

Учреждение образования «Международный государственный
экологический институт имени А.Д.Сахарова»
Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора по учебной и
воспитательной работе МГЭИ

им. А.Д.Сахарова БГУ

И.Э. Бученков

27 января 2021

Регистрационный № УД-926-21/уч.

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине по специальности
1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования(ОСВО) 1-100 01 01 – 2013 и учебного плана специальности 1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность № 46-14/уч. от 01.09.2014 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.И.Красовский, доцент кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат технических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета
(Протокол № 4 от 23 декабря 2020 г.)

Научно –методическим Советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» БГУ

(протокол № 5 от 27.01. 2021 г.)

дата, номер протокола

Пояснительная записка

Курс «Прикладная механика» является инженерной дисциплиной, базирующейся на таких общеобразовательных дисциплинах, как математический анализ, аналитическая геометрия и высшая алгебра, химия, физика, инженерная компьютерная графика, метрология, стандартизация, сертификация.

Курс «Прикладная механика» состоит из отдельных разделов, имеющих свою логическую завершенность. Это «Сопротивление материалов», «Теория машин и механизмов» и «Конструирование механизмов».

Сопротивление материалов – наука о прочности и деформируемости материалов и элементов машин и конструкций. Материальное тело всегда подвержено влиянию нагрузок и, как следствие, требуется исследование его деформируемости, прочности, пластичности, устойчивости к воздействию нагрузок.

Инженерные методы расчета на прочность, жесткость, устойчивость особенно актуальны для конструкций, где требуется высокая надежность при их эксплуатации. Отказ таких конструкций или снижение эксплуатационных качеств в процессе работы может приводить к глобальным катастрофическим последствиям. Особенно это актуально для обеспечения ядерной и радиационной безопасности на атомных электростанциях.

При проведении инженерных расчетов большое внимание уделяется умению предоставить работу элемента конструкции с помощью сознательно упрощенной расчетной схемы и соответствующих аналитических зависимостей, что принято называть построением физико-математической модели работы конструкции или ее элемента.

Правильно и грамотно построенные расчетные модели позволяют ответить на многие инженерные вопросы: дать оценку прочности существующей конструкции; определить предельно допустимые нагрузки; подобрать необходимые размеры элементов и выбрать подходящие материалы, обеспечивающие их прочность и экономичность; провести оптимизацию параметров конструкции, то есть найти параметры, обеспечивающие, в определенном смысле, наилучшие свойства этой конструкции.

В разделе «Теория машин и механизмов» даются основы науки, изучающей структуру, кинематику и динамику механизмов. Знание основ теории механизмов необходимо для исследования (анализа) существующих и проектирования (синтеза) новых механизмов. Основные положения теории механизмов являются общими для механизмов различного назначения. Они используются при разработке схемы механизма и расчете его кинематических и динамических параметров. Полученная схема механизма служит основой для осуществления следующей стадии технической идеи — конструирования и расчета реальных механизмов и разработки конструкторской документации с учетом комплекса эксплуатационных, технологических, экономических и экологических требований, предъявляемых к современным приборам, машинам и автоматическим устройствам.

Конструирование механизмов — это раздел органически связанный с проектированием машин и отдельных ее узлов. При проектировании решается комплекс

взаимосвязанных технических и экономических задач. Требования, предъявляемые к механизмам, чрезвычайно разнообразны и зависят от функций, которые должен выполнять механизм, от мощности, скорости, требуемой точности, условий эксплуатации, технологии изготовления и ряда других факторов.

Подача материала в курсе построена в такой последовательности, чтобы логические цепочки «от простого к сложному» привели к получению объема знаний, необходимого для профессиональных инженерных навыков и умений по специальности «Ядерная и радиационная безопасность».

Цель учебной дисциплины — ознакомить обучающихся с причинно-следственными связями, сопровождающих механические явления, происходящих в природе и получении инженерных знаний для понимания принципов работы конструкций, устройств, механизмов, с которыми инженеру придется сталкиваться в своей практике. Основные задачи курса:

- приобрести умения и навыки по таким областям знаний как «Сопротивление материалов», «Теория машин и механизмов» и «Конструирование механизмов»;
- ознакомить студентов с методами расчетов деталей, узлов и конструкций;
- освоить алгоритм применения знаний к решению практических задач с использованием простейших инженерных расчетов.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре в объеме 126 часов, в том числе 58 часов аудиторных. Учебным планом предусмотрено 34 часа лекций, 12 часов практических занятий, 12 часов лабораторных занятий.

Форма получения высшего образования – очная.

Форма текущей аттестации – экзамен в VI семестре.

1. Содержание учебного материала

2.1. Предмет и задачи курса.

Роль дисциплины «Прикладная механика» в формировании инженерного мировоззрения как основа для повышения эффективности производства. Связь курса с другими дисциплинами. Методические вопросы курса. Основные определения и допущения. Внешние силы. Деформации и перемещения. Метод сечений.

2.2 Сопротивление материалов.

2.2.1 Растяжение и сжатие.

Определение внутренних усилий. Определение напряжений. Определение деформаций и перемещений. Опытное изучение свойств материалов. Коэффициент запаса прочности. Условия прочности при растяжении. Напряжение в наклонных сечениях при растяжении. Закон парности касательных напряжений. Определение главных напряжений и положения главных площадок. Зависимость между деформациями и напряжениями при плоском и объемном напряженном состоянии (обобщенный закон Гука). Статически неопределимые задачи при растяжении и сжатии. Концентрация напряжения].

2.2.2 Сдвиг

Напряженное состояние и деформации при чистом сдвиге (закон Гука при сдвиге). Практические расчеты на сдвиг заклепочных, сварных соединений.

2.2.3 Кручение

Построение эпюр крутящих моментов. Определение напряжений в стержнях круглого сечения. Деформации и перемещения при кручении валов. Построение эпюр угловых перемещений при кручении. Кручение тонкостенных стержней замкнутого профиля. Статически неопределимые задачи. Концентрация напряжений. Рациональные формы сечений при кручении.

2.2.4 Изгиб

Понятие о чистом изгибе прямого бруса. Изгибающий момент и поперечная сила. Дифференциальные зависимости при изгибе. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Поперечный изгиб. Расчеты на прочность при изгибе. Касательные напряжения при изгибе. Упругая линия балки.

2.2.5 Устойчивость сжатых стержней

Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Понятие о продольном изгибе. Формула Эйлера. Расчеты на устойчивость. Влияния закрепления концов стержней на величину критической силы. Рациональные формы сжатых стержней.

2.2.6. Динамическое действие нагрузок

Понятие об усталости материалов. Кривая усталости материалов. Кривая усталости при симметричном цикле. Предел выносливости. Факторы, влияющие на величину предела выносливости. Коэффициент концентрации. Влияние абсолютных размеров. Определение коэффициента запаса прочности при симметричном и несимметричном цикле.

2.3. Основы теории машин и механизмов

2.3.1 Структура и классификация механизмов.

Классификация механизмов. Структура механизмов. Звенья и кинематические пары механизмов. Кинематические цепи. Степень подвижности механизмов. Заменяющие механизмы.

2.3.2 Кинематика механизмов

Задачи и методы кинематического анализа плоских механизмов. Аналитический метод кинематического исследования механизмов. Графоаналитические методы кинематического исследования механизмов. Векторный метод планов. Метод кинематических диаграмм. Соотношение скоростей в высшей кинематической паре.

2.3.3 Общие сведения о некоторых механизмах.

Шарнирные четырехзвенные механизмы. Кривошипно-ползунные и кулисные механизмы. Кулачковые механизмы. Механизмы прерывистого движения.

2.3.4 Динамика механических систем

Силы, действующие на звенья. Расчетная динамическая модель механизма и основные уравнения движения. Приведение сил и моментов сил. Приведение масс и моментов инерции звеньев. Двигатели и их механические характеристики. Движение механизмов под действием приложенных сил. Трения в кинематических парах. Коэффициент полезного действия механизма. Инерционные нагрузки и уравновешивание звеньев.

2.4 Конструирование механизмов

2.4.1 Основы точности механизмов.

Ошибки механизмов и их деталей. Соединение деталей. Характеристики их точности. Допуски. Посадки. Квалитеты. Обозначение допусков и посадок на чертежах. Посадки подшипников качения.

2.4.2 Шероховатость поверхности.

Волнистость. Шероховатость. Высота микронеровностей. Параметры шероховатости. Связь между точностью размеров и шероховатостью. Обозначения шероховатости на чертежах.

2.4.3 Погрешности формы и взаимного расположения поверхностей деталей.

Некруглость, овальность, огранка. Неплоскостность и непрямолинейность поверхностей. Нецилиндричность, бочкообразность. Седлообразность. Отклонение взаимного расположения поверхностей в виде непараллельности, перпендикулярности, несоосности, несимметричности радиального и торцевого биения.

2.4.4 Материалы для изготовления деталей и конструкций.

Требования к конструкционным материалам. Черные металлы. Цветные металлы. Сплавы. Неметаллические материалы. Смазочные материалы. Виды термической и химической обработки материалов. Твердость.

2.4.5 Разъемные и неразъемные соединения деталей. Резьбовые соединения. Шпоночные соединения. Шлицевые соединения. Заклепочные соединения. Сварные, паяные соединения. Клеевые соединения. Соединения с натягом.

2.4.6 Оси и валы. Конструкция. Предварительный расчет. Проверочный расчет. Жесткость и колебания валов и осей.

2.4.7 Опора валов и осей. Общая характеристика опор и их выбор. Опоры (подшипники) скольжения. Опоры (подшипники) качения. Подбор и расчет подшипников качения. Конструирование подшипниковых узлов. Способы уменьшения момента сил трения в опорах. Смазка подшипников.

2.4.8 Муфты. Назначение. Классификация. Муфты для постоянного соединения валов. Муфты управления. Самоуправляемые муфты (универсальные шарниры). Выбор и проверочный расчет муфт.

2.4.9 Упругие элементы. Назначение. Классификация. Характеристики. Расчет винтовых цилиндрических пружин растяжения (сжатия). Расчет плоских прямых и спиральных пружин. Расчет винтовых цилиндрических пружин кручения. Мембраны. Сильфоны. Трубчатые пружины. Амортизаторы.

2.4.10 Корпуса. Несущие конструкции. Кожухи. Шасси.

2.4.11 Фрикционные механические передачи в машинах и механизмах. Виды и применение. Фрикционные вариаторы. Фрикционные волновые передачи. Расчет фрикционных передач.

2.4.12 Передачи с гибкими звеньями. Виды и применение. Ременные передачи. Передачи гибкой связью с зацеплением. Вариаторы с гибкими связями.

2.4.13 Зубчатые механизмы. Общие сведения. Параметры цилиндрических прямозубых колес. Передаточное отношение. Основная теорема зацепления. Эвольвентные цилиндрические передачи. Косозубые цилиндрические передачи. Конструкции и материалы зубчатых колес. Прочностные расчеты. Конические передачи. Винтовые передачи. Точность зацепления.

2.4.14 Планетарные и волновые передачи. Назначение. Передаточное отношение. Коэффициент полезного действия.

**Учебно-методическая карта
(очная форма получения высшего образования)**

номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				материальное обеспечение занятий (наглядные, методические пособия и др.)	формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая (контролируемая) самостоятельная работа студента		
1	2	3	4	5	6	7	8
2.1	Предмет и задачи курса. Связь курса с другими дисциплинами. Методические вопросы курса	1				к презент.*	
2.2	Соппротивление материалов. Основные определения и допущения. Внешние силы. Деформации и перемещения. Метод сечений	1				к презент.	
2.2.1	Растяжение и сжатие. Определение внутренних усилий, напряжений, деформаций и перемещений. Опытное изучение свойств материалов. Коэффициент запаса прочности. Условие прочности при растяжении. Статически неопределимые задачи при растяжении и сжатии	2	2	4		к презент.	Опрос на практ. занятиях

1	2	3	4	5	6	7	8
2.2.2	Сдвиг. Напряженное состояние и деформации при чистом сдвиге (закон Гука при сдвиге). Расчеты на сдвиг заклепочных, сварных соединений	2	1			к презент.	Опрос на практ. занятиях
2.2.3	Кручение. Построение эпюр крутящих моментов. Напряжения, деформации и перемещения при кручении валов. Построение эпюр угловых перемещений. Рациональные формы сечений	2	2	4		к презент.	Опрос на практ. занятиях
2.2.4	Изгиб. Понятие о чистом изгибе. Изгибающий момент и поперечная сила. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Расчеты на прочность при изгибе	2	2	4		к презент.	Опрос на практ. занятиях
2.2.5	Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Устойчивость сжатых стержней. Понятие о продольном изгибе. Формула Эйлера. Расчеты на устойчивость. Влияния закрепления концов стержней на величину критической силы	2	2			к презент.	Опрос на практ. занятиях

1	2	3	4	5	6	7	8
2.2.6	Динамическое действие нагрузок. Понятие об усталости материалов. Кривая усталости при симметричном цикле. Предел выносливости. Факторы, влияющие на величину предела выносливости. Определение коэффициента запаса прочности при симметричном и несимметричном цикле	2				к презент.	
2.3	Основы теории машин и механизмов						
2.3.1	Структура и классификация механизмов. Звенья и кинематические пары. Кинематические цепи. Степень подвижности	0,5				к презент.	
2.3.2	Задачи и методы кинематического анализа плоских механизмов. Векторный метод планов. Метод кинематических диаграмм	0,5				к презент.	
2.3.3	Шарнирные четырехзвенные механизмы. Кривошипно-ползунные и кулисные механизмы. Кулачковые механизмы. Механизмы прерывистого действия	0,5				к презент.	

1	2	3	4	5	6	7	8
2.3.4	Динамика механических систем. Силы, действующие на звенья. Приведение сил и моментов сил. Приведение масс и моментов инерции. Трение в кинематических парах. Коэффициент полезного действия.	0,5				к презент.	
2.4	Конструирование механизмов						
2.4.1	Основы точности механизмов. Ошибки механизмов. Соединения деталей. Допуски. Посадки. Квалитеты. Обозначения на чертежах	2	1			к презент.	опрос
2.4.2	Шероховатость поверхности. Волнистость. Параметры шероховатости. Обозначение шероховатости на чертежах	1				к презент.	
2.4.3	Погрешности формы и взаимного расположения поверхностей. Некруглость, овальность, огранка. Неплоскостность и непрямолинейность поверхностей. Нецилиндричность. Седлообразность. Отклонение взаимного расположения поверхностей в виде непараллельности, неперпендикулярности, несоосности, несимметричности радиального и торцевого биения	1				к презент.	

1	2	3	4	5	6	7	8
2.4.4	Материалы для изготовления деталей. Требования к материалам. Черные, цветные металлы и их сплавы. Неметаллические материалы. Смазочные материалы. Специальные материалы для ядерной энергетики	4				к презент.	
2.4.5	Разъемные и неразъемные соединения деталей	1				к презент.	
2.4.6	Оси и валы. Расчеты на прочность, жесткость	1	1			к презент.	Опрос на практ. занятиях
2.4.7	Опоры валов и осей. Подбор и расчет подшипников	1				к презент.	
2.4.8	Муфты. Назначение. Классификация. Выбор и проверочный расчет муфт	0,5				к презент.	
2.4.9	Упругие элементы. Расчет пружин	0,5				к презент.	
2.4.10	Корпуса. Несущие конструкции. Кожухи. Шасси	0,5				к презент.	
2.4.11	Фрикционные механические передачи в машинах и механизмах. Виды и применение. Вариаторы с гибкими связями	0,5				к презент.	
2.4.12	Передачи с гибкими звеньями. Виды и применение. Ременные передачи. Передачи гибкой связью с зацеплением. Вариаторы с гибкими связями	0,5				к презент.	

1	2	3	4	5	6	7	8
2.4.13	Зубчатые механизмы. Общие сведения. Передаточное отношение. Конструкции и материалы зубчатых колес. Прочностные расчеты	4	1			к презент.	Опрос на практ. занятиях
2.4.14	Планетарные и волновые передачи. Назначение. Передаточное отношение. Коэффициент полезного действия	0,5				к презент.	

*компьютерная презентация

Информационно-методическая часть

Инновационные походы и методы изучения учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использование, процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Рекомендуемая литература

1. Красовский, В. И., Шулья Ю. М. Прикладная механика. [Электронные ресурсы]. Электронная библиотека БГУ – Минск: МГЭИ им. А. Д. Сахарова, 2018.
2. Самойлов, Е. А. Прикладная механика: 2-е изд., исправленное и дополненное, учебник для академического бакалавриата/ Е. А. Самойлов. – М., 2015.
3. Зиомковский, В. М. Прикладная механика: учебное пособие/ В. М. Зиомковский. – 2015.
4. Ботянков, В. Т. Прикладная механика: учебное пособие/ В. Т. Ботянков. – М.: Риор, 2017.
5. Варданян, Г. С. Прикладная механика: применение: учебное пособие/ Г.С. Варданян. – М: Инфа-м., 2018.
6. Мильченко, А. И. Прикладная механика: учебное пособие, в 2-х частях/ А.И. Мильченко. – М.: Академия, 2019.
7. Малышков, Б. Е. и др. Сопротивление материалов/ Б. Е. Малышев. – в: ЭБС Лань, СП., 2020.
8. Евграфов, А. Н. Теория механизмов и машин: учебник/ А.Н. Евграфов. – СП: Политехпрес, 2020.
9. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин/ И. И. Артоболевский. – М.: Альянс, 2016.
10. Коловский, М. З. Теория механизмов и машин: учебник/ М.З. Коловский. – М.: Академия, 2018.
11. Мкртычев, О. В. Теория механизмов и машин/ О.В.Мкртычев. – М.: Вузовский учебник, 2019.
12. Эрдеди, А. А. Теория механизмов и детали машин (для бакалавров)/ А.А.Эрдеди. – М.: КноРус, 2016.
13. Андриенко, Л. А. Детали машин: учебник/ Л. А. Андриенко. – М.: МГТУ им. Баумана, 2014.

4.2. Перечень тем лабораторных работ (12 часов)

1. Исследование растяжения-сжатия	4 ч
2. Исследование напряжений и деформаций при кручении	4 ч
3. Исследование чистого изгиба	2 ч
4. Исследование поперечного изгиба	2 ч
5. Исследование устойчивости стержней	4 ч
6. Исследование твердости материалов	4 ч

Общий объем выполняемых работ составляет 12 часов. Лабораторные работы для каждой бригады (2 – 3 человека) указывается преподавателем из данного перечня.

4.3. Перечень наименований практических занятий (12 часов)

1. Растяжение и сжатие	2 ч
2. Кручение. Сдвиг	3 ч
3. Изгиб. Устойчивость. Расчет на продольный изгиб	4 ч
4. Обозначение материалов, допусков посадок	1 ч
5. Оси и валы. зубчатые механизмы	2 ч

4.4. Реферативные задания

По дисциплине предусмотрено написание реферата по теме «Конструкционные материалы». Задание выдается индивидуально каждому обучающемуся на практических занятиях и является самостоятельной работой. Реферат выполняется на машинописных листах формата А4 в объеме до 12 страниц. Размер шрифта - 14, Times New Roman, нумерация страниц сверху справа. Первый лист не нумеруется, на нем указывается название реферата, Ф.И.О. автора и номер учебной группы. В реферате обязательно ссылки на литературу, перечень которой дается в конце реферата.

№ п/п	Название темы реферата
1	Конструкционные стали
2	Легированные стали
3	Чугуны
4	Бронза
5	Латунь
6	Сплавы алюминия
7	Сплавы магния

8	Сплавы титана
9	Термопластические пластмассы
10	Терморреактивные пластмассы
11	Композиционные материалы
12	Пластмассы для медицины
13	Смазочные материалы
14	Защитные покрытия конструкционных материалов
15	Твердость, упругость, пластичность конструкционных материалов
16	Виды термической обработки материалов
17	Виды химической обработки материалов
18	Специальные материалы для ядерной энергетики

Протокол согласования учебной программы с другими дисциплинами

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение кафедры, разработавшей учебную программу
Инженерная графика	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласованна	Протокол № 6 от 30.12.2020 г.
Механика жидкости и газа	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласованна	
Системы автоматизированного проектирования	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласованна	
Возобновляемые источники энергии	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласованна	

Согласовано:

Зав. кафедрой
энергоэффективных технологий

Л.А. Липницкий

**Дополнения и изменения в рабочей программе
на _____ учебный год**

В рабочую программу вносятся следующие изменения: