоятельная работа	94 ч	1 семестр
Курсовые проекты	-	
Зачет с оценкой	18 ч	1 семестр

Цель дисциплины: изучение основных положений и методов теории автоматического управления применительно к механическим и гибридным системам.

### Основные разделы дисциплины

1. Введение в теорию управления. Предмет изучения и основные понятия теории управления. Системы автоматического регулирования (САР) и САУ. Теория автоматического управления (ТАУ) и информация. Типовая функциональная схема САУ. Типы САУ. История автоматического управления. Примеры современных САУ.

2. Математические модели систем управления. Понятие математической модели системы. Преобразование Лапласа. Передаточная функция. Частотные характеристики. Логарифмические частотные характеристики. Показатели частотных характеристик. Типы звеньев в системах управления. SISO и MIMO-системы. Системы управления в пространстве состояний.

3. Системы управления с обратной связью. Структурные схемы систем управления. Компоненты системы с обратной связью. Устойчивость линейных систем с обратной связью. Принцип аргумента и критерий Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста-Михайлова.

4. Синтез регуляторов. Синтез корректирующих устройств (регуляторов) в SISO-системах. Виды регуляторов. ПИД-регуляторы.

5. Оптимальное управление. Задачи оптимального управления. Оптимальный регулятор. Задача о синтезе оптимального линейно-квадратичного регулятора.

## *Теория пластичности и ползучести*

Трудоемкость в зачетных единицах:	7	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	252 ч	1 семестр
Лекции	32 ч	1 семестр
Практические занятия	16 ч	1 семестр
Самостоятельная работа	152 ч	1 семестр
Курсовые проекты	16 ч	1 семестр
Экзамен	36 ч	1 семестр

Цель дисциплины: изучение основных положений теории пластичности и ползучести применительно к задачам статики и динамики, необходимых в профессиональной деятельности по выбранному профилю.

### Основные разделы дисциплины

1. Постановка задач об упругопластическом деформировании
  - 1.1. Физические основы теории пластичности
  - 1.2. Работа дополнительных сил. Постулат Друккера
  - 1.3. Соотношения Леви-Мизеса
  - 1.4. Теория упруго-пластического тела с упрочнением
  - 1.5. Простое и сложное нагружение. Теорема А. А. Ильюшина о простом нагружении. Деформационная теория Генки-Надаи.
  - 1.6. Теория предельного равновесия упруго-пластической среды
  
2. Предельное состояние стержней, пластин и оболочек
  - 2.1. Упруго-пластический изгиб балок. Предельное состояние балок
  - 2.2. Предельное состояние опёртых полигональных пластин
  - 2.3. Предельное состояние цилиндрических оболочек при осесимметричном изгибе
  - 2.4. Упруго-пластическое состояние толстостенного полого цилиндра
  - 2.5. Плоская деформация идеального жёстко-пластического тела. Общие положения
  
3. Циклическая пластичность
  - 3.1. Теория приспособляемости
  - 3.2. Расчёт на прочность при малоцикловой усталости
  
4. Основы теории ползучести
  - 4.1. Физические основы теории ползучести. Результаты экспериментального изучения ползучести
  - 4.2. Гипотезы старения, упрочнения и пластической наследственности
  - 4.3. Принцип суперпозиции Больцмана-Вольтерра
  
5. Решение задач теории ползучести для стержней, пластин и оболочек
  - 5.1. Общая постановка задач теории установившейся ползучести
  - 5.2. Ползучесть стержней и стержневых систем
  - 5.3. Поперечный изгиб бруса при установившейся ползучести
  - 5.4. Ползучесть при сложном напряжённом состоянии

## *Экспериментальная механика*

Трудоемкость в зачетных единицах:	7	2 семестр – 4 з.е. 3 семестр – 3 з.е.
Часов (всего) по учебному плану:	144, 108 ч	2, 3 семестр
Лекции	32, 16 ч	2, 3 семестр
Лабораторные занятия	16, 16 ч	2, 3 семестр
Самостоятельная работа	60, 40 ч	2, 3 семестр
Курсовые проекты	-	-
Экзамен	36, 36 ч	2, 3 семестр

Цель дисциплины: состоит в изучении основных положений, экспериментальной механики, необходимых в профессиональной деятельности по выбранному профилю.

### Основные разделы дисциплины

1. Введение в экспериментальную механику.
2. Теоретические основы планирования и обработки результатов экспериментальных исследований.
3. Экспериментальные методы исследования напряжений и деформаций
4. Назначение и основные типы механических испытаний.
5. Автоматизация экспериментальных исследований.
6. Оптико-геометрические методы деформаций и перемещений.
7. Голографическая интерферометрия.

## Механика контактного взаимодействия и разрушения

Трудоемкость в зачетных единицах:	5	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	2 семестр
Лекции	32 ч	2 семестр
Практические занятия	32 ч	2 семестр
Самостоятельная работа	80 ч	2 семестр
Курсовые проекты	-	-
Экзамен	36 ч	2 семестр

Цель дисциплины: изучение основных положений, моделей и методов механики контактного взаимодействия и разрушения, необходимых в профессиональной деятельности по выбранному профилю.

### Основные разделы дисциплины

#### 1. Введение в механику контактного взаимодействия и разрушения.

Связь механики разрушения с физикой твёрдого тела. Особенности подхода к проблемам разрушения с точки зрения механики. Место эксперимента в механике разрушения. Обзор основных проблем механики разрушения. Квазихрупкое разрушение. Вязкое разрушение. Длительная прочность и разрушение при повышенных температурах. Разрушение при циклических нагрузках. Влияние окружающей среды на прочность и характер разрушения.

Феноменологические теории прочности. Предельные поверхности в пространстве напряжений и их свойства. Связь с критериями текучести в теории пластичности. Предельные поверхности для анизотропных материалов. Планирование экспериментов по построению предельных поверхностей. Оценка минимального количества опытов. Выбор образцов и схем нагружения. Интерпретация опытных данных.

#### 2. Основы теории квазихрупкого разрушения.

Концепция Гриффитса-Ирвина в теории разрушения. Энергетическое условие устойчивости равновесной трещины. Поверхностная энергия твёрдого тела. Условие Гриффитса. Задачи теории упругости, связанные с теорией квазихрупкого разрушения. Распределение напряжений в окрестности трещин. Изотропное упругое тело, плоская задача. Распределение трещин при кручении, изгибе и сдвиге. Распределение напряжений около дисковой щели. Коэффициенты интенсивности напряжений. Численные методы определения коэффициентов интенсивности напряжений. Особенности решения задач линейной механики разрушения по методу конечных элементов. Алгоритмизация расчётов для определения коэффициентов интенсивности напряжений на ЭВМ. Развитие и обобщение теории Гриффитса-Ирвина. Модель Леонова-Панасюка-Дагдейла. Учёт пластических деформаций у края трещины. Приложение теории квазихрупкого разрушения для оценки сопротивления конструкционных материалов при наличии трещин.

#### 3. Экспериментальные методы в механике разрушения.

Масштабный эффект прочности и физическая природа его происхождения. Проблема переноса результатов испытаний малых образцов и моделей на натуральные изделия. Планирование экспериментов по определению характеристик трещиностойкости материала при статическом и динамическом нагружении. Прямые и косвенные методы испытаний. Выбор образцов и схем нагружения. Технические нормы на проведение испытаний. Неразрушающие методы дефектоскопии. Дефектоскопия как способ повышения безопасности инженерных систем. Экспериментальные методы динамической механики разрушения.

## *CAD-CAE технологии*

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	2 семестр
Лекции	16 ч	2 семестр
Практические занятия	32 ч	2 семестр
Самостоятельная работа	42 ч	2 семестр
Курсовые проекты	-	-
Зачет с оценкой	18 ч	2 семестр

Цель дисциплины: изучение основ компьютерного инжиниринга и получение навыков применения современных программных средств, реализующих CAD/CAE-технологии (на примере программного комплекса SolidWorks), в профессиональной деятельности.

### Основные разделы дисциплины

#### 1. Введение

1.1. Терминология, основные понятия, история и перспективы развития CAD/CAE-технологии.

1.2. Математические модели и компьютерное моделирование.

1.3. Основные виды конструкторской документации, необходимой для моделирования (или получаемые на выходе) с помощью CAD/CAE-технологии.

#### 2. Твёрдотельное моделирование в системе SolidWorks

2.1. Основные этапы создания твёрдотельной модели.

2.2. Получение конструкторской документации.

#### 3. Расчетная часть

3.1. Расчёт геометрических характеристик твёрдотельных конструкций.

3.2. Анализ динамики и прочности в программах, реализующих метод конечных элементов.

## *Теоретические основы виброзащиты*

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	2 семестр
Лекции	16 ч	2 семестр
Практические занятия	32 ч	2 семестр
Самостоятельная работа	42 ч	2 семестр
Курсовые проекты	-	-
Зачет с оценкой	18 ч	2 семестр

Цель дисциплины: Изучение основных положений теории виброзащиты оборудования и аппаратуры, необходимых в профессиональной деятельности по выбранному профилю.

### Основные разделы дисциплины

#### 1. Введение в теоретические основы виброзащиты

Источники и природа механических колебаний. Количественная оценка амплитуд механических колебаний. Гармоническая и полигармоническая вибрация. Характеристики вибрационных процессов. Случайные воздействия и их характеристики. Постановка задачи о защите конструкций от вибраций и ударов. Вибрационные расчеты. Проблема измерения и анализа механических колебаний и ударных воздействий. Виброизмерительная аппаратура. Типы и характеристики акселерометров. Пьезоэлектрический акселерометр. Типы и характеристики виброметров.

#### 2. Способы вибро- и ударозащиты

Изменение соотношения между собственными частотами конструкции и частотой внешних возмущений. Экранирование упругих волн. Применение амортизаторов. Уравновешивание возмущающих нагрузок механизма – балансировка роторов.

#### 3. Принципы виброизоляции

Эффективность виброзащиты. Эквивалентные коэффициенты жесткости и демпфирования. Случай полигармонического воздействия. Эффективность виброзащитных систем при случайных стационарных воздействиях. Основы расчета виброизоляторов.

#### 4. Амортизаторы

Конструкция и основные характеристики амортизаторов. Эксплуатационные требования к амортизаторам. Выбор амортизаторов. Амортизация оборудования при больших линейных ускорениях. Режимы старта и торможения. Виброизоляция бортовой электромеханической и электронной аппаратуры.

#### 5. Влияние вибраций на человека

Механические свойства тела человека. Характеристики вибраций, действующих на человека. Нормирование вибраций, действующих на человека.

## *Основы теории управления*

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	1 семестр
Лекции	16 ч	1 семестр
Практические занятия	16 ч	1 семестр
Самостоятельная работа	94 ч	1 семестр
Курсовые проекты	-	
Зачет с оценкой	18 ч	1 семестр

Цель дисциплины: изучение основных положений и методов теории автоматического управления применительно к механическим и гибридным системам.

### Основные разделы дисциплины

1. Введение в теорию управления. Предмет изучения и основные понятия теории управления. Системы автоматического регулирования (САР) и САУ. Теория автоматического управления (ТАУ) и информация. Типовая функциональная схема САУ. Типы САУ. История автоматического управления. Примеры современных САУ.

2. Математические модели систем управления. Понятие математической модели системы. Преобразование Лапласа. Передаточная функция. Частотные характеристики. Логарифмические частотные характеристики. Показатели частотных характеристик. Типы звеньев в системах управления. SISO и MIMO-системы. Системы управления в пространстве состояния.

3. Системы управления с обратной связью. Структурные схемы систем управления. Компоненты системы с обратной связью. Устойчивость линейных систем с обратной связью. Принцип аргумента и критерий Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста-Михайлова.

4. Синтез регуляторов. Синтез корректирующих устройств (регуляторов) в SISO-системах. Виды регуляторов. ПИД-регуляторы.

5. Оптимальное управление. Задачи оптимального управления. Оптимальный регулятор. Задача о синтезе оптимального линейно-квадратичного регулятора.

## Основы физики прочности

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	1 семестр
Лекции	16 ч	1 семестр
Практические занятия	16 ч	1 семестр
Самостоятельная работа	94 ч	1 семестр
Курсовые проекты	-	
Зачет с оценкой	18 ч	1 семестр

Цель дисциплины: изучение основ физики прочности, необходимых в профессиональной деятельности по выбранному профилю.

### Основные разделы дисциплины

#### **1. Введение в основы физики прочности.**

Механические свойства материалов: механизмы пластического деформирования, деформирование монокристаллов, особенности деформирования поликристаллов, ползучесть, классификация видов ползучести. Теория дефектов кристаллического строения: точечные дефекты в кристаллах, дислокации и их классификация, поверхностные дефекты кристаллического строения, дислокации в реальных кристаллических структурах.

#### **2. Структура и механизмы деформации твердых тел. Механика дислокаций**

Геометрия дислокаций. Движение дислокаций. Движение дислокаций в кристалле. Поле напряжений вокруг дислокации. Энергия упругой деформации, линейное натяжение, и масса дислокаций. Сила, действующая на дислокацию. Критическое напряжение необходимое для движения дислокации. Дислокационные реакции. Размножение дислокаций. Границы кручения и наклона. Сцепление дислокаций. Виды пластической деформации, отличные от скольжения. Образование и подвижность точечных дефектов в решетке. Роль термической активации в пластической деформации.

#### **3. Теоретические подходы к описанию прочности полимерных материалов**

Основные подходы, используемые в науке о прочности материалов. Теория дислокаций и другие атомистические подходы. Подход с позиций структуры материала. Подход с позиций механики сплошных сред. Феноменологический подход, включающий математические исследования. Термодинамический и статистико-механический подход. Вероятностно-статистический подход. Подход, учитывающий влияние окружающей среды. Методы испытаний. Расчетные методы. Основные факторы, влияющие на механическое поведение и прочность полимерных материалов. Расчет прочности. Анализ причин разрушения полимерных материалов

#### **4. Структура и морфология полимерных материалов**

Структура полимерных материалов. Молекулярная структура. Поперечные связи и разветвленность. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение. Кристаллизация. Ориентация. Структура и морфология кристаллических полимерных материалов. Монокристаллы и дефекты кристаллической решетки. Сферолитная структура. Ориентированные кристаллические структуры. Волокнистая структура. Структура и морфология аморфных полимеров.

#### **5. Основные физические свойства полимерных материалов**

Упругость. Энергетическая и энтропийная составляющие упругости. Модуль упругости кристаллических полимеров. Модуль упругости стеклообразных аморфных полимеров. Модуль упругости изотропных твердых кристаллов. Модуль упругости ориентированных твердых полимеров. Высокомодульные волокна. Тепловые свойства. Температура плавления. Температура стеклования. Вторичные релаксационные переходы. Поверхностные свойства, адсорбция и диффузия. Поверхностная энергия. Адсорбция. Диффузия. Набухание и растворение.



## *Гидроаэроупругость*

Трудоемкость в зачетных единицах:	2	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	3 семестр
Лекции	16 ч	3 семестр
Практические занятия	16 ч	3 семестр
Самостоятельная работа	22 ч	3 семестр
Курсовые проекты	-	-
Зачет с оценкой	18 ч	3 семестр

Цель дисциплины: изучение основных положений теории гидроаэроупругости применительно к динамическим расчетам конструкций, помещенных в поток газа или жидкости или содержащих протекающую жидкость.

### Основные разделы дисциплины

**Основы аэрогидродинамики.** Основные закономерности течений жидкости и газа. Физические свойства движущейся среды. Основные уравнения аэрогидромеханики. Вихревые течения. Течение вязкой жидкости и пограничный слой. Несущие поверхности в установившемся потоке. Крыло в плоском установившемся потоке. Крыло в стационарном околосзвуковом потоке. Определение аэродинамических сил и моментов на колеблющемся крыле. Аэродинамическая гипотеза плоских сечений. **Устойчивость упругих тел в потоке газа.** Упругие, массовые и аэродинамические модели летательных аппаратов при расчете на флаттер. Флаттер как неконсервативная задача теории упругой устойчивости. Типы расчетных схем. Основные задачи аэродинамики летательных аппаратов. Основные уравнения аэродинамики. Начальные и граничные условия. Закон плоских сечений для сверхзвуковых скоростей. Границы применимости поршневой теории. Флаттер крыла. Схематизация крыла консольной балкой с прямолинейной осью жесткости. Уравнения движения, граничные условия. Метод решения. Статическая аэроупругость. Дивергенция крыла. Изгибно-крутильный флаттер крыла. Влияние конструктивных параметров. Флаттер упругих пластин и оболочек при больших сверхзвуковых скоростях. **Параметрические колебания панелей в сверхзвуковом потоке газа.** Постановка задачи. Сведение задачи к системе обыкновенных дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами. Устойчивость автономных систем: устойчивость по Ляпунову. Теоремы об устойчивости. Критерии асимптотической устойчивости: Рауса-Гурвица, Зубова, Коши- Михайлова- Найквиста. Классификация параметрических резонансов. Мультипликаторы. Матрица монодромии. Влияние параметров системы, потока и параметрического возбуждения на поведение областей неустойчивости и возможность стабилизации системы. **Колебания упругих систем в жидкости.** Этапы решения задач упругих колебаний конструкций в жидкости. Исследование колебаний упругих стержней в вакууме. Определение частот и форм собственных колебаний. Постановка задачи о собственных колебаниях стержня в жидкости. Уравнение Лапласа. Нахождение потенциала скоростей. Определение присоединенных масс и частот собственных колебаний стержня в жидкости. **Колебания упругих систем с жидкостью.** Колебания трубопроводов с пульсирующим потоком жидкости. Устойчивость трубопроводов при детерминистических пульсациях расхода жидкости. Устойчивость трубопровода при случайных воздействиях. Стохастическая устойчивость. Устойчивость по совокупности моментных функций. Метод моментных функций. Влияние параметров системы и потока на поведение областей неустойчивости и возможность стабилизации систем.

## Оптимальное проектирование

Трудоемкость в зачетных единицах:	2	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	3 семестр
Лекции	16 ч	3 семестр
Практические занятия	16 ч	3 семестр
Самостоятельная работа	22 ч	3 семестр
Курсовые проекты	-	-
Зачет с оценкой	18 ч	3 семестр

Цель дисциплины: изучение и реализация математических методов решения задач оптимального проектирования, необходимых в профессиональной деятельности.

### Основные разделы дисциплины

#### **1. Математическая постановка задач оптимизации**

Целевая функция, пассивные и активные ограничения. Классификация оптимизационных задач. Общая схема решения оптимизационных задач. Критерии завершения поиска. Постановка задач оптимального проектирования конструкций. Параметры проектирования, параметры состояния и параметры качества. Целевые функции (критерии оптимизации) в задачах оптимального проектирования конструкций.

#### **2. Математические методы одномерной оптимизации**

Линейное программирование-постановка задачи, алгоритм решения. Метод Хука – Дживса в задачах одномерной оптимизации. Метод дихотомии в задачах одномерной оптимизации. Скорость сходимости метода дихотомии. Четырёхточечные симметричные алгоритмы одномерной оптимизации («золотого сечения», чисел Фибоначчи). Скорость сходимости четырехточечного алгоритма. Метод Хука-Дживса. Методы простого перебора и случайного поиска в задачах одномерной оптимизации. Полиномиальная аппроксимация в задачах одномерной оптимизации.

#### **3. Математические методы многомерной оптимизации**

Симплекс-методы в задачах многомерной оптимизации (метод регулярного недеформируемого симплекса, метод Нелдера-Мида). Методы случайного поиска в задачах многомерной оптимизации. Методы последовательных направлений в задачах многомерной оптимизации (покоординатный поиск, метод ортогональных направлений, метода Пауэлла). Метод Хука-Дживса в задачах многомерной оптимизации. Градиентные методы многомерной оптимизации. Ньютоновские методы многомерной оптимизации.

#### **4. Основные методы решения задач с активными и пассивными ограничениями.**

Оптимизация в задачах с пассивными ограничениями. Простейшие вычислительные алгоритмы. Методы множителей Лагранжа в задачах с пассивными ограничениями. Теорема Куна – Таккера. Метод Бокса. Метод штрафных функций. Многокритериальная оптимизация. Множество Парето-оптимальных решений.

#### **5. Применение методов оптимизации к решению задач оптимального проектирования типовых конструкций**

Оптимальное проектирование стержня постоянного и переменного сечения с целью отстройки первой собственной частоты колебаний от опасных резонансов с учетом минимизации массы. Оптимальное проектирование кольцевой пластины переменной толщины при осесимметричном изгибе. Проектирование равнопрочных конструкций. Проектирование диска ротора турбины газотурбинного двигателя (ГТД), используя запасы по несущей способности. Проектирование равнопрочного диска ротора турбины ГТД. Проектирование равнопрочного замкового соединения типа «ласточкин хвост» рабочих колес ГТД.

## *Конструкционная прочность*

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	3 семестр
Лекции	-	-
Практические занятия	32 ч	3 семестр
Самостоятельная работа	94 ч	3 семестр
Курсовые проекты	16 ч	3 семестр
Зачет с оценкой	18 ч	3 семестр

Цель дисциплины: изучение базовых методов оценки прочности элементов конструкций, изготовленных из конструкционных материалов.

### Основные разделы дисциплины

#### *1. Введение. Виды механического разрушения*

Условия работы материалов и деталей машин. Общие принципы оценки прочности конструкций. Условия нагружения и типичные разрушения деталей машин. Типы механических испытаний. Методы определения характеристик конструкционной прочности. Краткая сводка видов механического разрушения. Схема анализа причин разрушения деталей.

#### *2. Прочность деталей при статическом нагружении*

Теория испытаний на растяжение. Связь между истинными и условными напряжениями и деформациями. Механические модели предельного состояния. Прочность и основы расчета конструкций при статических нагрузках. Схематизация диаграмм деформирования. Прочность деталей при статическом нагружении. Теория Нейбера о концентрации напряжений в надрезах и выточках. Приближенные способы определения напряжений и деформаций при неупругом деформировании. Несущая способность деталей турбомашин.

#### *3. Усталостное разрушение*

Явление усталостного разрушения металлов. Циклы напряжений и экспериментальное изучение усталостных характеристик материалов. Факторы, влияющие на усталостную прочность деталей. Методы определения предела выносливости конструкций. Методы расчета на прочность конструкций при переменных напряжениях. Классификация процессов повторного пластического деформирования. Испытания материалов на малоцикловую усталость, кривые малоцикловой усталости.

#### *4. Прочность при длительном статическом нагружении*

Сопротивление материалов деформированию при повышенных температурах. Разрушение при длительном нагружении. Параметрические зависимости длительной прочности. Основы расчета конструкций при длительном действии нагрузок в условиях повышенных температур. Критерии длительной прочности при сложном напряженном состоянии. Взаимное влияние длительной прочности и малоцикловой усталости. Определение напряженно-деформированного состояния вращающегося диска методом конечных элементов.

Определение запасов статической прочности и несущей способности.

1. Определение деформаций во вращающемся диске с использованием теории пластического течения. Расчёт циклической долговечности в эксплуатационных условиях.

2. Расчёт несущей способности и циклической долговечности корпуса камеры сгорания авиационного газотурбинного двигателя

Определение силы затяжки болтов фланцевого соединения при установившейся ползучести.

## *Нормы прочности, безопасности и проектирования*

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	3 семестр
Лекции	-	-
Практические занятия	32 ч	3 семестр
Самостоятельная работа	94 ч	3 семестр
Курсовые проекты	16 ч	3 семестр
Зачет с оценкой	18 ч	3 семестр

Цель дисциплины: изучение основных положений и методов теории автоматического управления применительно к механическим и гибридным системам.

Основные разделы дисциплины

1. Основные положения теории вероятностей
  - 1.1. Случайные величины и их распределения
  - 1.2. Числовые характеристики распределения
  - 1.3. Случайная векторная величина
  - 1.4. Числовые характеристики распределения функции двух случайных величин
  - 1.5. Функции случайных величин
2. Оценка надежности конструкций
  - 2.1. Развитие методов расчета в отечественных нормах
  - 2.2. Резерв прочности
  - 2.3. Характеристика безопасности
  - 2.4. Коэффициент запаса
3. Характеристики нагрузок и воздействий
  - 3.1. Классификация нагрузок
  - 3.2. Нагрузки как случайные величины
    - 3.2.1. Снеговые нагрузки
    - 3.2.2. Ветровая нагрузка
    - 3.2.3. Постоянные нагрузки
  - 3.3. Превышение нагрузкой заданного уровня
4. Статистический характер прочности основных конструкционных материалов
  - 4.1. Начальная прочность материалов в строительных нормах
  - 4.2. Влияние износа и изменения прочности во времени
  - 4.3. Нормативное сопротивление
  - 4.4. Расчетное сопротивление
5. Вероятностно-экономический метод расчета конструкций
  - 5.1. Основы метода и исходные параметры
  - 5.2. Расчетные зависимости
  - 5.3. Примеры расчета

## *Механика композиционных материалов*

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	3 семестр
Лекции	16	3 семестр
Практические занятия	32 ч	3 семестр
Самостоятельная работа	24 ч	3 семестр
Курсовые проекты	-	-
Экзамен	36 ч	3 семестр

Цель дисциплины: основных положений механики композиционных материалов, необходимых в профессиональной деятельности.

### Основные разделы дисциплины

#### **1. Введение в механику композиционных материалов**

- 1.1. Появление композиционных материалов.
- 1.2. Определение композиционного материала.
- 1.3. Типы композитов.
- 1.4. Композиты, армированные волокном.
- 1.5. Композиты с дисперсными частицами.

#### **2. Механика композитов**

- 2.1. Композит как механическая система. Строение композитов. Правило смесей. Теория ячеек. Теория ортотропных материалов.
- 2.2. Композиты, армированные дискретными волокнами. Оценка значений для верхней и нижней границ модуля упругости энергетическим методом.
- 2.3. Механика слоистых пластин. Характеристики слоистых пластин. Определение и классификация композитов.
- 2.4. Поведение композитных материалов. Приложения Теория упругости анизотропных и слоистых сред. Температурные и гидротермические воздействия. Слои композитных материалов.
- 2.5. Пластины и панели из композитных материалов. Уравнения равновесия пластины. Изгиб пластин из композитных материалов. Граничные условия для пластины. Решение Навье для пластин из композитных материалов. Решение Навье для равномерно нагруженной шарнирно опертой пластины. Решение Леви для пластин из композитных материалов. Решение задачи изгиба композитной пластины со срединной плоскостью симметрии. Анализ изгиба композитной пластины с учетом изгибно-крутильных эффектов методом возмущения.
- 2.6. Балки, стойки и стержни из композитных материалов. Основы Теории. Некоторые простые решения задач для балок из композитных материалов. Изгиб слоистых балок - уточненная теория. Осевое нагружение ширинно опертых балок. Задачи на собственные значения для композитных балок.

#### **3. Расчет композитов методом конечных элементов**

- 3.1. Метод конечных элементов.
- 3.2. Принцип виртуальных работ. Матрица жесткостей элементов. Функция перемещений и матрица деформаций. Матрица напряжений-деформаций. Матрица жесткостей.
- 3.3. Примеры использования метода конечных элементов. Микроподход. Макроподход. расчет слоистых пластин.

#### **4. Механика разрушения композитов**

- 4.1. Линейная и нелинейная механика разрушения.
- 4.2. Коэффициент интенсивности разрушения, удельная работа разрушения. Контурный интеграл.
- 4.3. Испытания на трещиностойкость.
- 4.5. Испытания на трехточечный изгиб.

## *Нелинейная динамика*

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	3 семестр
Лекции	16	3 семестр
Практические занятия	32 ч	3 семестр
Самостоятельная работа	24 ч	3 семестр
Курсовые проекты	-	-
Экзамен	36 ч	3 семестр

Цель дисциплины: изучение методов расчета динамического поведения машин и конструкций с учетом физических и геометрических нелинейностей, а также приобретение навыков практических расчетов нелинейных колебаний механических систем.

### Основные разделы дисциплины

Понятие динамической системы. Природа нелинейных сил и их характеристики. Типы нелинейных механических систем и особенности нелинейных колебаний. Автоколебательные системы. Устойчивость предельных циклов и вынужденных колебаний нелинейной системы. Качественная теория нелинейных колебаний. Общая теория поведения траекторий на фазовой плоскости. Предельные траектории и их классификация. Элементы теории бифуркаций динамических систем на плоскости. Кусочно-линейные системы и их исследование методом точечных преобразований. Отображения Пуанкаре, метод показателей Ляпунова. Аналитические и численные методы расчета нелинейных динамических систем. Расчет нелинейных механических систем при случайных воздействиях. Хаотические колебания в детерминистических нелинейных системах. Численное исследование хаотических движений в нелинейных параметрических и неконсервативных системах с помощью сечений Пуанкаре. Фрактальные представления в нелинейной динамике.