

**Министерство просвещения Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Дагестанский государственный педагогический университет  
им. Р. Гамзатова»  
Кафедра технологии и методики её преподавания



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1. О.06.06 Прикладная механика**

**Направление подготовки** - 44.03.05 Педагогическое образование

**Направленность (профиль)** – Технология и Безопасность жизнедеятельности

**Квалификация выпускника:** Бакалавр

**Форма обучения** – очная (5 лет), заочная (5 лет 6 месяцев)

**Год приема** – 2025

Форма обучения	Семестр	Трудоемкость час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма аттестации
Очная	5	108	18		30	60	Зачет
Заочная	5	108	4		6	98	Зачет

**Махачкала, 2025**

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Прикладная механика» являются изучение студентами общих законов механического взаимодействия и движения материальных тел, методов определения механических характеристик материалов.

Основными задачами изучения прикладной механики являются:

- освоение основных положений механики и физико-математических методов, облегчающих расчёты различных технических устройств,
- овладение практическими навыками решения прикладных задач;
- ознакомление с современным научным мировоззрением о достижениях и проблемах прочности материалов и конструкций.

### 2 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина Б1.О.06 «Прикладная механика» относится к обязательной **части и предметно-методическому модулю «Технология»** учебного плана (основной профессиональной образовательной программы) подготовки бакалавров по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Дисциплина «Прикладная механика» изучается в 5 семестре и базируется на компетенциях, знаниях и умениях, сформированных в ходе изучения дисциплин: математика, физика, графика, материаловедение.

На «входе» студенты должны владеть теоретическими и практическими знаниями и умениями в области: математического анализа (дифференциальное и интегральное исчисление), аналитической геометрии на плоскости и в пространстве, и материаловедения (экспериментальное исследование законов деформирования и определение механических характеристик материалов).

Компетенции, сформированные в процессе изучения дисциплины необходимы для освоения содержания дисциплин «Детали машин», «Основы конструирования» и другие технико-технологические дисциплины, а также выполнения заданий практик и выпускной квалификационной работы.

### 3 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника: ППК-1, ППК-2.

ППК-1	Способен планировать и применять технологические процессы изготовления объектов труда в профессиональной педагогической деятельности	ППК-1.1 Владеет знаниями о традиционных, современных и перспективных технологических процессах ППК-1.2 Демонстрирует умения эксплуатации учебного оборудования при создании объектов труда ППК-1.3 Демонстрирует навыки планирования и применения изучаемых технологий при изготовлении объектов труда
ППК-2	Способен осуществлять проектную деятельность при создании предметной среды	ППК 2.1. Владеет знаниями в области проектирования предметной среды, разработки конструкторской и технологической документации, в том числе с использованием цифровых инструментов и программных сервисов ППК 2.2 Демонстрирует владение методами проектирования и конструирования при создании предметной среды ППК 2.3 Демонстрирует навыки разработки объектов предметной среды и новых технологических решений

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

Код компетенции	Знает	Умеет	Владеет
<p>ППК-1 Способен планировать и применять технологические процессы изготовления объектов труда в профессиональной педагогической деятельности</p>	<p>понятие, структуру и последовательность осуществления традиционных, современных и перспективных технологических процессов; инструменты оборудование и технологии, применяемые для обработки различных материалов в соответствии с их свойствами на различных этапах технологического процесса изготовления объектов труда.</p>	<p>организовывать рабочее место в соответствии требованиями безопасности; пользоваться технической и технологической документацией для организации и осуществления технологических процессов изготовления объектов труда; классифицировать и характеризовать инструменты, приспособления и технологическое оборудование; выбирать инструменты и оборудование для обработки материалов и пищевых продуктов, осуществлять доступными средствами контроль качества; выполнять художественное оформление изделий</p>	<p>навыками планирования технологического процесса изготовления объектов труда; навыками осуществления механической и тепловой обработки материалов и пищевых продуктов; применения и эксплуатации учебного оборудования, инструментов и приспособлений при осуществлении технологических процессов, направленных на получение объектов труда с учетом свойств материалов</p>
<p>ППК-2 Способен осуществлять проектную деятельность при создании предметной среды</p>	<p>виды проектов, содержание этапов проектирования, методы проектирования и конструирования; методы поиска и анализа информации об объектах проектирования; требования к выполнению</p>	<p>осуществлять поиск и анализ стандартов при разработке конструкторской документации; выполнять и читать технические чертежи, разрабатывать конструкторскую документацию; использовать цифровые инструменты</p>	<p>навыками выполнения и оформления чертежей и текстовых документов в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД; визуализации объектов проектирования при помощи компьютерных инструментов; генерации идей и разработки</p>

	<p>технических чертежей и разработки конструкторской документации; возможности использования цифровых инструментов программных сервисов в проектной деятельности; алгоритм, содержание и требования дизайна в творческом проектировании предметной среды; -функциональные, эксплуатационные, потребительские, экономические, экологические требования к объектам проектирования</p>	<p>и программные сервисы на разных этапах проектной деятельности; применять в проектной деятельности приемы художественного проектирования и поиска наиболее эффективного решения проектных задач с помощью инструментов ТРИЗ; выполнять поиск аналогов объектов проектирования с помощью информационных технологий; обосновывать выбор материалов, технологий, оборудования и инструментов для изготовления объекта проектирования, выполнять экономическое обоснование проекта</p>	<p>оригинального проекта предметной среды и/или новых технологических решений, соответствующих показателям качества объекта проектирования; навыками эффективных коммуникаций в процессе разработки объекта проектирования, подготовки презентации и защиты проекта, в том числе с использованием цифровых инструментов и программных сервисов</p>
--	---	--	--

#### 4 Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).  
Дисциплина изучается в 5 семестре.

Виды учебной работы	Трудоемкость, часов	
	Очно	Заочно
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>48</b>	<b>10</b>
<i>Лекции</i>	<i>18</i>	<i>4</i>
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>		
<i>Лабораторные занятия (ЛЗ)</i>	<i>30</i>	<i>6</i>
<b>Объем самостоятельной работы обучающихся:</b>	<b>60</b>	<b>98</b>
Расчетно-графическое задание	16	20
Самостоятельное изучение разделов	20	30
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	24	48
Подготовка и сдача экзамена		
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>

**4.2 Содержание разделов дисциплины.  
Занятия лекционного типа**

№	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Механическое движение.</u> Кинематика движения точки и твердого тела. Поступательное и вращательное движение твердого тела.</p>	6	Презентация мультимедийными средствами
1	<p><u>Статика.</u> Основные понятия и определения. Связи и их реакции. Момент силы относительно центра и относительно оси. Момент пары сил как свободный вектор. Эквивалентность пар. Теорема о сложении пар. Приведение силы к центру (метод Пуансо). Приведение к центру системы сил. Главный вектор и главный момент системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей. Условия равновесия твердого тела под действием системы сил. Различные виды систем сил и уравнения их равновесия</p>	4	Презентация мультимедийными средствами
1	<p><u>Динамика.</u> Основные законы. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых и естественных координатах. Сила инерции материальной точки. Принцип Даламбера. Основное уравнение динамики относительного движения точки. Количество движения материальной точки. Импульс силы. Изменение количества движения материальной точки. Момент движения материальной точки. Изменение момента количества движения. Закон сохранения</p>	4	Презентация мультимедийными средствами
1	<p><u>Работа силы.</u> Работа силы на конечном перемещении точки. Теорема о работе равнодействующей. Примеры вычисления работы некоторых сил. Изменение кинетической энергии материальной точки. Потенциальное силовое поле. Силовая функция. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии материальной точки</p>	2	Презентация мультимедийными средствами

2	<p><u>Технические устройства и изделия.</u></p> <p>Технологические нагрузки и воздействия на элементы оборудования. Главные критерии и условия работоспособности оборудования.</p> <p>. Расчётная схема, как комплекс нескольких моделей: геометрической формы, нагрузок, материала, предельного состояния детали. Понятие о внутренние усилия, напряжениях и деформациях деталей технологического оборудования. Метод сечений. Простые виды деформации и внутренние силовые факторы при растяжении, сжатии, сдвиге, кручении и изгибе. Полное, нормальное и касательные напряжения в точке. Внутренние усилия, напряжения и деформации при растяжении – сжатии; правила знаков. Закон Гука. Модуль упругости первого рода. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона)</p>	2	Презентация мультимедийными средствами
№	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Сдвиг, кручение и изгиб.</u></p> <p>Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Расчеты на срез и смятие. Напряжения и деформации при кручении. Геометрические характеристики поперечных сечений. Условие прочности и жесткости при кручении. Рациональные по затратам материала формы поперечных сечений. Дифференциальные зависимости между распределенной нагрузкой, поперечной силой и изгибающим моментом. Нормальные и касательные напряжения при изгибе. Эпюры напряжений по высоте поперечного сечения стержня. Условия прочности</p>	4	Презентация мультимедийными средствами
2	<p><u>Анализ напряженно деформированного состояния нагруженного тела.</u></p> <p>Теории прочности. Напряженное и деформированное состояние материала в точке. Главные площадки и главные напряжения. Линейное, плоское и объемное напряженное состояние. Закон парности касательных напряжений. Деформации при плоском и объемном напряженных состояниях. Обобщенный закон Гука. Модели предельных состояний конструкционных материалов и теории прочности. Развитие учения о прочности и разрушении материалов</p>	2	Презентация мультимедийными средствами
2	<p><u>Прочность стержней при их сложном нагружении.</u></p> <p>Элементы конструкций, испытывающих изгиб с растяжением, кривой изгиб, кручение и сдвиг, кручение с изгибом. Напряженное состояние при сложном нагружении. Опасное поперечное сечение и опасная точка сечения. Эквивалентные напряжения. Алгоритм решения задач на сложное сопротивление</p>	2	Презентация мультимедийными средствами
№	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма

2	<u>Устойчивость сжатых стержней.</u> Конструкции и их расчетные схемы. Природа явления потери устойчивости. Определение критической сжимающей силы и критического напряжения при упругих деформациях стержня. Рациональные по затратам материалов формы поперечных сечений сжимаемых элементов химического оборудования	2	Презентация мультимедийными средствами
---	--	---	--

#### 4.1. Занятия семинарского типа

##### 4.1.1. Практические занятия

№	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Кинематика точки.</u> Определение и исследование траектории точки по заданным уравнениям ее движения.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Кинематика точки.</u> Определение скорости и ускорения точки при задании ее движения различными способами.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси.</u> Кинематические характеристики вращения и связь между ними; скорости и ускорения точек вращающегося тела.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Сложное (составное) движение точки.</u> Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки; ускорение Кориолиса	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Равновесие произвольной плоской системы сил.</u> Момент силы и пары сил, уравнение равновесия, решение задач на нахождение реакций связей	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Прямолинейное движение.</u> Дифференциальные уравнения движения материальной точки	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Криволинейное движение.</u> Дифференциальные уравнения движения материальной точки	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Основные теоремы динамики материальной точки.</u> Теоремы об изменении импульса и кинетической энергии	2	Слайд-презентация,

			групповая дискуссия
1	<u>Смешанные задачи динамики точки.</u> Основные теоремы, принцип Даламбера	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия

#### 4.1.1 Лабораторные занятия

№	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	Внутренние усилия при растяжении (сжатии) и кручении элементов оборудования, имеющих расчётную схему стержня с жесткой заделкой на одном конце	2	Компьютерное моделирование
2	Внутренние усилия при изгибе элементов оборудования, имеющих расчётную схему консольной балки с жесткой заделкой на одном конце	2	Компьютерное моделирование
2	Внутренние усилия при изгибе элементов оборудования, имеющих расчётную схему однопролетной балки на двух шарнирных опорах	2	Компьютерное моделирование
2	Внутренние усилия при изгибе элементов оборудования, имеющих расчётную схему однопролетной балки на двух шарнирных опорах с консольной частью	2	Компьютерное моделирование
2	Стандартные испытания материалов на растяжение	2	Лабораторная установка
2	Определение модуля упругости материалов	2	Лабораторная установка
2	Испытание на прочность и жесткость балки при плоском поперечном изгибе	2	Лабораторная установка
2	Испытание на прочность и жесткость балки при косом изгибе	2	Лабораторная установка
2	Испытание на устойчивость стержней при продольном изгибе	2	Лабораторная установка
2	Определение напряжений и деформаций в элементах конструкций, испытывающих растяжение (сжатие)	2	Компьютерное моделирование
2	Определение напряжений и деформаций в элементах конструкций, испытывающих кручение	2	Компьютерное моделирование

#### 4.2 Самостоятельная работа обучающихся

№	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля

1	Статика: равновесие сил с учетом трения; равновесие составных конструкций; центр параллельных сил и его свойства; центр тяжести твердого тела	4	Тестирование
1	Динамика: основные понятия динамики механической системы и твердого тела (центр масс, количество движения, кинетическая энергия, моменты инерции, основы теории удара)	10	Тестирование
2	Проработка теоретического материала по прочитанным темам данного раздела прикладной механики	12	-
2	Использование метода сечений для определения внутренних усилий в стержнях при растяжении-сжатии и кручении	2	Отчет к лабораторной работе
2	Использование метода сечений для определения внутренних усилий в стержнях при изгибе	6	Тестирование
2	Проектный и проверочный прочностные расчёты стержней при растяжении-сжатии, определение опасного сечения; освоение методики расчёта стержней на жёсткость при растяжении-сжатии	2	Тестирование

№	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Проектный и проверочный прочностные расчёты стержней при кручении, определение опасного сечения; расчёт стержней на жёсткость при кручении	2	Реферат
2	Проектный и проверочный прочностные расчёты стержней при поперечном изгибе, определение опасного сечения; расчёт стержней на жёсткость при изгибе	8	Реферат
2	Подготовка к сдаче зачёта по разделам учебной дисциплины.	2	Тестирование

#### **4.4.1 Темы индивидуальных домашних заданий**

Определение кинематических характеристик движения точки по заданным уравнениям ее движения в координатной форме.

Естественный способ задания движения точки. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси.

4 Равновесие произвольной плоской системы сил.

5 Основные теоремы динамики материальной точки.

6 6 Смешанные задачи динамики точки.

#### **4.4.2 Темы контрольных работ**

1 Статика. Кинематика (сложное движение точки) – работа № 1.

2 Динамика (дифференциальные уравнения движения точки) – работа № 1.

#### **5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде ДГПУ на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>.

#### **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится по первому и второму разделу в форме зачета в виде тестирования на компьютере или устно

К сдаче зачета, допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку усвоения знаний, соответствующих элементов компетенций, и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

#### **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

## Основная литература по первому разделу дисциплины

(основополагающие понятия и методы статики, кинематики и динамики)

- 1 Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики : учеб. для вузов / С. М. Тарг. – М. : Высшая школа, 2010. – 416 с.
- 2 Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике : учеб. пособие для вузов / А. А. Яблонский, С. С. Норейко, С. А. Вольфсон и др. ; под общ. ред. А. А. Яблонского. Изд. 14-е, стер. – М. : Интеграл-Пресс, 2006. – 384 с.
- 3 Иванов, Ю. А. Вращательное движение твердого тела : метод. указания / Ю. А. Иванов, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 21 с. (+ ЭБ).
- 4 Иванов, Ю. А. Плоскопараллельное движение : метод. указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 44 с. (+ ЭБ).
- 5 Иванов, Ю. А. Контрольные задачи на вращательное движение по кинематике : метод. указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 22 с. (+ ЭБ).

- 6 Иванов, Ю. А. Теорема об изменении кинетической энергии : метод. указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 22 с. (+ ЭБ).
- 7 Колпакова, Л. В. Дифференциальные уравнения движения материальной точки : метод. указания / Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 27 с.
- 8 Диевский, В. А. Теоретическая механика. Интернет-тестирование базовых знаний / В. А. Диевский. – СПб. : Изд-во «Лань», 2010. – 143 с.

### **Дополнительная литература**

- 1 Яблонский, А. А. Курс теоретической механики : учеб. пособие / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. – Изд. 14-е, испр. – СПб. : Изд-во «Лань», 2007. – 603 с.

### **Вспомогательная литература**

- 1 Мещерский, И. В. Задачи по теоретической механике : учеб. пособие для вузов / И. В. Мещерский. – Изд. 50-е, стер. СПб. : Изд-во «Лань», 2005. – 448 с.
- 2 Никитин, Н. Н. Курс теоретической механики / Н. Н. Никитин. – М. : Высш. школа, 1990. – 607 с.
- 3 Иванов, Ю. А. Динамика механической системы : метод. указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2003. – 68 с.
- 4 Иванов, Ю. А. Системный анализ функционирования технологического оборудования с использованием законов теоретической механики / Ю. А. Иванов. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2002. – 75 с.
- 5 Колпакова, Л. В. Основные теоремы динамики точки. Принцип Даламбера : метод. указания / Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2005. – 27 с.
- 6 Ивков Ю. А. Кинематика точки : метод. указания / Ю. А. Ивков. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2005. – 25 с.

### **Основная литература**

#### **по второму разделу дисциплины**

(расчёт на прочность и жёсткость упругих тел)

#### **по третьему разделу дисциплины**

(расчёт типовых элементов оборудования биохимической промышленности)

- 1 Лабораторный практикум по прикладной механике : учеб. пособие / О. Д. Афонин, А. Н. Луцко, М. Д. Телепнев, О. В. Сташевская ; под ред. Н. А. Марцулевича. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2011. – 144 с. (+ ЭБ).

- 2 Мильченко, А. И. Прикладная механика : в 2 ч. Ч.1 : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / А. И. Мильченко. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 256 с.
- 3 Мильченко, А. И. Прикладная механика : в 2 ч. Ч.2 : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / А. И. Мильченко. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 256 с.
- 4 Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи : учеб. пособие для вузов / М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин ; под ред. М. Ф. Михалева. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М. : Изд-во дом «Арис», 2010, – 309 с.
- 5 Лашинский, А. А. Конструирование сварных химических аппаратов : справ. / А.А. Лашинский ; под ред. А.Р. Толчинского. – Изд. 2-е, стер. – М. : Изд-во «Альянс», 2008. – 383 с.
- 6 Прикладная механика : учеб. пособие / А. Н. Луцко, М. Д. Телепнев, В. М. Барановский, В. З. Борисов, В. А. Яковенко, Н. А. Марцулевич. – Изд. 5-е, испр. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 273 с. (+ ЭБ).
- 7 Техническая механика, Часть I. Теоретическая механика, Теория механизмов и машин : учеб. пособие / Н. А. Марцулевич, Е. Г. Матюшин, В. В. Федотов, А. Н. Луцко, М. Д. Телепнев ; под ред. Н. А. Марцулевича. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 330 с. (+ ЭБ).
- 8 Техническая механика, Часть II. Сопротивление материалов, Детали машин : учеб. пособие / Н. А. Марцулевич, А. Н. Луцко, Д. А. Бартенев ; под ред. Н. А. Марцулевича. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2010. – 493 с. (+ ЭБ).
- 9 Луцко, А. Н. Исследование кинематики кривошипно-ползунного механизма графическим и аналитическим методами: метод. указания к лабораторной работе / А. Н. Луцко, Э. А. Павлова. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 26 с. (+ ЭБ).
- 10 Тестовые задания по дисциплине «Механика. Сопротивление материалов»: метод. указания / О. В. Сташевская, М. Д. Телепнев, А. Н. Луцко, Н. А. Марцулевич, Л. Н. Шмакова. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 72 с. (+ ЭБ).

#### **Дополнительная литература**

- 1 Смелягин, А. И. Структура механизмов и машин: учеб. пособие / А. И. Смелягин. – М.: Высш. школа, 2006. – 304 с.

#### **Вспомогательная литература**

- 1 Барановский, В. М. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях стержней: метод. указания / В. М. Барановский, М. Д. Телепнев. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2003 – 39 с.
- 2 Степин, П. А. Сопротивление материалов: учеб. для вузов / П. А. Степин. – 9-е изд., испр. М.: Интеграл-Пресс, 1997. – 320 с.
- 3 Поляков, А. А. Механика химических производств: учеб. пособие для вузов / А. А. Поляков. – Изд. 2-е, стер. – М.: Изд-во ООО «Путь», ООО ТИД «Альянс», 2005. – 392 с.
- 4 Бартенев, Д. А. Определение внутренних силовых факторов в поперечных сечениях стержней: метод. указания / Д. А. Бартенев, Н. А. Марцулевич, О. В. Сташевская. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2004. – 60 с.
- 5 Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов: учеб. для вузов / В. И. Феодосьев. – М.: Наука, 1986. – 560 с.
- 6 Мильченко, А. И. Особенности расчета типовых элементов химического

- оборудования: текст лекций / А. И. Мильченко. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета. Ч. 1: 1983 – 52 с., Ч. 2: 1984 – 43 с., Ч. 3: 1985 – 52 с., Ч. 4: 1987 – 61 с., Ч. 5: 1989 – 61 с., Ч. 6: 1990 – 70 с.
- 7 Мильченко, А. И. Особенности расчета типовых элементов роторного химического оборудования: текст лекций / А. И. Мильченко. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1991. – 118 с.
- 8 Мильченко, А. И. Особенности расчета и безопасной эксплуатации типовых элементов химического оборудования. Примеры и задачи: учеб. пособие / А. И. Мильченко, В. З. Борисов. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1991. – 112 с.; СПб.: 1992. – 116 с.
- 9 Мильченко, А. И. Изучение структуры и динамики машин химических производств: метод. указания / А. И. Мильченко, В. В. Федотов. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1991. – 32 с.
- 10 Яблонский, А. А. Курс теоретической механики, ч. I, II. / А. А. Яблонский. – М.: Высш. школа, 2004. – 488 с.
- 11 Решетов, Д. Н. Детали машин: учеб. для вузов / Д. Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989. – 665 с.
- 12 Конструирование и расчет машин химических производств: учеб. для вузов / под ред. Э. Э. Кольман-Иванова. – М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.
- 13 Плановский, А. Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии / А. Н. Плановский, П. И. Николаев. – М.: Химия, 1987. – 496 с.
- 14 Методические указания к лекциям по курсу "Прикладная механика" с использованием учебного телевидения. / Сост.: О. Д. Афончин; под ред. А. И. Мильченко. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1985. – 60 с.
- 15 Марцулевич, Н. А. Надежность химико-технологических систем: учеб. пособие / Н. А. Марцулевич, В. З. Борисов. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2002. – 149 с.
- 16 Смирнов, Г. Г. Конструирование безопасных аппаратов для химических и нефтехимических производств: справ. / Г. Г. Смирнов, А. Р. Толчинский, Т. Ф. Кондратьева; под общ. ред. А. Р. Толчинского. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. – 303 с.
- 17 Бегун, П. И. Прикладная механика / П. И. Бегун, О. П. Кормилицын. – СПб.: Политехника, 1995. – 368 с. Фролов, К. В. Теория механизмов и машин: учеб. для вузов / К. В. Фролов, С. А. Попов, А. К. Мусатов, Г. А. Тимофеев, В. А. Никоноров. – М.: Высш. школа, 2003. – 496 с.
- 18 Иосилевич, Г. Б. Прикладная механика: учеб. для вузов / Г. Б. Иосилевич, Г. Б. Строганов, Г. С. Маслов; под ред. Г. Б. Иосилевича. – М.: Высш. школа, 1989. – 351 с.

#### **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>  
электронно-библиотечные системы:  
«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

#### **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Все виды занятий по дисциплине «Прикладная механика» проводятся в соответствии с требованиями следующих стандартов предприятия или организации:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий.

Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-2002. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция.

Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

СТО СПбГТИ 044-2012. КС УКВД. Виды учебных занятий. Курсовой проект, Курсовая работа. Общие требования;

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять в каждом семестре, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе, а также Интернет-ресурсов.

## **10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

При освоении дисциплины используются все виды учебной работы в сочетании с методами и формами активизации познавательной деятельности студентов для достижения успешных результатов обучения и формирования компетенций. Для выполнения поставленных целей реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия в работе со студентами:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- опережающее самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурса сайтов кафедр, информационных баз, методических разработок, наглядных стендов с образцами выполненных работ, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при выполнении проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий;
- использование компьютерных КОМПАС и MathCAD-программ при выполнении проектных и проверочных расчётов элементов оборудования по основным критериям работоспособности; расчёта углов поворота сечений и прогибов, и построении эпюр, а также графической части РГР и КП;
- индивидуальное обучение и обучение на основе собственного опыта;
- компьютерное тестирование знаний студентов.

### **10.1. Информационные технологии**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций; видеоматериалы компании «НПО Техноконт»;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

#### **Программное обеспечение**

Microsoft Office (Microsoft Excel) **Информационные справочные системы**

### **11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для ведения лекционных занятий используется аудитория на 25 посадочных мест оборудованная средствами оргтехники, а для практических и лабораторных занятий на 25 посадочных мест.

Дополнительно для проведения занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

На кафедре имеются лабораторные установки, оснащённые измерительными приборами:

На занятиях демонстрируются плакаты и стенды с наглядными пособиями (более 100 шт.).

### **12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ДГПУ. по индивидуальной программе.

## Фонд оценочных средств

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

### 3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

#### А) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ППК-1:

##### Первый раздел дисциплины

##### Основополагающие понятия и методы статики, кинематики и динамики (проведение текущего контроля, промежуточной аттестации - зачета)

- 1 Что изучает кинематика?
- 2 Способы задания движения точки.
- 3 Определение скорости и ускорения точки при задании ее движения векторным способом.
- 4 Определение скорости и ускорения точки при задании ее движения координатным способом.
- 5 Определение скорости и ускорения точки при задании ее движения естественным способом.
- 6 Механический смысл и причины возникновения касательного и нормального ускорений точки.
- 7 Зависимости величины скорости и перемещения для равномерного и равнопеременного движения точки.
- 8 Поступательное движение твердого тела.
- 9 Задание и кинематические характеристики вращательного движения тела.
- 10 Уравнения равномерного и равнопеременного вращательного движения тела.
- 11 Векторы угловой скорости и углового ускорения тела при вращательном движении.
- 12 Скорости и ускорения точек вращающегося тела (векторные и скалярные формулы).
- 13 Основные понятия и определения сложного движения точки.
- 14 Теоремы о сложении скоростей и ускорений точки в сложном движении.
- 15 Ускорение Кориолиса. Вектор, модуль, направление, причины возникновения и случаи равенства ускорения нулю, правило Н. Е. Жуковского. Примеры.
- 16 Основные понятия и определения статики (материальная точка, механическая система, абсолютное твердое тело, свободные и несвободные тела, связи, реакции связей).
- 17 Распределенная нагрузка; ее интенсивность. Замена распределенной нагрузки эквивалентной сосредоточенной силой.
- 18 Аксиомы статики.
- 19 Связи и их реакции (нить, гладкая поверхность, подвижный шарнир, неподвижный шарнир, невесомый стержень, жесткая заделка).
- 20 Момент силы относительно центра (вектор, модуль, алгебраическая величина, случаи равенства нулю).
- 21 Пара сил и ее момент. Теоремы о парах.
- 22 Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.
- 23 Приведение силы к центру методом Пуансо.

- 24 Главный вектор и главный момент системы сил.
- 25 Условия и уравнения равновесия произвольной плоской системы сил.
- 26 Как записываются уравнения равновесия произвольной системы сил, расположенных в одной плоскости?
- 27 Как записываются уравнения равновесия сходящихся и параллельных сил на плоскости? Предмет динамики. Законы динамики.
- 28 Дифференциальные уравнения движения точки в декартовых и естественных координатах.
- 29 Две основные задачи динамики материальной точки.
- 30 Импульс силы. Теорема об импульсе равнодействующей.
- 31 Количество движения (импульс) материальной точки. Теорема об изменении количества движения материальной точки в дифференциальной и интегральной форме.
- 32 Элементарная работа силы (три формы записи). Работа силы на конечном перемещении точки. Теорема о работе равнодействующей системы сил, приложенных к материальной точке. Мощность.
- 33 Примеры вычисления работы некоторых сил (постоянной силы на прямолинейном перемещении, силы тяжести, силы упругости).
- 34 Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.
- 36 Свободные незатухающие колебания материальной точки.

**Б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ППК-2**

**Второй раздел дисциплины**

**Расчёт на прочность и жёсткость упругих тел**

(проведение текущего контроля и промежуточной аттестации - зачета)

- 1 Классификация сил.
- 2 Определение внутренних сил и построение эпюр при простых видах деформации.
- 3 Определение опасных сечений в стержнях при простых видах деформации.
- 4 Закон Гука при растяжении-сжатии стержней.
- 5 Закон Гука при сдвиге.
- 6 Геометрические характеристики сечений (для простых фигур).
- 7 Изменение статических моментов и моментов инерции при параллельном переносе осей.
- 8 Механические характеристики материалов.
- 9 Диаграмма растяжения образца из пластичного материала.
- 10 Диаграмма сжатия образцов из пластичных и хрупких материалов.
- 11 Методика проведения испытания материалов на растяжение-сжатие.
- 12 Экспериментальное определение модуля продольной упругости.
- 13 Экспериментальное определение модуля сдвига материала при кручении.
- 14 Условия прочности при простых видах сопротивления.
- 15 Проектные и проверочные расчёты при простых видах деформации.
- 16 Проведение испытаний на изгиб.
- 17 Напряжения при косом изгибе.

- 18 Расчёты на жесткость при простых видах деформации; условия жесткости.
- 19 Распределение напряжений по поперечному сечению стержня при растяжении- сжатии, кручении, изгибе.
- 20 Опасные точки сечений.
- 21 Касательные напряжения при изгибе.
- 22 Сравнение напряжений и деформаций при изгибе балки, расположенной плашмя или на ребро.
- 23 Рациональные формы сечений при различных видах деформации.
- 24 Устойчивость. Проведение испытаний продольно сжатого стержня
- 25 Критическая сила. Опытное определение критической силы при сжатии стержней. 26 Формула Ясинского – область применения.
- 27 Сложное сопротивление. Алгоритм решения задач на сложное сопротивление.
- 28 Понятие о теориях прочности. Эквивалентные напряжения.

## 5 Образовательные технологии

При проведении аудиторных и внеаудиторных занятий со студентами используются следующие образовательные технологии.

1) На ряде лекций используются *компьютерные презентации*, наглядно иллюстрирующие учебный материал. На лекции по каждому разделу выстраивается план или содержание. Наиболее сложные для восприятия и понимания вопросы, трудоемкие теоретические выводы и выкладки разбираются непосредственно лектором, рассмотрение вопросов же второстепенного характера дается на самостоятельное изучение (перечень выносимых на самостоятельное изучение вопросов представлен в п. 4.6).

2) На практических занятиях активно используется *программированное обучение*. По всем разделам дисциплины запланирован ряд расчетно-графических заданий (РГЗ). На занятии преподавателем составляется алгоритм решения прикладных задач, по возможности разбираются наиболее сложные задачи и типичные ошибки, возникающие при их решении, а также выдается индивидуальное задание (перечень тем, по которым выполняются РГЗ указан в п.6). Каждое последующее задание является логическим продолжением предыдущего. Приступать к решению задач следующего раздела не возможно без решения предыдущего. Преподавателем назначаются дни для консультирования студентов по выполнению РГЗ и защиты выполненной работы. Защита РГЗ может проходить в форме контрольной работы, выполнении теста, диалога с преподавателем. Перечень выдаваемых схем может варьироваться в зависимости от уровня подготовки студентов.

### 5.1 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторной работе

Семестр	Вид занятия (Л., ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
1	2	3	4
2	Л	Презентации	4
	ЛР	-	-
	ПЗ	Программированное обучение	10
<b>Итого:</b>			<b>14</b>

### 5.2 Методические указания по решению типовых задач

## 1. РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ

Изучите тему 2. Студент должен владеть методом сечений для определения продольной силы в любом сечении, уметь строить эпюры продольных сил и нормальных напряжений и определять абсолютное удлинение (укорочение) бруса, используя закон Гука.

При работе бруса на растяжение и сжатие в его поперечных сечениях возникает только продольная сила  $N$ .

**Правило для определения продольной силы  $N$ :** продольная сила в произвольном поперечном сечении бруса численно равна алгебраической сумме проекций на его продольную ось всех внешних сил, приложенных с одной стороны от рассматриваемого сечения:  $N = \sum F_i$ .

**Правило знаков для  $N$ :** при растяжении продольная сила положительна, при сжатии - отрицательна.

При растяжении (сжатии) бруса в его поперечных сечениях возникают нормальные напряжения:  $\sigma = N/A$  ( $A$  - площадь поперечного сечения)

Для нормальных напряжений принимается то же правило знаков, что и для продольных сил. Изменение длины бруса (удлинение или укорочение) равно алгебраической сумме удлинений (укорочений) его отдельных участков и вычисляется по формуле Гука:

$$\Delta l = \sum \Delta l_i = \sum \frac{N_i l_i}{E \cdot A_i} = \sum \frac{\sigma_i l_i}{E},$$

где  $N_i$ ,  $\sigma_i$ ,  $l_i$ ,  $A_i$  - соответственно продольная сила, нормальное напряжение, длина и площадь сечения в пределах каждого участка бруса,  $E$  - модуль Юнга (модуль упругости 1-го рода).

### АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НА РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ

1. Разбить брус на участки по точкам приложения внешних сил и местам изменения размеров поперечного сечения, начиная со свободного конца.

2. Провести продольную ось бруса, положительное направление которой принять от жесткого закрепления.

3. Определить продольную силу  $N$  для каждого участка, руководствуясь вышеприведенным правилом. Знаки силы, полученные расчетом, соответствуют тем же знакам на эпюре.

4. Построить эпюру  $N$  (графическое изменение продольной силы  $N$  по длине бруса). Для этого провести параллельно оси бруса так называемую базисную линию (ось эпюры) и отложить перпендикулярно ей в выбранном масштабе найденные значения  $N$ . Полученные точки соединить прямыми, параллельными базисной линии, и указать алгебраические знаки. Построенную эпюру заштриховать линиями, перпендикулярными оси. Ось эпюры следует выполнять сплошной основной линией, толщиной  $s = 0,5 - 1,4$  мм, саму эпюру - сплошной линией, толщиной  $2s$ . Линии штриховки и выносные должны быть тонкими, толщиной от  $s/3$  до  $s/2$ .

**Примечание.** В точках приложения внешних продольных сил  $N$  меняется скачком, причем величина скачка равна внешней продольной силе.

5. Определить нормальные напряжения в поперечных сечениях каждого из участков. Построить эпюру нормальных напряжений по такому же принципу, как эпюру продольных сил.

6. Определить перемещение свободного конца бруса как сумму удлинений (укорочений) участков бруса, вычисленных по формуле Гука, приведенной выше.

## 2. СДВИГ

Изучить тему 3. Студент должен владеть методом сечения для определения поперечной силы в любом сечении, уметь строить эпюры поперечных сил и касательных напряжений.

**Правило определения поперечной силы Q:** поперечная сила в произвольном поперечном сечении бруса численно равна алгебраической сумме внешних поперечных сил,

расположенных по одну сторону сечения:  $Q = \sum_{i=1}^n F_{yi}$ .

### АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НА СДВИГ

1. Разбить брус на участки по точкам приложенным внешних сил и местам изменения размеров поперечного сечения, начиная со свободного конца.

2. Провести продольную ось бруса.

3. Определить поперечную силу Q для каждого участка, руководствуясь вышеприведенным правилом. Знаки силы, полученные расчетом, соответствуют тем же знакам на эпюре.

4. Построить эпюру Q. Для этого провести параллельно оси бруса так называемую базисную линию (ось эпюры) и отложить перпендикулярно ей в выбранном масштабе найденные значения Q. Полученные точки соединить прямыми и указать алгебраические знаки.

**Примечание.** В точках приложения внешних поперечных сил эпюра Q меняется скачком, причем величина скачка равна внешней поперечной силе.

5. Определить касательные напряжения в поперечных сечениях каждого участка. Построить эпюру касательных напряжений по такому же принципу, как эпюру поперечных сил.

## 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

Изучите тему 4 и повторите материал из курса теоретической механики, тему: "Центр тяжести".

1. Разбить данное сечение на простые профили и *определить центр тяжести составного сечения относительно вспомогательных осей x и y.*

2. Провести через центр тяжести всего сечения оси  $X_c$  и  $Y_c$ , параллельные первоначально выбранным вспомогательным осям, *найти при помощи теоремы о переносе осей центробежный и осевые моменты инерции сечения.*

3. Если в составное сечение входит уголок, то центробежный момента инерции его найти как сумму центробежного момента относительно осей, проходящих через центр тяжести уголка параллельно полкам, при помощи формулы, в которой использованы обозначения таблиц сортамента:

$$I_{xy} = \frac{I_{x_0} - I_{y_0}}{2} \sin 2\alpha,$$

где  $I_{x_0}$  и  $I_{y_0}$ , - главные центральные моменты инерции уголка, значения которых даны в таблицах сортамента и добавочного момента инерции, появляющегося при переносе осей ( $a^2A$  или  $b^2A$ ).

**Обратить внимание на знак угла  $\alpha$ :** если для совмещения оси  $x_0$  с осью  $x$  надо повернуть ось  $x_0$  по часовой стрелке, то угол  $\alpha$  следует считать отрицательным.

4. Найти положение главных центральных осей U и V по формуле:

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = \frac{I_{x_c y_c}}{I_{y_c} - I_{x_c}}.$$

5. Найти главные центральные моменты инерции по выражению:

$$I_{\max, \min} = I_{u, v} = \frac{I_{x_c} + I_{y_c}}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(I_{x_c} - I_{y_c})^2 + 4I^2 x_c y_c}$$

Для проверки правильности вычислений  $I_u$  и  $I_v$  можно использовать равенства:  $I_u + I_v = I_{x_c} + I_{y_c}$  и  $I_{uv} = 0$

#### 4. КРУЧЕНИЕ

Изучите тему 5. Студент должен владеть методом сечений для определения крутящих моментов в любом сечении, уметь строить эпюры крутящих моментов и определять угол закручивания в любом сечении.

**При кручении в поперечных сечениях возникает крутящий момент  $M_k$  и касательные напряжения  $\tau$ .**

**Правило определения  $M_k$ :** крутящий момент в сечении численно равен алгебраической сумме внешних вращающих (скручивающих моментов), действующих по одну сторону от сечения:  $M_k = \sum M_i$ .

**Правило знаков  $M_k$ :** крутящий момент в сечении считается положительным, когда внешний момент вращает отсеченную часть против часовой стрелки, если смотреть на отсеченную часть со стороны сечения.

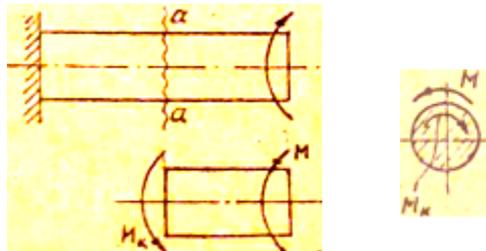


Рис. 1

#### АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА КРУЧЕНИЕ

1. Разбить вал на участки по местам приложения скручивающих моментов и изменения размеров поперечного сечения, начиная со свободного конца.

2. Определить крутящий момент  $M_k$  для каждого участка, руководствуясь выше приведенным правилом. Знаки крутящих моментов, полученные расчетом, соответствуют тем же знакам на эпюре.

3. Построить эпюру  $M_k$  (графическое изменение крутящего момента  $M_k$  по длине вала). Для этого провести параллельно оси вала базисную линию (ось эпюры) и отложить перпендикулярно ей в выбранном масштабе найденные значения  $M_k$ . Полученные точки соединить линией и указать алгебраические знаки. Построенную эпюру заштриховать линиями, перпендикулярными оси.

4. Для опасного участка ( $M_k = M_{k \max}$ ) определить диаметр вала, для чего использовать условие прочности при кручении

$$\tau_{\max} = \frac{M_{k \max}}{W_p}$$

где  $W_p = \frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2d^3$  - полярный момент сопротивления сечения.

Отсюда диаметр вала

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{k \max}}{0,2[\tau]}}$$

5. Эпюру углов закручивания построить, используя формулу:

$$\varphi = \frac{M_k \cdot l}{G \cdot I_p},$$

где  $GI_p$ - жесткость вала при кручении,  $I_p = \frac{\pi d^4}{32} = 0,1d^4$  - полярный момент инерции сечения.

6. Наибольший относительный угол закручивания определить по выражению

$$\varphi_0 = \frac{M_{k \max}}{GI_p}.$$

## 5. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НА ИЗГИБ

1. Для заданной балки определить опорные реакции, составив уравнения равновесия в виде  $\sum M_B=0$ ,  $\sum M_A=0$  (алгебраические суммы моментов всех сил относительно точек опор В и А равны нулю). Из первого уравнения определить опорную реакцию  $R_A$ , из второго - опорную реакцию  $R_B$ . Для проверки значений  $R_A$  и  $R_B$  применить уравнение равновесия в виде  $\sum Y = 0$ . (алгебраическая сумма проекций всех сил на ось у равна нулю).

2. Написать выражения  $Q_y$  и  $M_u$  для каждого участка в общем виде, применив метод сечений.

**Правило определения поперечной силы:** поперечная сила  $Q_y$  в сечении балки численно равна алгебраической сумме проекций на ось у всех сил, действующих по одну сторону от сечения:

$$Q = \sum F_{yi}$$

**Правило определения изгибающего момента:** изгибающий момент  $M_u$  в поперечном сечении балки численно равен алгебраической сумме моментов относительно центра тяжести сечение всех внешних сил, действующих справа или слева от сечения:

$$M_u = \sum M_i.$$

**Правило знаков для поперечной силы:** поперечная сила в сечении (рис. 6,а) считается положительной, если равнодействующая внешних сил слева от сечения направлена снизу вверх, а справа - сверху вниз, и отрицательной - в противоположном случае.

**Правило знаков для изгибающего момента:** изгибающий момент в сечении балки считается положительным, если равнодействующий момент внешних сил слева от сечения направлен по часовой стрелке, а справа - против часовой стрелки, и отрицательным - в противоположном случае.

Определить для характерных точек значения  $Q_y$  и  $M_u$  и построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Применив теорему Журавского, проверить правильность построения эпюр.

3. Используя условие прочности при изгибе в виде  $\sigma_{\max} = M_{u\max}/W \leq [\sigma]$ ; подобрать стальную балку двутаврового сечения. Для этого определяют требуемый момент сопротивления сечения  $W \geq M_{u\max}/[\sigma]$  и из сортамента по ГОСТ 8233-72 выбирают номер профиля балки с соответствующим  $W_x$  - осевым моментом сопротивления сечения.

## 6. УСТОЙЧИВОСТЬ

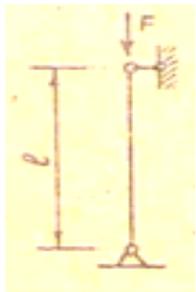
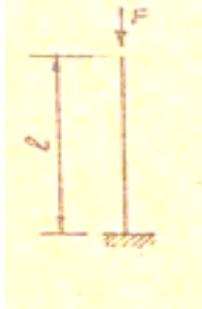
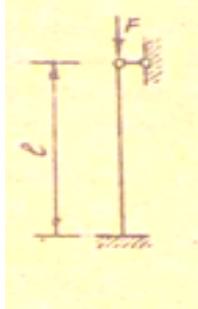
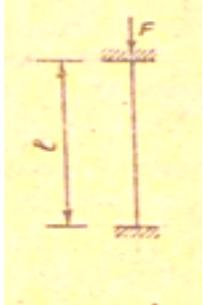
1. Определить наименьший осевой момент инерции сечения и выразить его через известный линейный размер сечения (а, в или d).

2. Определить площадь поперечного сечения А через линейные размеры.

3. Определить наименьший осевой радиус инерции  $i_{imin}$  по формуле  $i_{imin} = \sqrt{I_{min} / A}$  и найти гибкость стержня  $\lambda$  по формуле  $\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i_{min}}$ , где  $\mu$  - коэффициент приведения длины (коэффициент Ясинского), зависящий от способов закрепления концов стойки (табл. 1).

### Коэффициенты приведения длины стержня

Таблица 1.

Способы закрепления концов стержня				
Коэффициент приведения длины $\mu$	1	2	0,7	0,5

4. Дальнейшее определение размеров поперечного сечения произвести методом последовательных приближений, применяя полученное выражение  $\lambda$  во всех приближениях.

#### Приближение 1:

1) определить площадь поперечного сечения и линейный размер из условия устойчивости стержня

$$\sigma = \frac{F}{\varphi \cdot A} \leq [\sigma], \quad \text{т. е.} \quad A_1 = \frac{F}{\varphi \cdot [\sigma]},$$

где  $\varphi_1$  - коэффициент продольного изгиба, зависящий от материала и гибкости стержня (табл. 2).

2) определить гибкость стержня  $\lambda_1$ ;

3) из таблицы выбрать значение  $\varphi_1$ , соответствующее  $\lambda_1$ , если, например, при расчете получили гибкость  $\lambda = 83,7$ ; такой гибкости в таблице нет, тогда  $\varphi$  определяем линейным интерполированием. Для этого выписываем из таблицы 2 значения  $\lambda$  и  $\varphi_1$  прилегающие к  $\lambda = 83,7$

$\lambda$	$\varphi$
$\lambda' = 80$	$\varphi' = 0,75$
$\lambda'' = 90$	$\varphi'' = 0,69$
$\Delta\lambda = 10$	$\Delta\varphi = 0,06$

Используя метод линейной интерполяции, находим

$$\varphi'_1 = \varphi' - \frac{\varphi' - \varphi''}{\lambda'' - \lambda'} (\lambda - \lambda') = 0,75 - \frac{0,06}{10} \cdot 3,7 = 0,73;$$

4) проверить стержень на устойчивость  $\sigma_1 = \frac{F}{(\varphi_1' \cdot A)} \leq [\sigma]$  (сравнить  $\sigma_1$  с  $[\sigma]$ , для чего определяют процент расхождения между ними:  $\frac{|[\sigma] - \sigma_1|}{[\sigma]} \cdot 100\% \leq 5\%$ ) и, если это условие не выполняется, перейти ко второму приближению с коэффициентом продольного изгиба

$$\varphi_2 = \frac{\varphi_1 + \varphi_1'}{2}.$$

Коэффициенты продольного изгиба стали Ст.3

Таблица 2

Гибкость $\lambda$	$\varphi$	Гибкость $\lambda$	$\varphi$	Гибкость $\lambda$	$\varphi$
0	1,00	70	0,81	140	0,36
10	0,99	80	0,75	150	0,32
20	0,97	90	0,69	160	0,29
30	0,95	100	0,60	170	0,26
40	0,92	110	0,52	180	0,23
50	0,89	120	0,45	190	0,21
60	0,86	130	0,40	200	0,19

### Приближения 2:

1) для полученного значения  $\varphi_2$  повторить все пункты, указанные в приближения I до тех пор, пока не выполнится условие

$$\frac{([\sigma] - \sigma_1)}{[\sigma]} \cdot 100\% \leq 5\%;$$

2) назначить линейный размер и определить площадь поперечного сечения  $A$  стержня.

5. Если в последнем приближении гибкость стержня  $\lambda$  оказалась более  $\lambda_{\text{пред}} = 100$ , то критическую силу  $F_{\text{кр}}$  определить по формуле Эйлера

$$F_{\text{кр}} = \frac{\pi^2 E \cdot I_{\text{min}}}{(\mu \cdot l)^2}.$$

Если гибкость стержня оказалось в пределах  $61 \leq \lambda \leq 100$ , то критическую силу определить по эмпирической формуле Ф. С. Ясинского

$$F_{\text{кр}} = \sigma_{\text{кр}} \cdot A = (a - b \cdot \lambda) \cdot A,$$

где  $a$  и  $b$  - коэффициенты, имеющие размерность напряжения и зависящие от материала (для стали Ст. 3:  $a = 304$  МПа,  $b = - 1,12$  МПа).

6. Коэффициент запаса прочности определить по формуле:

$$S_y = \frac{F_{\text{кр}}}{F}.$$

## 7. НАГРУЗКИ

1. Определить силы инерции, возникающие при вращении на горизонтальном  $DB$  и вертикальном  $CD$  участках ломанного стержня.

2. Составив уравнения равновесия, определить опорные реакции, возникающие в точках  $A$  и  $B$  в общем виде.

3. Для каждого участка ломаного стержня и валика построить эпюра изгибающих моментов. Опасным является то сечение, в котором возникает наибольший изгибающий момент ( $M_{\max}$ ).

4. По условию прочности определить допускаемое нормальное напряжение, выразив его через угловую скорость  $\omega$ . Определить значение  $i$ , зная, что  $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$ , найти допускаемое число оборотов валика в минуту  $[n]$ .

## 6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется по результатам выполненных домашних заданий (ДЗ).

№	Домашнее задание	Коэффициент трудности	Максимальный балл	Минимальный балл
1	ДЗ.1 Построение эпюр $Q_y$ и $M_x$ при изгибе двухопорной балки	0,5	2	1
2	ДЗ.2 Определение перемещений при изгибе (балка)	1	3	2
3	ДЗ.3 Раскрытие СНС при изгибе (балка)	2	4	2
<i>ИТОГО:</i>			9	5

Промежуточный – по результатам выполнения расчетно-графических заданий и предоставления конспекта отдельных тем разделов дисциплины.

№ работы	Тема расчетно-графического задания или конспекта	Коэффициент трудности	Максимальный балл	Минимальный балл
1	2	3	4	5
<b>Расчетно-графические задания:</b>				
1	Построение эпюр внутренних усилий	1	7	5
2	Геометрические характеристики плоских сечений	1	7	5
3	Определение напряжений и расчеты на прочность	1,5	15	10
4	Определение перемещений и расчеты на жесткость	2	15	10
5	Статически неопределимые системы	2,5	22	15
6	Расчеты на устойчивость сжатых стержней и при динамическом воздействии нагрузки	1	10	5

<i>Итого по РГЗ:</i>			76	50
<b>Конспект:</b>				
1	Экспериментальное изучение механических свойств материалов	0,5	5	-
2	Основы теории напряженно-деформированного состояния	0,5	5	-
3	Расчеты на прочность при циклических нагрузках	0,5	5	-
<i>ИТОГО по промежуточному контролю:</i>			91	50
<b>ИТОГО с учетом текущего контроля:</b>			<b>100</b>	<b>55</b>

Итоговая оценка по дисциплине (ФПА с оценкой) выставляется с учетом текущего и промежуточного контроля в соответствии со следующей шкалой:

55-70 баллов – «удовлетворительно»;

71-85 баллов – «хорошо»;

86-100 баллов – «отлично».

### 7.3 Периодические издания

1. Журнал «Прочность конструкций и материалов»
2. Журнал «Надежность»
3. Журнал «Прикладная математика и механика»
4. Журнал «Прикладная механика и техническая физика»
5. Журнал «Проблемы прочности и пластичности»
6. Журнал «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии»

### 7.4 Интернет-ресурсы

1. [www.sopromat.ru](http://www.sopromat.ru)
2. <http://mysopromat.ru>
3. <http://slovari.yandex.ru>
4. [www.toehelp.ru/teory/sopromat](http://www.toehelp.ru/teory/sopromat)
5. [www.twirpx.com/files/machinery/sopromat](http://www.twirpx.com/files/machinery/sopromat)
6. <http://help-sopromat.narod.ru>
7. <http://technofile.ru/files/sopromat.html>

### 7.5 Методические указания к лабораторным работам

Не предусмотрено

### 7.6 Методические указания к практическим занятиям

№ п/п	Автор (ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф
1	2	3	4	5

1	Г.М. Ицкович, Л.С. Минин, А.И. Винокуров	Руководство к решению задач по сопротивлению материалов	М.: Высшая школа, 2001	Учебное пособие. Допущено МО РФ
2	И.Н. Миролубов и др.	Пособие к решению задач по сопротивлению материалов	М.: Высшая школа, 1985	Допущено мин. высш. и сред. спец. обр-ния СССР

### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

#### **Б1. 0.07.06 «Прикладная механика»**

**1 Цели изучения дисциплины:** формирование и развитие компетенций в области прикладной механики деформируемого твердого тела для профессиональной и научно-исследовательской деятельности.

#### **2 Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина Б1. 0.07.06\_«Прикладная механика» относится к обязательной части и предметно-методическому модулю «Технология» учебного плана (основной профессиональной образовательной программы) подготовки бакалавров по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Дисциплина Б1. 0.07.06 «Прикладная механика» изучается в 5 семестре и базируется на компетенциях, знаниях и умениях, сформированных в ходе изучения дисциплин: математика, физика, графика, материаловедение.

#### **3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие компетенций:

ППК-1 Способен планировать и применять технологические процессы изготовления объектов труда в профессиональной педагогической деятельности

ППК-2 Способен осуществлять проектную деятельность при создании предметной среды

**4.Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).**

**5.Семестр: 5**

#### **6.Основные разделы дисциплины (модуля):**

Механическое движение.

Динамика.

Статика.

**7.Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации: зачет 8.**

**Авторы: Магомедов Гусейн Мусаевич – к.ф-м.н., профессор кафедры технологии и методики ее преподавания.**