

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Умаров Марат Файзуллаевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 16.02.2026 12:38:20  
Уникальный программный ключ:  
48505f11ec15aca386f5219d3113d727fedda78

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Елабужский институт (филиал) КФУ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
Елабужского института КФУ  
Е.Е. Мерзон

«05» июня 2023 г.  
МП

Программа дисциплины (модуля)  
Техническая механика

Направление подготовки/специальность: 44.03.01 Педагогическое образование  
Направленность (профиль) подготовки: Общее и дополнительное образование  
в предметной области «Технология»  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: заочная  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2023

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Исламов А.Э (Инженерно-технологическое отделение).  
[AEIslamov@kpfu.ru](mailto:AEIslamov@kpfu.ru)

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-1.1	Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
УК-1.2	Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
УК-1.3	Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и риски
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК-2.1	Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
УК-2.2	Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
УК-2.3	Качественно решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- принципы поиска, критического анализа и синтеза информации, методики системного подхода для решения стандартных и нестандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании
- требования к определению задач в рамках поставленной цели; базовые способы решения задач с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании

Должен уметь:

- осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации; применять системный подход для решения стандартных задач и нестандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании
- определять основные и специфические задачи в рамках поставленной цели, выбирать способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании

Должен владеть:

- навыками поиска, критического анализа и синтеза информации; способностью применять системный подход для решения стандартных и нестандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании
- навыками определения основных и специфических задач в рамках поставленной цели, выбора способов их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.07.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 44.03.01 "Педагогическое образование (Общее и дополнительное образование в предметной области «Технология»)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре и на 3 курсе в 5 семестре

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 14 часа(ов), лабораторные работы - 2 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа – 103 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 13 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет с оценкой и контрольная работа в 4 семестре; экзамен в 5 семестре

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се мес тр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоя тельная работа
			Лекци и	Практич еские занятия	Лаборато рные работы	
1.	Тема 1. Теоретическая механика. Предмет, содержание и задачи курса. Статика. Кинематика.	4	2	2	0	32
2.	Тема 2. Механика жидкости. Гидростатика.	4	1	2	0	22
3.	Тема 3. Гидродинамика.	4	1	2	2	24
4.	Тема 4. Динамика материальной точки.	4	2	2	0	10
5.	Тема 5. Динамика твердого тела.	4	2	2	0	9
6.	Тема 6. Сопромат. Предмет, содержание и задачи курса. Растяжение и сжатие. Теории прочности.	5	1	2	0	1
7.	Тема 7. Кручение. Изгиб. Продольный изгиб. Прочность при переменных нагрузках.	5	1	2	0	1
8.	Тема 8. Теория механизмов и машин. Предмет, содержание и задачи курса. Основные виды механизмов	5	2	2	0	1
	Итого: 144 ч. (из них 13 ч. контроль)		12	14	2	103

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Теоретическая механика. Предмет, содержание и задачи курса. Статика. Кинематика.**

Теоретическая механика и её место среди других наук. Основные исторические этапы развития механики. Объективный характер законов механики. Задачи статики и основные её понятия. Связи и реакции связей. Примеры связей. Сходящиеся силы. Сложение сходящихся сил. Разложение силы. Проекция силы на ось. Условия равновесия системы сходящихся сил. Параллельные силы. Центр системы параллельных сил. Центр тяжести твёрдого тела. Пара сил. Момент пары как вектор. Условия равновесия пары сил. Плоская система сил. Момент силы относительно точки. Произвольная система сил. Момент силы относительно оси. Задачи кинематики. Кинематика точки. Прямолинейное движение точки. Криволинейное движение точки. Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Сложное движение точки. Плоскопараллельное движение твёрдого тела. Мгновенный центр скоростей. План скоростей. Движение твёрдого тела вокруг неподвижной точки. Теорема Даламбера-Эйлера. Движение свободного твёрдого тела в общем случае. Сложное движение точки и твёрдого тела в общем случае. Винтовое движение тела.

## **Тема 2. Механика жидкости. Гидростатика.**

Строение жидкостей. Плотность и сжимаемость жидкостей. Вязкость. Давление парообразования и кавитация. Рабочие жидкости для гидроприводов.

Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля и его применение в технике. Виды давления. Единицы измерения давления. Простейшие гидравлические устройства (гидроаккумуляторы, гидропрессы, гидравлические мультипликаторы). Определение сил давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Закон Архимеда. Гидростатическая подъёмная сила. Условия плавания тел.

## **Тема 3. Гидродинамика.**

Два метода описания движения жидкостей и газов. Понятие о линиях и трубках тока. Расход элементарной струйки и расход через поверхность. Уравнение неразрывности (сплошности) в разных формах. Вихревое и безвихревое (потенциальное) движения. Уравнение постоянства расхода. Приборы для измерения расхода. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Напоры: геометрический, пьезометрический, скоростной. Полный напор. Уравнение Бернулли для реальной жидкости и для газов. Гидравлические сопротивления и потери напора по длине и местные потери при движении жидкостей и газов. Формула Торричелли для идеальной жидкости. Коэффициента скорости, сжатия струи и расхода для реальной жидкости. Насадки. Гидравлический расчет простого водопровода. Гидроудар. Гидротаран.

## **Тема 4. Динамика материальной точки.**

Задачи динамики, основные её понятия и определения. Динамика точки. Основные законы динамики. Две основные задачи динамики точки. Несвободное движение точки. Гармонические колебания материальной точки под действием силы, пропорциональной расстоянию. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Случай резонанса. Динамика механической системы. Классификация сил, действующих на систему. Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Момент количества движения материальной точки относительно центра и оси. Элементарная работа силы и работа на конечном перемещении. Мощность.

## **Тема 5. Динамика твёрдого тела.**

Динамика твёрдого тела. Моменты инерции системы и твёрдого тела относительно плоскости, оси и полюса. Понятие о гироскопе. Элементы механики тела переменной массы. Реактивная сила и реактивное движение. Основы теории удара. Явление удара. Действие ударной силы на материальную точку. Прямой центральный удар. Упругий и неупругий удары.

## **Тема 6. Сопромат. Предмет, содержание и задачи курса. Растяжение и сжатие. Теории прочности.**

Предмет, содержание и задачи курса. Краткая история развития и основные предпосылки науки о сопротивлении материалов. Классификация тел. Классификация внешних сил. Деформации линейные и угловые, упругие и остаточные. Деформации и перемещения. Простые виды деформации: растяжение, сжатие, кручение, изгиб. Понятие о сложном сопротивлении. Понятие о деформации растяжения и сжатия. Продольные силы и нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса. Закон Гука. Потенциальная энергия деформации. Экспериментальное изучение механических свойств материалов. Виды механических испытаний. Диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов. Допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности.

## **Тема 7. Кручение. Изгиб. Продольный изгиб. Прочность при переменных нагрузках.**

О деформации кручения. Крутящие моменты в поперечных сечениях вала. Деформации и напряжения при кручении прямых валов круглого сечения. Понятие о деформации изгиба. Чистый и поперечный прямой изгиб. Опоры и опорные реакции. Деформации и нормальные напряжения при чистом изгибе. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Рациональные формы поперечных сечений балок. Перемещения поперечных сечений балок при изгибе. Общий метод определения деформаций и напряжений при сложном сопротивлении. Изгиб с осевым растяжением или сжатием. Примеры расчётов на прочность простейших деталей машин, работающих на сложное сопротивление. Понятие об устойчивости и критической силе. Критические напряжения. Расчёты сжатых деталей машин на устойчивость. Переменные нагрузки и их влияние на прочность деталей машин. Физическая сущность природы разрушения материалов при переменных напряжениях. Факторы, влияющие на усталостную прочность.

## **Тема 8. Теория механизмов и машин. Предмет, содержание и задачи курса. Основные виды механизмов**

Технический прогресс и теория механизмов Основные понятия механизма и машины, классификация машин. История развития науки о механизмах и машинах. Структура и классификация механизмов. Элементы механизмов: звенья, кинематические пары, их классификация. Кинематические цепи. Механизм, как частный случай кинематической цепи. Кинематическая схема механизмов. Начальный механизм. Последовательность образования плоского механизма. Структурный анализ плоского механизма. Классификация плоских механизмов. Кинематический анализ и синтез рычажных механизмов. Основы аналитического метода кинематического исследования механизмов. Задачи кинематического синтеза плоских механизмов. Основные виды механизмов. Кулачковые механизмы. Основные типы плоских и простейших пространственных кулачковых механизмов. Область применения, достоинства и недостатки. Универсальный шарнир. Особенности его устройства и принцип работы.

## **Тема 9. Динамика механизмов.**

Классификация сил, действующих в машинах. Основное уравнение движения машины и его анализ. Трение в кинематических парах. Виды трения, законы трения. Уравновешивание масс звеньев. Причины неуравновешенности масс звеньев. Статическое и динамическое балансирование вращающихся масс. Понятие об уравновешивании машин на фундаменте. Приведение задачи о движении механизма к задаче о движении его ведущего звена. Приведение масс и сил. Новая форма основного уравнения механизма. Регулирование хода машин.

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года № 245)

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений

#### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

#### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке Елабужского института КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,25 экземпляра на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осуществляющих освоение данной дисциплины (модуля).

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий

договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки Елабужского института КФУ.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Профобразование [Сайт] <http://xn---btb1bbcge2a.xn--p1ai/>
2. Федеральные государственные образовательные стандарты - <https://fgos.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России - [www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru).
4. Сайт дистанционного обучения КФУ - <https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=2077>

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лекции	Назначение лекционного материала по технической механике: показать (в сжатой форме) законы движения материальной точки под действием приложенных сил (частный случай движения- статика, покой) Так как тела (твёрдые, жидкие) состоят из огромного числа более мелких частей (атомов, молекул-материальных точек), то и их реакция на внешние силы также рассматривается в технической механике. В лекциях делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работу. С целью расширения кругозора рекомендуется использовать и дополнительные информационные источники (учебники, учебные пособия, интернет-источники). Лекционный материал необходим при решении практических задач, а также при проверке теоретических выводов с помощью лабораторного эксперимента.
практические занятия	Практическая работа наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной его частью. Для ее успешного выполнения необходимы знания лекционного материала. По многим разделам дисциплины составлены методические рекомендации по решению типовых задач. Ими необходимо пользоваться как на аудиторных занятиях, так и при выполнении работы самостоятельно, вне аудитории.
лабораторные работы	Лабораторные занятия в высшей школе предназначены для углубленного изучения теоретических вопросов изучаемой дисциплины и овладения современными экспериментальными методами науки, умением решать практические задачи путем постановки опыта. По всем работам подготовлены подробные инструкции с подробным описанием лабораторных установок. По целому ряду работ приведены примеры ориентировочных расчётов исследуемых характеристик.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является одной из важнейших его частей. Она определяет степень подготовки студента к экзамену. Чем больше объём качественно выполненных самостоятельных заданий, тем выше уровень знаний студентов, тем больше вероятность получения высоких баллов на экзамене.
зачет с оценкой	Задача Зачета (с оценкой) - провести комплексную проверку освоения дисциплины. Проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.
экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебная аудитория (423600, Республика Татарстан, г. Елабуга, ул. Строителей, д.16, ауд. 207) для проведения занятий лекционного и семинарского типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, (Комплект мебели (посадочных мест) – 24 шт.; комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 12 шт.; проектор Epson EB-X02 – 1 шт.; ноутбук ICL Raybook Pi155 – 1 шт.; автоматизированный лабораторный комплекс по Деталям машин – 2 шт.; шкаф двухстворчатый – 1 шт.; шкаф стеклянный – 2 шт.; меловая доска; настенные стенды – 19 шт.; экран переносной – 1 шт.; набор редукторов; Выход в Интернет, внутривизовская компьютерная сеть, доступ в электронную информационно-образовательную среду; Набор учебно-наглядных пособий: комплект презентаций в электронном формате по преподаваемой дисциплине 3-5 шт.

Учебная аудитория (423600, Республика Татарстан, г. Елабуга, ул. Строителей, д.16, ауд. 501) для проведения занятий лекционного и семинарского типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, (Комплект мебели (посадочных мест) – 34 шт., комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт., проектор Epson EB-X02 – 1 шт., интерактивная доска SMART Board 660, меловая доска, лабораторные установки – 9 шт., стол-тумба металлическая на колесах. Набор учебно-наглядных пособий: комплект презентаций в электронном формате по преподаваемой дисциплине 3-5 шт. Программное обеспечение: Office Professional Plus 2010, Kaspersky Endpoint Security для Windows).

Помещение для самостоятельной работы. (Посадочных мест – 23 шт. Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт. Кафедра (трибуна) – 1 шт. Компьютеры: CGP Business – 13 шт. Монитор: AOC E 2343F – 13 шт. Проектор: Acer X110P – 1 шт. Интерактивная доска Panasonic Elite Panaboard UB-T 880-G77. Маркерная доска. Выход в Интернет, внутривизовская компьютерная сеть, доступ в электронную информационно-образовательную среду.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 44.03.01 "Педагогическое образование" и профилю подготовки "Общее и дополнительное образование в предметной области «Технология»".

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»  
Елабужский институт (филиал)

**Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**  
Б1.О.07.04 Техническая механика

Направление подготовки: 44.03.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) подготовки: Общее и дополнительное образование в предметной области «Технология»

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

1. СООТВЕТСТВИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК ЗА ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНУЮ АТТЕСТАЦИЮ
4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА, ПОРЯДОК ИХ ПРИМЕНЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
  - 4.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
    - 4.1.1. Устный опрос по темам 1-9
      - 4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.1.2. Критерии оценивания
      - 4.1.1.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.2. Лабораторные работы по темам 3, 6-9
      - 4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.2.2. Критерии оценивания
      - 4.1.2.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.3. Тестирование по темам 1-9
      - 4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.3.2. Критерии оценивания
      - 4.1.3.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.4. Контрольная работа по темам 1-9
      - 4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.4.2. Критерии оценивания
      - 4.1.4.3. Содержание оценочного средства
  - 4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
    - 4.2.1. Зачет с оценкой
      - 4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.2.1.2. Критерии оценивания
      - 4.2.1.3. Содержание оценочного средства
    - 4.2.2. Экзамен
      - 4.2.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.2.2.2. Критерии оценивания
      - 4.2.2.3. Содержание оценочного средства

## 1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций для данной дисциплины	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>Знать принципы поиска, критического анализа и синтеза информации, методики системного подхода для решения стандартных и нестандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p> <p>Уметь осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации; применять системный подход для решения стандартных задач и нестандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p> <p>Владеть навыками поиска, критического анализа и синтеза информации; способностью применять системный подход для решения стандартных и нестандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>	<p><b>Текущий контроль:</b> Устный опрос по темам Тема 1. Теоретическая механика. Предмет, содержание и задачи курса. Статика. Кинематика. Тема 2. Механика жидкости. Гидростатика. Тема 3. Гидродинамика. Тема 4. Динамика материальной точки. Тема 5. Динамика твердого тела. Тема 6. Сопромат. Предмет, содержание и задачи курса. Растяжение и сжатие. Теории прочности. Тема 7. Кручение. Изгиб. Продольный изгиб. Прочность при переменных нагрузках. Тема 8. Теория механизмов и машин. Предмет, содержание и задачи курса. Основные виды механизмов Лабораторные работы по темам 3, 6-9</p> <p><b>Тестирование по темам 1-9</b> <b>Контрольная работа по темам</b> Тема 1. Теоретическая механика. Предмет, содержание и задачи курса. Статика. Кинематика. Тема 2. Механика жидкости. Гидростатика. Тема 3. Гидродинамика. Тема 4. Динамика материальной точки. Тема 5. Динамика твердого тела. Тема 6. Сопромат. Предмет, содержание и задачи курса. Растяжение и сжатие. Теории прочности. Тема 7. Кручение. Изгиб. Продольный изгиб. Прочность при переменных нагрузках. Тема 8. Теория механизмов и машин. Предмет, содержание и задачи курса. Основные виды механизмов</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b> экзамен зачет с оценкой</p>

<p>УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>Знать требования к определению задач в рамках поставленной цели; базовые способы решения задач с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p> <p>Уметь определять основные и специфические задачи в рамках поставленной цели, выбирать способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p> <p>Владеть навыками определения основных и специфических задач в рамках поставленной цели, выбора способов их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>	<p><b>Текущий контроль:</b> Устный опрос по темам Тема 1. Теоретическая механика. Предмет, содержание и задачи курса. Статика. Кинематика. Тема 2. Механика жидкости. Гидростатика. Тема 3. Гидродинамика. Тема 4. Динамика материальной точки. Тема 5. Динамика твердого тела. Тема 6. Сопромат. Предмет, содержание и задачи курса. Растяжение и сжатие. Теории прочности. Тема 7. Кручение. Изгиб. Продольный изгиб. Прочность при переменных нагрузках. Тема 8. Теория механизмов и машин. Предмет, содержание и задачи курса. Основные виды механизмов Лабораторные работы по темам 3, 6-9 Тестирование по темам Тема 1. Теоретическая механика. Предмет, содержание и задачи курса. Статика. Кинематика. Тема 2. Механика жидкости. Гидростатика. Тема 3. Гидродинамика. Тема 4. Динамика материальной точки. Тема 5. Динамика твердого тела. Тема 6. Сопромат. Предмет, содержание и задачи курса. Растяжение и сжатие. Теории прочности. Тема 7. Кручение. Изгиб. Продольный изгиб. Прочность при переменных нагрузках. Тема 8. Теория механизмов и машин. Предмет, содержание и задачи курса. Основные виды механизмов Контрольная работа по темам  Тема 1. Теоретическая механика. Предмет, содержание и задачи курса. Статика. Кинематика. Тема 2. Механика жидкости. Гидростатика. Тема 3. Гидродинамика. Тема 4. Динамика материальной точки.</p>
---	--	--

		<p>Тема 5. Динамика твердого тела.</p> <p>Тема 6. Сопромат. Предмет, содержание и задачи курса. Растяжение и сжатие. Теории прочности.</p> <p>Тема 7. Кручение. Изгиб. Продольный изгиб. Прочность при переменных нагрузках.</p> <p>Тема 8. Теория механизмов и машин. Предмет, содержание и задачи курса. Основные виды механизмов.</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b> экзамен зачет с оценкой</p>
--	--	--

## 2. Критерии оценивания сформированности компетенций

Компетенция	Зачтено			Не зачтено
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
УК-1	Знает эффективные принципы поиска, критического анализа и синтеза информации, методики системного подхода для решения стандартных и нестандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании	Знает принципы поиска, критического анализа и синтеза информации, методики системного подхода для решения стандартных и нестандартных задач по заданному алгоритму, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании	Знает отдельные компоненты принципов поиска, критического анализа и синтеза информации, методики решения стандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании	Не знает отдельные компоненты принципов поиска, критического анализа и синтеза информации, методики решения стандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании
	Умеет комплексно осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации; применять системный подход для решения стандартных задач и нестандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании	Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации; применять системный подход для решения стандартных задач и нестандартных задач по заданному алгоритму, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании	Умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез отдельных компонентов информации; решать стандартные задачи, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании	Не умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез отдельных компонентов информации; решать стандартные задачи, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании

	<p>Владеет навыками эффективного поиска, критического анализа и синтеза информации; способностью применять системный подход для решения стандартных и нестандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>	<p>Владеет навыками поиска, критического анализа и синтеза информации; способностью применять системный подход для решения стандартных и нестандартных задач по заданному алгоритму, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>	<p>Владеет навыками поиска, критического анализа и синтеза информации; способностью решения стандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>	<p>Владеет навыками поиска, критического анализа и синтеза информации; способностью решения стандартных задач, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>
УК-2	<p>Знать требования к определению задач в рамках поставленной цели; базовые способы решения задач с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>Знать требования к определению задач в рамках поставленной цели; базовые способы решения задач с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>	<p>Знает основные требования к определению задач в рамках поставленной цели; базовые способы решения задач с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>	<p>Знает требования к определению задач в рамках поставленной цели; базовые способы решения задач по заданному алгоритму с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>
	<p>Уметь определять основные и специфические задачи в рамках поставленной цели, выбирать способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>Уметь определять основные и специфические задачи в рамках поставленной цели, выбирать способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>	<p>Умеет определять круг основные и специфические задачи в рамках поставленной цели, выбирать способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>	<p>Умеет определять основные задачи в рамках поставленной цели, выбирать способы их решения по заданному алгоритму, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>

	<p>Владеть навыками определения основных и специфических задач в рамках поставленной цели, выбора способов их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>Владеть навыками определения основных и специфических задач в рамках поставленной цели, выбора способов их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>	<p>Владеет навыками определения круга основных и специфических задач в рамках поставленной цели, выбора способов их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>	<p>Владеет навыками определения основных задач в рамках поставленной цели, выбора способов их решения по заданному алгоритму, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, предусмотренными программой дисциплины «Техническая механика», реализуемых в технологическом образовании</p>
--	--	--	--	---

4 семестр:

Текущий контроль:

Устный опрос

Лабораторные работы

Тестирование

Контрольная работы

Выполнение каждого оценочного средства оценивается по шкале: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Общая оценка за текущий контроль представляет собой среднее значение между полученными оценками за все оценочные средства. Промежуточная аттестация – зачет с оценкой

Задания/вопросы к промежуточной аттестации подобраны так, чтобы была возможность проверки сформированности всех компетенций у каждого обучающегося. Задания/вопросы разделены по блокам. Каждый блок проверяет определенные компетенции. В каждом билете содержится по одному заданию/вопросу из каждого блока. Таким образом, каждый билет содержит в себе задания/вопросы, направленные на проверку всех компетенций.

Устный ответ

Выполнение каждого задания за промежуточную аттестацию оценивается по шкале: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Общая оценка за промежуточную аттестацию представляет собой среднее значение между полученными оценками за все оценочные средства промежуточной аттестации.

В случае невозможности установления среднего значения оценки за промежуточную аттестацию (например, «хорошо» или «отлично»), итоговая оценка выставляется экзаменатором, исходя из принципа справедливости и беспристрастности на основании общего впечатления о качестве и добросовестности освоения обучающимся дисциплины (модуля).

Виды оценок:

**Для зачет с оценкой:**

Отлично.

Хорошо.

Удовлетворительно.

Неудовлетворительно.

5 семестр:

Текущий контроль:

Устный опрос

Лабораторные работы

Тестирование

Контрольная работа

Выполнение каждого оценочного средства оценивается по шкале: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Общая оценка за текущий контроль представляет собой среднее значение между полученными оценками за все оценочные средства.

Промежуточная аттестация – экзамен

Задания/вопросы к промежуточной аттестации подобраны так, чтобы была возможность проверки сформированности всех компетенций у каждого обучающегося. Задания/вопросы разделены по блокам. Каждый блок проверяет определенные компетенции. В каждом билете содержится по одному заданию/вопросу из каждого блока. Таким образом, каждый билет содержит в себе задания/вопросы, направленные на проверку всех компетенций.

Устный ответ

Выполнение каждого задания за промежуточную аттестацию оценивается по шкале: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Общая оценка за промежуточную аттестацию представляет собой среднее значение между полученными оценками за все оценочные средства промежуточной аттестации.

В случае невозможности установления среднего значения оценки за промежуточную аттестацию (например, «хорошо» или «отлично»), итоговая оценка выставляется экзаменатором, исходя из принципа справедливости и беспристрастности на основании общего впечатления о качестве и добросовестности освоения обучающимся дисциплины (модуля).

Виды оценок:

**Для экзамена:**

Отлично.

Хорошо.

Удовлетворительно.

Неудовлетворительно.

#### **4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания**

##### **4.1.1. Устный опрос по теме(ам) 1-9**

###### **4.1.1.1. Порядок проведения.**

Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.

###### **4.1.1.2. Критерии оценивания**

**Оценка «отлично» ставится, если обучающийся** в ответе качественно раскрыл содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала, превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

**Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся** раскрыл основные вопросы темы. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала, хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

**Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся** частично раскрыл тему. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме, удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

**Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся** тему не раскрыл. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Отсутствует способность формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

###### **4.1.1.3. Содержание оценочного средства**

1. Дать определение деформациям (линейные, угловые, упругие и остаточные).
2. Записать закон Гука для деформации растяжения (сжатия) и пояснить значения входящих в него величин.
3. Дать определение коэффициенту запаса прочности.
4. Дать определение продольной и поперечной деформациям.
5. Какое сопротивление называется сложным?
6. Поясните назначение теорий прочности.
7. Какая деформация называется деформацией чистого сдвига?
8. Записать закон Гука при сдвиге. Пояснить значения входящих в него величин.
9. Дать определение деформации кручения.
10. Какие Вы знаете виды расчётов на прочность и жёсткость валов круглого сечения.
11. Поясните, что понимают под деформацией изгиба.
12. Опишите общий метод определения деформаций и напряжений при сложном сопротивлении. Опишите классификацию элементов механизма (звенья, кинематические пары).
13. Дайте структурный анализ плоского механизма.
14. Опишите методы кинематического исследования механизмов.

15. Запишите теорему о возможности существования кривошипа в плоском четырёхзвенном шарнирном механизме.
  16. Назовите основные типы плоских и простейших пространственных кулачковых механизмов.
  17. Опишите особенности устройства и принципа работы универсального шарнира.
  18. Запишите основное уравнение движения машины и дайте его анализ.
  19. Опишите трение в кинематических парах, виды и законы.
  20. Поясните, что означает статическое и динамическое балансирование вращающихся масс. Дайте понятие об уравновешивании машин на фундаменте.
- Ответы на контрольные вопросы к лекционному материалу.
1. Дать определение связи и реакции связи.
  2. Привести примеры связей.
  3. Показать на рисунке схему сложения сходящихся сил.
  4. Дать определение паре сил и моменту пары сил.
  5. Показать на рис. сложение двух параллельных сил.
  6. Запишите уравнение прямолинейного движения точки и поясните значения входящих в него величин.
  7. Запишите уравнение для криволинейного движения точки.
  8. Запишите уравнение вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси.
  9. Запишите основные законы динамики.
  10. Запишите теорему о моменте количества движения материальной точки.
  11. Запишите основное уравнение гидростатики в математической форме и поясните значения входящих в него величин.
  12. Дать определение геометрической и пьезометрической высотам.
  13. Каким образом на практике находятся избыточное, вакуумметрическое, атмосферное и абсолютное давления?
  14. Запишите уравнение Бернулли для идеальной жидкости и поясните значения входящих в него слагаемых.
  15. Запишите уравнение Бернулли для реальной жидкости и поясните значения входящих в него слагаемых.
  16. Запишите формулу Дарси для нахождения потерь напора по длине трубы и поясните значения входящих в него величин.
  17. Запишите формулу Вейсбаха для нахождения местных потерь напора и поясните значения входящих в неё величин. Каким образом они находятся на практике?
  18. Что такое гидроудар? Назовите фазы гидроудара.
  19. Каким образом можно уменьшить ударное давление?
  20. Опишите принцип работы насоса-гидротарана.

#### 4.1.2. Лабораторные работы по теме(ам) 3, 6-9

##### 4.1.2.1. Порядок проведения.

В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.

##### 4.1.2.2. Критерии оценивания

**Оценка «отлично» ставится, если обучающийся** оборудование и методы использовал правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.

**Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся** оборудование и методы использовал в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.

**Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся** оборудование и методы частично использовал правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.

**Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся** оборудование и методы использовал неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.

##### 4.1.2.3. Содержание оценочного средства

Лабораторные работы по предмету.

1. Измерение давления и расхода, определение режима течения жидкости.
2. Построение напорной и пьезометрической линий трубопровода.
3. Определение коэффициентов местных гидравлических сопротивлений.
4. Определение коэффициента гидравлического трения.

Лабораторные работы по сопромату.

1. Исследование деформации растяжения.
2. Исследование деформации сжатия.
3. Исследование деформации сдвига.
4. Исследование деформации кручения.

5. Исследование деформации изгиба.
  6. Исследование пластмасс на растяжение, сжатие и статический изгиб.
- Лабораторные работы по теории механизмов и машин.
1. Структурный анализ и классификация механизмов.
  2. Кинематическое исследование плоских механизмов методом планов или методом диаграмм.
  3. Синтез кулачковых механизмов.
  4. Силовой анализ механизмов.
  5. Статическое уравновешивание вращающихся масс.

#### 4.1.3. Тестирование по теме(ам) 1-9

##### 4.1.3.1. Порядок проведения.

Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.

##### 4.1.3.2. Критерии оценивания

**Оценка «отлично» ставится, если обучающийся набрал 86% правильных ответов и более.**

**Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся набрал от 71% до 85 % правильных ответов.**

**Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся набрал от 56% до 70% правильных ответов.**

**Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся набрал 55% правильных ответов и менее.**

##### 4.1.3.3. Содержание оценочного средства

- 1.1. Найдите уравновешивающую системы из двух сил  $F_1=3H$  и  $F_2=4H$ , линии действия которых пересекаются под прямым углом.
- 1.2. Можно ли одну и ту же силу  $R=8H$  разложить сначала на две по  $4H$ , а затем по  $20H$  ?
  1. Можно, если заданы направления разложения.
  2. Нельзя.
  3. Можно, если не заданы направления разложения.
- 1.3. Момент силы относительно центра это:
  1. скалярная величина
  2. вектор, лежащий в плоскости, содержащей силу и центр
  3. вектор, перпендикулярный плоскости, содержащей силу и центр
- 1.4. Определите модуль момента относительно оси  $OX$  силы  $F = 2i + 3j + 5k$ , если точка  $A$  приложения силы имеет координаты  $X_A=1m, Y_A=2m, Z_A=1m$ .
- 1.5. Что называется плечом пары сил?
  1. Расстояние между точками приложения сил пары.
  2. Кратчайшее расстояние между линиями действия сил.
  3. Расстояние между концами векторов сил.
- 1.6. Пространственную произвольную систему сил можно заменить....
  1. одной силой;
  2. парой сил;
  3. одной силой и парой сил.
- 1.7. Зависят ли главный вектор и главный момент системы сил от выбора центра приведения этих сил?
  1. Главный вектор не зависит, а главный момент зависит
  2. Оба - главный вектор и главный момент - зависят
  3. Главный вектор зависит, а главный момент нет
- 1.8. Что называется главным вектором системы сил?
  1. Сила, которая одна заменяет действие всей системы сил.
  2. Сила, которая равна геометрической сумме всех сил системы.
  3. Момент, который равен геометрической сумме моментов всех сил системы
- 1.9. В каком движении ускорение точки всё время равно нулю?
  1. в равномерном движении по окружности
  2. в прямолинейном равномерном
  3. в прямолинейном равнопеременном
- 1.10. При каком движении тела все его точки описывают одинаковые траектории и имеют в каждый момент времени одинаковые по модулю и направлению скорости и ускорения?
  1. при вращательном движении
  2. при поступательном движении
  3. при плоском движении
- 1.11. Распределите, какому движению в сложном движении точки соответствует определение
  1. абсолютное движение точки
  2. относительное движение точки
  3. переносное движение точки

А. движение точки относительно подвижной системы отсчёта

Б. движение подвижной системы отсчёта относительно неподвижной

В. движение точки относительно неподвижной системы отсчёта

1.12. При каком движении тела все его точки описывают одинаковые траектории и имеют в каждый момент времени одинаковые по модулю и направлению скорости и ускорения?

1. при вращательном движении

2. при поступательном движении

3. при плоском движении

1. Свойство твердых тел сохранять остаточную деформацию называется? 1) жесткостью 2) прочностью 3) выносливостью 4) пластичностью

2. Изменение размеров или формы реального тела, подверженного действию внешних сил, называется? 1) пластичностью 2) упругостью 3) перемещением 4) деформацией

3. Изменение положения в пространстве одного тела (или частицы тела) относительно другого тела в различные фиксированные моменты времени называется? 1) деформацией 2) устойчивостью 3) перемещением 4) упругостью

4. Если не учитывается конкретная структура материала (зернистая, кристаллическая и др.), и считается, что материал непрерывно заполняет весь объем элемента конструкции, то материал обладает свойством? 1) однородности 2) изотропности 3) анизотропности 4) сплошности

5. Материал, у которого механические свойства во всех направлениях одинаковы, называется? 1) изотропным 2) анизотропным 3) однородным 4) Линейно-упругим

6. Внешние силы, действующие на элемент конструкции, подразделяют на? 1) сосредоточенные, распределенные и объемные силы 2) внешние и внутренние силы 3) внутренние силы и напряжения 4) внутренние силовые факторы

7. Метод, позволяющий определить внутренние усилия в сечении стержня, называется? 1) методом начальных параметров 2) методом сил 3) методом независимости действия сил 4) методом сечений

8. Отношение абсолютного удлинения (укорочения)

стержня к первоначальной длине

называется? 1) изменением формы стержня 2) деформацией стержня 3) относительным изменением объема 4) средней относительной линейной деформацией

9. Основными видами испытаний материалов являются? 1) испытания на твердость и ударную вязкость 2)

испытания на растяжение и сжатие 3) испытания на ползучесть и длительную прочность 4) испытания на кручение

10. Упругостью называется свойство материала? 1) восстанавливать свою форму и размеры после снятия нагрузки

2) сопротивляться разрушению 3) сохранять некоторую часть деформации после снятия нагрузки 4)

сопротивляться проникновению в него другого более твердого тел

#### 4.1.4. Контрольная работа по теме(ам) 1-9

##### 4.1.4.1. Порядок проведения.

Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.

##### 4.1.4.2. Критерии оценивания

**Оценка «отлично» ставится, если обучающийся** правильно выполнил все задания. Проявлен высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся** правильно выполнил большую часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Проявлен хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся** задания выполнил более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Проявлен удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся** задания выполнил менее чем наполовину. Проявлен неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

##### 4.1.4.3. Содержание оценочного средства

###### 4 семестр

###### *Формулировки заданий*

Расчетно-графическая работа содержит четыре задачи, составленные по многовариантной системе, и вопросы, на которые необходимо ответить в письменной форме. Выбор номера варианта задания производится по последним трем цифрам зачетной книжки-АБВ. Например, номеру зачетной книжки 963415 соответствует номер варианта 415(А=4,Б=1,В=5) см. таблицы, приведенные к каждой задаче расчетно-графической работы. Эти таблицы составлены следующим образом: первая (безразмерная) вертикальная графа содержит номер строки, в остальных вертикальных графах указаны данные, необходимые для решения задачи.

Расчетно-графическая работа, выполненная не в соответствии с этими указаниями, не зачитывается и возвращается студенту.

При выполнении расчетно-графической работы необходимо соблюдать следующие требования:

1. Расчетно-графическая работа выполняется на машинописных листах формата А4.

На титульном листе необходимо указать название вуза и факультета, фамилию, имя, отчество, номер группы, курс, наименование предмета. Решение каждой задачи рекомендуется начинать с новой страницы.

2. Решение задачи должно сопровождаться краткими пояснениями; в случае необходимости пояснение иллюстрируется чертежами, либо эскизами. Рекомендуется задачу решать в общем виде, а затем, подставляя численные значения величин, вычислить результат. Решение задач и оформление чертежей может быть выполнено и на ЭВМ

Вычисленные результаты необходимо округлить в соответствии с существующими правилами вычислений.

3. Задание выполняется согласно учебному плану и должно быть сдано на проверку до начала экзаменационной сессии.

4. Не зачтенная работа возвращается студенту для полной или частичной переработки. Повторная работа рецензируется только в том случае, если к ней приложена ранее не зачтенная работа.

### Задание 1.

#### Расчет бруса переменного поперечного сечения

Дан ступенчатый брус (рис.1, табл.1). ( $E = 2 \cdot 10^5$  МПа,  $G_T = 240$  МПа коэффициент линейного расширения  $\alpha = 1,25 \cdot 10^{-7}$  1/град,  $F = 10$  см<sup>2</sup>. Удельный вес  $\gamma = 7,8$  кг/дм<sup>3</sup>).

Необходимо определить:

1. Продольные усилия по его длине и построить эпюру продольных усилий.
2. Определить нормальные напряжения в поперечных сечениях и построить эпюру нормальных напряжений.
3. Определить запас прочности для опасного сечения.
4. Определить полное перемещение свободного конца бруса и построить эпюру перемещений.

Таблица 1.

№ строк и	№ схемы	ГРАФЫ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		$P_1$	$P_2$	$P_3$	$K_1$	$K_2$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$	$l_6$	$\alpha$
		кН	кН	кН			м	м	м	м	м	м	град
1	1	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>60</b>	1,2	2,0	0,2	0,4	0,3	0,1	0,6	1,0	<b>75</b>
2	2	25	15	50	1,3	1,9	0,3	0,5	0,2	0,4	0,5	0,8	35
3	3	30	20	40	1,4	1,8	0,6	0,5	0,3	0,2	0,4	0,9	50
4	<b>4</b>	35	25	20	1,5	1,7	0,8	0,3	0,1	0,6	0,4	0,7	55
5	5	40	30	10	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>0,2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,1</b>	40
6	6	45	35	40	1,7	1,5	0,5	0,7	0,3	0,4	0,1	0,2	60
7	7	50	40	30	1,8	1,4	0,4	0,8	0,5	0,3	0,2	0,4	45
8	8	55	45	25	1,9	1,3	0,1	0,3	0,4	0,6	0,5	0,9	30
9	9	60	50	20	2,0	1,2	0,9	0,1	0,4	0,5	0,6	0,3	25
10	10	65	55	15	2,1	1,1	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	15
	<b>А</b>	<b>Б</b>			<b>В</b>			<b>В</b>					<b>Б</b>

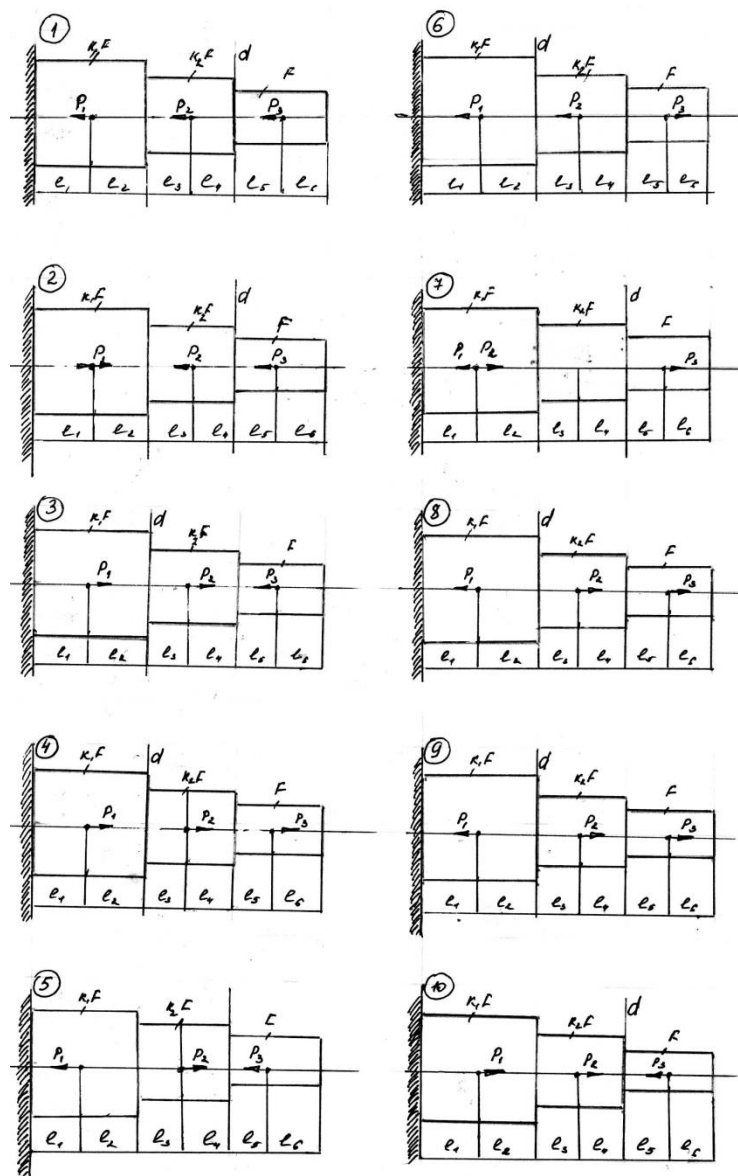


Рис.1

### Методические рекомендации

К решению задачи № 1 можно приступить после изучения тем «Основные понятия и определения», «Растяжение и сжатие».

При расчете ступенчатого бруса его надо разбить по длине на отдельные участки. Границами участков являются сечения с разной жесткостью  $EF$ .

При определении осевой силы в сечении надо воспользоваться методом сечения, на основании которого осевая сила в сечении равна алгебраической сумме внешних сил. При этом силы, растягивающие брус, берут со знаком «плюс», а сжимающие — со знаком «минус».

Полученные значения осевых усилий и напряжений для наглядности изображают в выбранном масштабе, на диаграммах, называемых эпюрами.

При определении направлений векторов нормальных и касательных напряжений на наклонных площадках надо пользоваться следующим правилом:

$+\sigma_\alpha$  - если вектор нормального напряжения растяжения направлен от площадки, а обратное направление  $\sigma_\alpha$

будет считаться отрицательным;

$+\tau_\alpha$  - если вектор касательного напряжения направлен так, что внешняя нормаль  $n$  для совмещения с ним должна

быть повернута по ходу часовой стрелки; обратное напряжение  $\tau_\alpha$  будем считать отрицательным.

Для определения продольной деформации стержня примените принцип независимости действия сил, то есть определите перемещение от каждой внешней силы в отдельности, а суммарное перемещение будет равно их алгебраической сумме.

При определении реакции опор необходимо второй конец бруса закрепить и составить уравнение статики. Полученная система будет один раз статически неопределимой. Далее необходимо отбросить одну из заделок и заменить ее действие на брус реактивной силой, составить уравнение перемещений для свободного конца бруса. Получим статически определимый брус, эквивалентный статически неопределимому. Следовательно, деформации их между собой будут равны, а перемещение сечения свободного конца равно нулю.

### Пример 1.

Для ступенчатого бруса ( $E=2 \cdot 10^5$  МПа;  $\sigma_m=240$  МПа,  $F=10$  см<sup>3</sup>, удельный вес  $\gamma=7,8$  кг/дм<sup>3</sup>).

Необходимо определить:

1. Продольные усилия по его длине и построить эпюру продольных усилий;
2. Определить нормальное напряжение в поперечных сечениях и построить эпюру нормальных напряжений; если  $F=2$  см<sup>2</sup>;
3. Определить запас прочности для опасного сечения;
4. Определить полное перемещение свободного конца бруса и построить эпюру перемещений;

$P_1$	$P_2$	$P_3$	$K_1$	$K_2$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$	$l_6$
кН	кН	кН			М	М	М	М	М	М
35	25	20	1,5	1,7	0,8	0,3	0,1	0,6	0,4	0,7

Решение:

Для решения задачи используем метод сечений, т.е. разобьём стержень на участки 1, 2, 3, 4, 5 и 6 и построим эпюры  $N$ ,  $\sigma$  и  $\Delta l$ .

Сначала найдём продольные усилия

1 участок: На участок силы не действуют, внутренних усилий нет.

2 и 3 участки:  $N_2 = N_3 = -P_3 = -20$  кН

4 и 5 участки:  $N_4 = N_5 = -P_3 - P_2 = -20 - 25 = -45$  кН

6 участок:  $N_6 = -P_3 - P_2 + P_1 = -20 - 25 + 35 = -10$  кН

Откладывая в масштабе эти силы по участкам, строим эпюру продольных усилий

Найдём напряжения по участкам

$$1 \text{ участок } \sigma_1 = \frac{N_1}{F} = \frac{0 \text{ Н}}{2 \cdot 10^{-4} \text{ М}^2} = 0 \text{ Па}$$

$$2 \text{ участок } \sigma_2 = \frac{N_2}{F} = \frac{-20 \cdot 10^3 \text{ Н}}{2 \cdot 10^{-4} \text{ М}^2} = -10 \cdot 10^7 \text{ Па} = -100 \text{ МПа}$$

$$3 \text{ участок } \sigma_3 = \frac{N_3}{1,5F} = \frac{-20 \cdot 10^3 \text{ Н}}{1,5 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ М}^2} = -6,7 \cdot 10^7 \text{ Па} = -67 \text{ МПа}$$

$$4 \text{ участок } \sigma_4 = \frac{N_4}{1,5F} = \frac{-45 \cdot 10^3 \text{ Н}}{1,5 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ М}^2} = -15 \cdot 10^7 \text{ Па} = -150 \text{ МПа}$$

$$5 \text{ участок } \sigma_5 = \frac{N_5}{1,7F} = \frac{-45 \cdot 10^3 \text{ Н}}{1,7 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ М}^2} = -13,2 \cdot 10^7 \text{ Па} = -132 \text{ МПа}$$

$$6 \text{ участок } \sigma_6 = \frac{N_6}{1,7F} = \frac{-10 \cdot 10^3 \text{ Н}}{1,7 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ М}^2} = -2,9 \cdot 10^7 \text{ Па} = -29 \text{ МПа}$$

По полученным значениям построим эпюру напряжений.

Эпюру перемещений начнём строить от закреплённого конца, т.е. первоначально найдём перемещение сечения, помеченного точкой Е, а затем остальных сечений в точках Д, Г, В, Б и А.

$$\Delta l_E = \frac{N_6 l_1}{1,7EF} = \frac{-10 * 10^3 * 0,8}{1,7 * 2 * 10^{11} * 2 * 10^{-4}} = -1,18 * 10^{-4} M$$

$$\Delta l_D = \frac{N_5 l_2}{1,7EF} = \frac{-45 * 10^3 * 0,3}{1,7 * 2 * 10^{11} * 2 * 10^{-4}} = -1,99 * 10^{-4} M$$

$$\Delta l_\Gamma = \frac{N_4 l_3}{1,5EF} = \frac{-45 * 10^3 * 0,1}{1,5 * 2 * 10^{11} * 2 * 10^{-4}} = -0,75 * 10^{-4} M$$

$$\Delta l_B = \frac{N_3 l_4}{1,5EF} = \frac{-20 * 10^3 * 0,6}{1,5 * 2 * 10^{11} * 2 * 10^{-4}} = -2 * 10^{-4} M$$

$$\Delta l_B = \frac{N_2 l_5}{EF} = \frac{-20 * 10^3 * 0,4}{2 * 10^{11} * 2 * 10^{-4}} = -2 * 10^{-4} M$$

$$\Delta l_A = \frac{N_1 l_6}{EF} = \frac{0 * 0,7}{2 * 10^{11} * 2 * 10^{-4}} = 0 M$$

По полученным значениям строим эпюру перемещений

Определим полное перемещение свободного конца бруса

$$\begin{aligned} \Delta l &= \Delta l_A + \Delta l_B + \Delta l_B + \Delta l_\Gamma + \Delta l_D + \Delta l_E = 0 - 2 * 10^{-4} - 2 * 10^{-4} - 0,75 * 10^{-4} - 1,99 * 10^{-4} - 1,18 * 10^{-4} \\ &= 7,92 * 10^{-4} M \end{aligned}$$

Опасным участком является четвертый, поскольку по его сечениям действует наибольшее напряжение  $\sigma_4=150$  МПа  
Определим запас прочности

$$K = \frac{\sigma_m}{\sigma} = \frac{240 \text{ МПа}}{150 \text{ МПа}} = 1,6$$

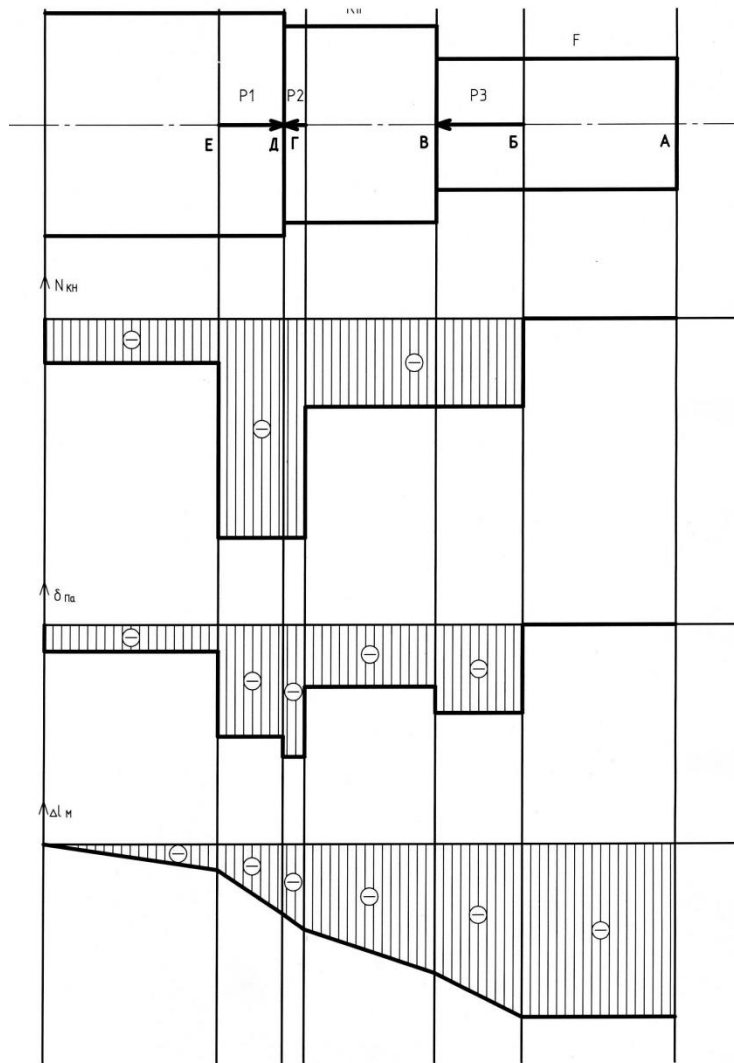


Рис.2

**Задание 2.  
Расчет вала на кручение**

Для заданного вала (рис. 3) требуется:

1. Построить в выбранном масштабе эпюру крутящих моментов.
2. Определить диаметры отдельных его участков (из условия прочности на кручение).
3. Построить эпюру углов закручивания, производя расчет глав от ведущего шкива.

Таблица 2

Номера строки	№ схемы	ГРАФЫ				
		1	2	3	4	5
		кВт	кВт	кВт	кВт	Об/мин
		N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	n
1	1	0,2	0,4	0,3	0,1	100
2	2	0,1	0,5	0,8	0,4	200
3	3	0,5	0,7	0,3	0,2	300
4	4	0,8	0,3	0,1	0,6	400
5	5	0,3	0,4	0,6	0,5	500
6	6	0,4	0,3	0,7	0,9	600
7	7	1,0	1,4	1,6	2,0	700
8	8	3,5	4,0	3,0	1,0	800
9	9	0,9	2,0	1,5	4,0	900

10	10	5,0	6,5	4,0	2,0	1000
	В	Б		А		В

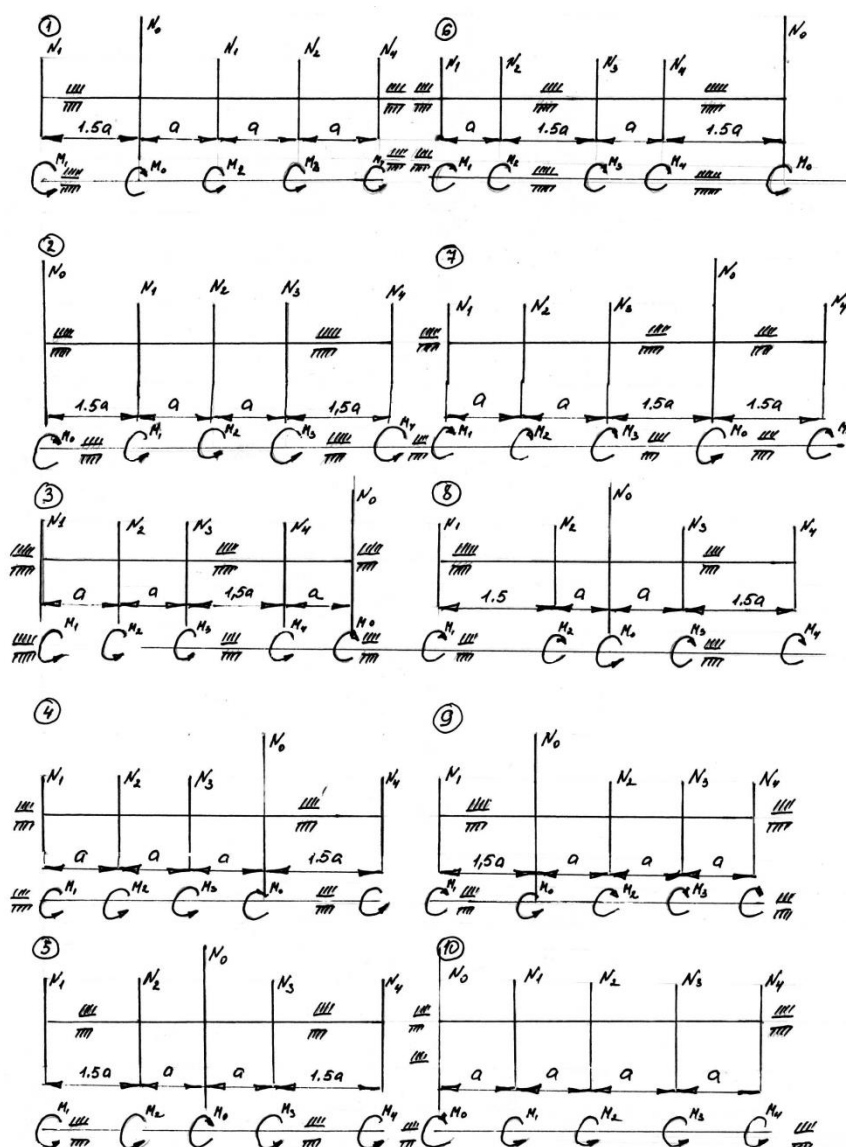


Рис.3

### Методические рекомендации

К решению задачи следует приступить после изучения тем «Сдвиг» «Кручение».

При решении задачи необходимо придерживаться следующей последовательности:

1. Определить, пренебрегая трением в подшипниках, мощность на шкиве  $N_0$ .
2. Найти скручивающие моменты, передаваемые каждым шкивом.
3. Построить эпюру крутящих моментов.
4. Определить диаметры вала на отдельных его участках, округляя полученные величины до стандартных размеров в большую сторону ( $b=30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200$  мм).
5. Определить величину углов закручивания отдельных участков вала и построить эпюру углов закручивания для всего вала.

### Пример 2.

1. Построить в выбранном масштабе эпюру крутящих моментов.
2. Определить диаметры отдельных участков (из условия прочности на кручение при  $[\tau]=100$  МПа).

$N_1$	$N_2$	$N_3$	$N_4$	$n$
-------	-------	-------	-------	-----

кВт	кВт	кВт	кВт	Об/мин
0,8	0,3	0,1	0,6	400

Решение:

Определим мощность на ведущем шкиве

$$N_0 = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 0,8 + 0,3 + 0,1 + 0,6 = 1,8 \text{ кВт}$$

Найдём крутящие моменты, передаваемые каждым шкивом

$$M_1 = 9740 \frac{N_1}{n} = 9740 * \frac{800 \text{ Вт}}{400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}} = 19480 \text{ Нм}$$

$$M_2 = 9740 \frac{N_2}{n} = 9740 * \frac{300 \text{ Вт}}{400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}} = 7305 \text{ Нм}$$

$$M_3 = 9740 \frac{N_3}{n} = 9740 * \frac{100 \text{ Вт}}{400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}} = 2435 \text{ Нм}$$

$$M_4 = 9740 \frac{N_4}{n} = 9740 * \frac{600 \text{ Вт}}{400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}} = 14610 \text{ Нм}$$

$$M_0 = 9740 \frac{N_0}{n} = 9740 * \frac{1800 \text{ Вт}}{400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}} = 43830 \text{ Нм}$$

По полученным данным строим эпюру крутящих моментов. Разбиваем вал на участки, границами которых являются места приложения сосредоточенных моментов.

Участок 1:

$$M^1_{кр} = M_4 = 14610 \text{ Нм}$$

Участок 2:

$$M^2_{кр} = M_0 - M_4 = 43830 - 14610 = 29220 \text{ Нм}$$

Участок 3:

$$M^3_{кр} = M_0 - M_4 - M_3 = 43830 - 14610 - 2435 = 26785 \text{ Нм}$$

Участок 4:

$$M^4_{кр} = M_0 - M_4 - M_3 - M_2 = 43830 - 14610 - 2435 - 7305 = 19480 \text{ Нм}$$

Полученные значения откладываем по участкам.

Определим диаметры вала на отдельных его участках по формуле

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{0,2[\tau]}}$$

Участок 1:

$$d^1 = \sqrt[3]{\frac{14,610 * 10^3}{0,2 * 100 * 10^6}} = 0,09006 \text{ м} = 90,006 \text{ мм}$$

Округляем полученную величину до стандартного размера.

Принимаем  $d^1 = 100$  мм.

Участок 2:

$$d^2 = \sqrt[3]{\frac{29,220 * 10^3}{0,2 * 100 * 10^6}} = 0,1134 \text{ м} = 113,4 \text{ мм}$$

Округляем полученную величину до стандартного размера.

Принимаем  $d^2 = 125$  мм.

Участок 3:

$$d^3 = \sqrt[3]{\frac{26,785 * 10^3}{0,2 * 100 * 10^6}} = 0,1102 \text{ м} = 110,2 \text{ мм}$$

Округляем полученную величину до стандартного размера.

Принимаем  $d^3 = 125$  мм.

Участок 4:

$$d^4 = \sqrt[3]{\frac{19,480 * 10^3}{0,2 * 100 * 10^6}} = 0,0991 \text{ м} = 99,1 \text{ мм}$$

Округляем полученную величину до стандартного размера.

Принимаем  $d^4 = 100$  мм.

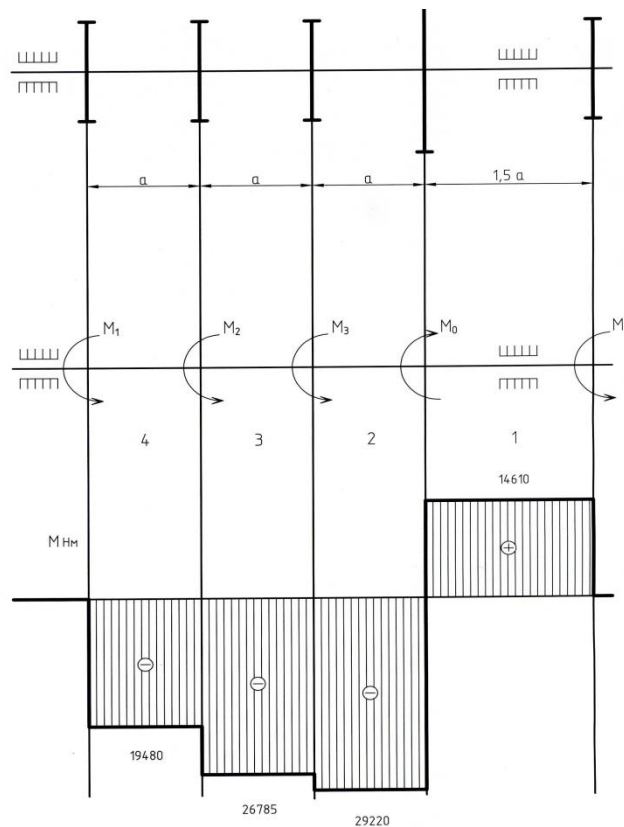


Рис. 4

### Задание 3. Расчет балки на изгиб

Для данной балки требуется:

1. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

2. Из расчета на прочность подобрать двутавровое, круглое и прямоугольное сечение (положив для прямоугольного

сечения отношение высоты к ширине (вш = 0,5) и сравнить  
 массу одного метра длины каждого профиля, если материал  
 балки — сталь 3,  $[G] = 160 \text{ МПа}$ ,  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

Таблица 3

Номер а строки	ГРАФЫ							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	№ схемы	$\frac{g}{\text{кН/м}}$	$\frac{\rho}{\text{кН}}$	$\frac{m}{\text{кН.м}}$	$\frac{l_1}{\text{м}}$	$\frac{l_2}{\text{м}}$	$\frac{l_3}{\text{м}}$	$\frac{l_4}{\text{м}}$
1	1	20	100	15	0,5	0,6	0,4	0,6
2	2	25	80	20	0,8	0,2	0,4	0,5
3	3	30	70	22	0,3	0,5	0,8	0,1
4	4	35	90	24	0,9	0,2	0,4	0,5
5	5	40	60	30	0,2	0,4	0,6	0,7
6	6	45	50	32	0,9	0,5	0,3	0,1
7	7	50	30	36	2,0	1,5	0,1	0,6
8	8	55	20	40	2,5	1,2	0,8	0,4
9	9	60	120	44	2,8	1,4	1,2	0,4
10	10	70	40	50	3,0	2,2	0,8	1,4
	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>А</b>	<b>Б</b>			

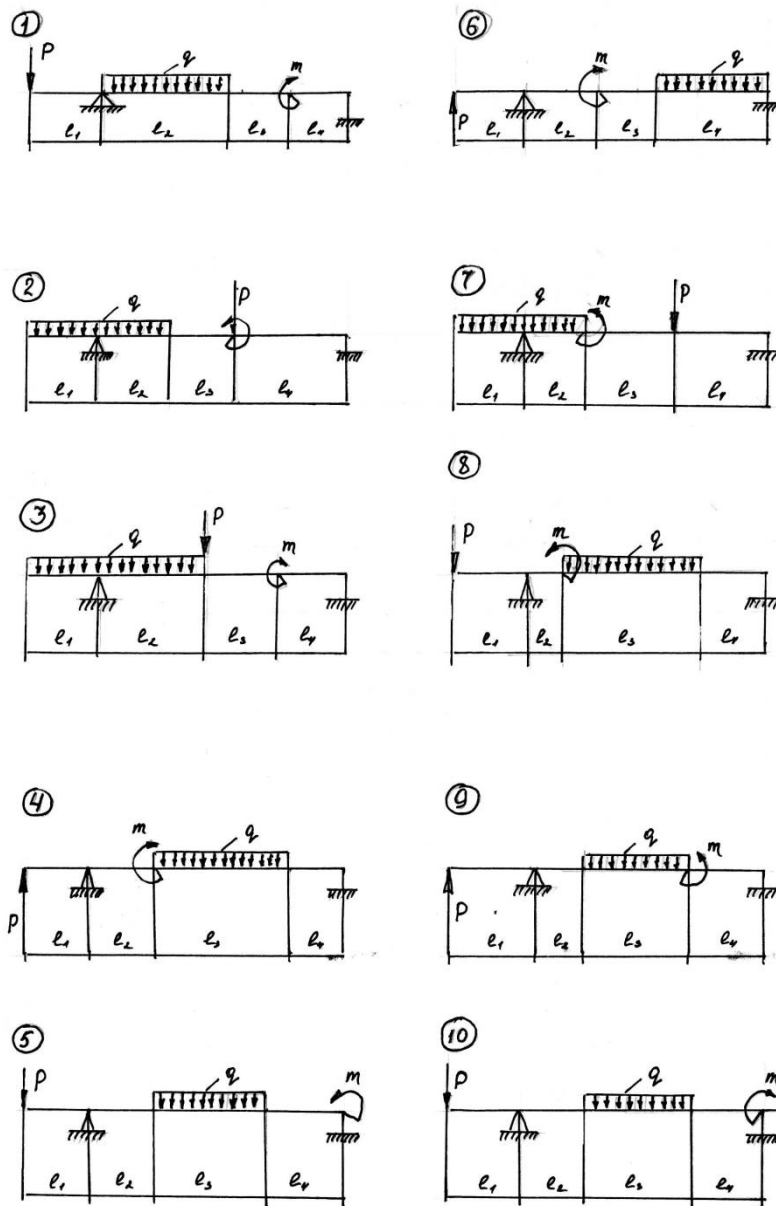


Рис. 5

### Методические рекомендации

К решению задачи следует приступить после изучения темы «Поперечный изгиб». Особое внимание необходимо обратить на построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Для усвоения этого вопроса следует самостоятельно решить несколько задач, разобрать пример 3 и только после этого приступить к решению контрольной задачи. Необходимо также изучить вопрос о напряжениях, возникающих при изгибе в поперечных сечениях балки.

Для подбора поперечного сечения балки необходимо воспользоваться формулой:

$$W \geq \frac{M_{max}}{[G]}$$

По полученному значению осевого момента сопротивления можно подобрать соответствующий стандартный профиль или, выразив момент сопротивления через геометрические размеры сечения, определить необходимую их величину.

### Пример 3.

Для заданной балки требуется:

1. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов;
2. Из расчёта на прочность подобрать двутавровое прямоугольное сечение (положив для прямоугольного сечения отношение высоты к ширине  $\frac{b}{h} = 0,5$ ). Материал балки - сталь 3.  
 $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$   $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

q	P	M	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>
кН/м	кН	кНм	м	м	м	м
35	90	24	0,9	0,2	0,4	0,5

Решение:

Найдём реакции опор балки:

$$\sum y = P + R_A - q \cdot l_3 + R_B = 0 \quad (1)$$

$$\sum m_A = -P \cdot l_1 - M - q \cdot l_3 \cdot \left( l_2 + \frac{l_3}{2} \right) + R_B \cdot (l_1 + l_2 + l_3) = 0 \quad (2)$$

Из (2):

$$R_B = \frac{P \cdot l_1 + M + q \cdot l_3 \cdot \left( l_2 + \frac{l_3}{2} \right)}{l_1 + l_2 + l_3}$$

$$R_B = \frac{90 \cdot 0,9 + 24 + 35 \cdot 0,4 \cdot \left( 0,2 + \frac{0,4}{2} \right)}{0,2 + 0,4 + 0,5} = \frac{110,6}{1,1} = 100,5 \text{ кН}$$

Из (1):

$$R_A = -P + q \cdot l_3 - R_B$$

$$R_A = -90 + 35 \cdot 0,4 - 100,5 = -176,5 \text{ кН}$$

Построим эпюру поперечных сил.

Участок 1: ( $0 < x_1 < 0,9$ )

$$Q_1 = P = 90 \text{ кН}$$

На первом участке поперечная сила постоянна по всей длине.

Участок 2: ( $0,9 < x_2 < 1,1$ )

$$Q_2 = P + R_A = 90 - 177 = -87 \text{ кН}$$

На втором участке поперечная сила постоянна по всей длине.

Участок 3: ( $1,1 < x_3 < 1,5$ )

$$Q_3 = P + R_A - q \cdot (x_3 - 1,1)$$

При  $x_3 = 1,1$  м

$$Q_3 = P + R_A - q \cdot (1,1 - 1,1) = -87 \text{ кН}$$

При  $x_3 = 1,5$  м

$$Q_3 = P + R_A - q \cdot (1,5 - 1,1) = 90 - 177 - 35 \cdot 0,4 = -101 \text{ кН}$$

Поперечная сила на третьем участке меняется по закону прямой.

Участок 4:  $(1,5 < x_4 < 2)$

$$Q_4 = P + R_A - q * l_3 = 90 - 177 + 35 * 0,4 = -101 \text{ КН}$$

На четвертом участке поперечная сила постоянна по всей длине.

Построим эпюру изгибающих моментов

Участок 1:  $(0 < x_1 < 0,9)$

Изгибающий момент  $M_1 = P * x_1$ .

При  $x_1 = 0$  м  $M_1 = 90 * 0 = 0$  КНм.

При  $x_1 = 0,9$  м  $M_1 = 90 * 0,9 = 81$  КНм.

На первом участке изгибающий момент меняется по линейному закону.

Участок 2:  $(0,9 < x_2 < 1,1)$

Изгибающий момент  $M_2 = Q_1 * x_2 + R_A * (x_2 - 0,9)$ .

При  $x_2 = 0,9$  м  $M_2 = 90 * 0,9 - 176,5 * (0,9 - 0,9) = 81$  КНм.

При  $x_2 = 1,1$  м  $M_2 = 90 * 1,1 - 176,5 * (1,1 - 0,9) = 63,7$  КНм

На втором участке изгибающий момент меняется по линейному закону.

Участок 3:  $(1,1 < x_3 < 1,5)$

Изгибающий момент

$$M_3 = Q_1 * x_3 + R_A * (x_3 - 0,9) + M - q * (x_3 - 1,1) * \frac{x_3 - 1,1}{2}$$

При  $x_3 = 1,1$  м

$$M_3 = 90 * 1,1 - 176,5 * (1,1 - 0,9) + 24 - 35 * (1,1 - 1,1) * \frac{1,1 - 1,1}{2} = 87,7 \text{ КНм}$$

При  $x_3 = 1,3$  м

$$M_3 = 90 * 1,3 - 176,5 * (1,3 - 0,9) + 24 - 35 * (1,3 - 1,1) * \frac{1,3 - 1,1}{2} = 117 - 70,6 + 24 - 0,7 = 69,7 \text{ КНм}$$

При  $x_3 = 1,5$  м

$$M_3 = 90 * 1,5 - 176,5 * (1,5 - 0,9) + 24 - 35 * (1,5 - 1,1) * \frac{1,5 - 1,1}{2} = 135 - 105,9 + 24 - 2,8 = 50,3 \text{ КНм}$$

На третьем участке изгибающий момент меняется по параболическому закону.

Участок 4:  $(1,5 < x_4 < 2)$

Изгибающий момент

$$M_4 = Q_1 * x_4 + R_A * (x_4 - 0,9) + M - q * (x_4 - 1,3) * 0,4$$

При  $x_4 = 1,5$  м

$$M_4 = 90 * 1,5 - 176,5 * (1,5 - 0,9) + 24 - 35 * (1,5 - 1,3) * 0,4 = 135 - 105,9 + 24 - 2,8 = 50,3 \text{ КНм}$$

При  $x_4 = 2$  м

$$M_4 = 90 * 2 - 176,5 * (2 - 0,9) + 24 - 35 * (2 - 1,3) * 0,4 = 180 - 194,15 + 24 - 9,8 = 0 \text{ КНм}$$

На втором участке изгибающий момент меняется по линейному закону.

Наибольший изгибающий момент  $M_{max} = 87,7$  КНм

Из условия прочности

$$W_{\text{треб}} \geq \frac{M_{max}}{[\sigma]} = \frac{87,7}{160 * 10^3} = 548 * 10^{-6} \text{ м}^3 = 548 \text{ см}^3$$

$$W = \frac{bh^2}{6}$$

$$\frac{h}{b} = 0,5$$

$$h = 0,5 * b$$

$$W = \frac{0,25b^3}{6}$$

$$b = \sqrt[3]{\frac{6W}{0,25}} = \sqrt[3]{\frac{6 * 548}{0,25}} = 23,6 \text{ см}$$

$$h = 0,5 * b = 0,5 * 23,6 = 11,8 \text{ см}$$

По ГОСТу 8239-72 значению  $W = 597 \text{ см}^3$  соответствует двутавр № 33.

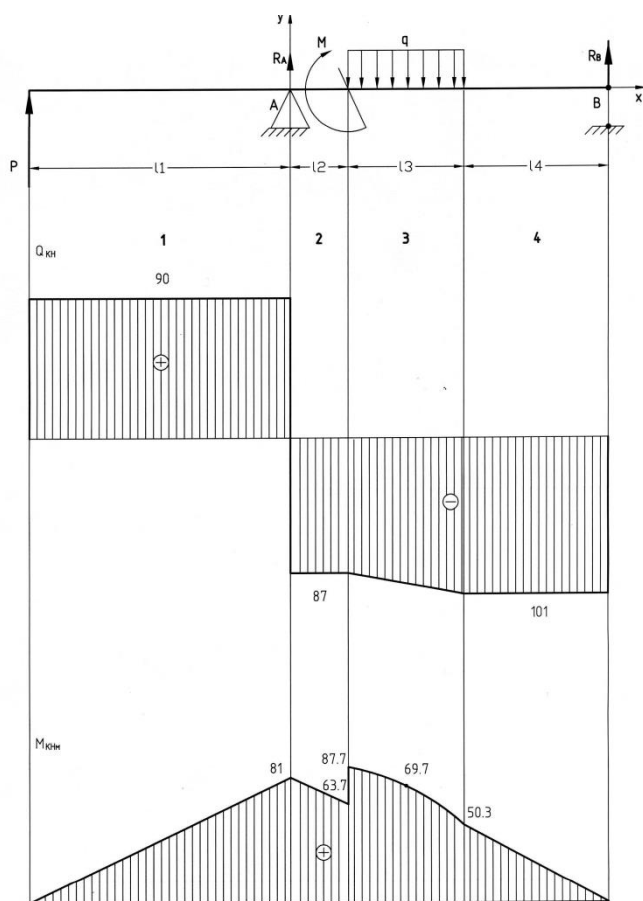


Рис.6

**Задание 4.  
Расчет стержня на устойчивость**

Для стойки (рис 7) определить допущенное значение сжимающей силы при заданной величине  $[n_y]$ . Материал стойки сталь СТЗ. Размеры поперечного сечения стойки:  $b=0,04$  м,  $h=0,06$  м,  $d=0,05$  м, остальные данные в таблице 4.

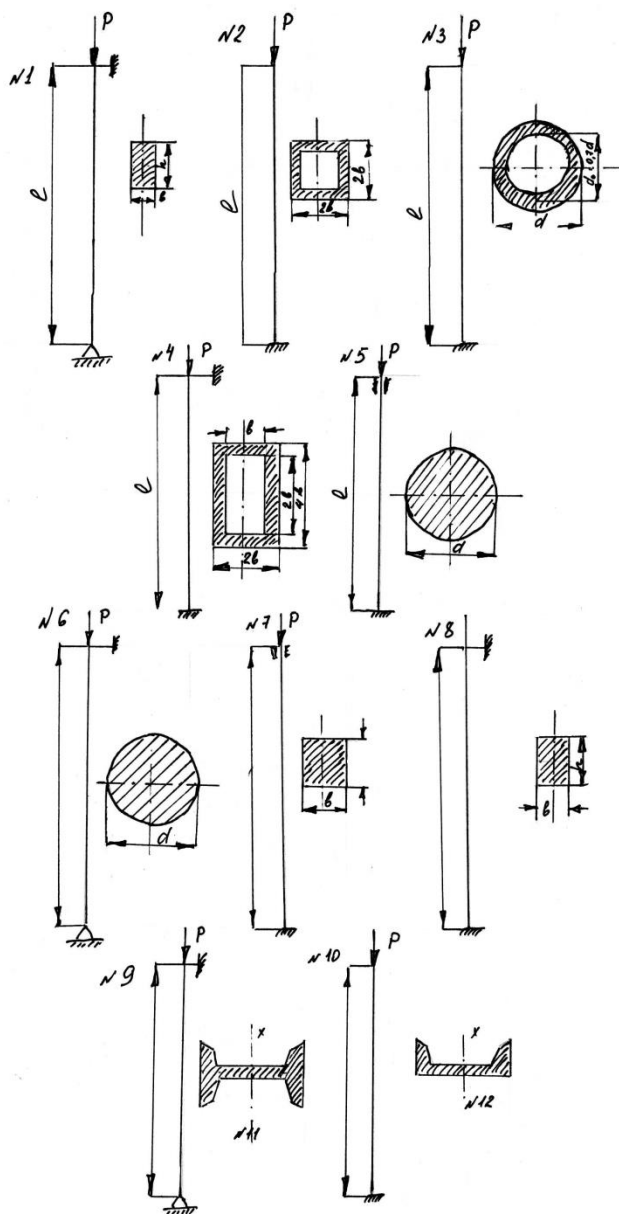


Рис. 7  
Таблица 4.

Алфавит	Графы		
	0	1	2
	№ схемы	$l_1, \text{м}$	$[n_0]$
1	1	2,0	2,5
2	2	2,5	3,0
3	3	3,0	2,2
4	4	1,5	2,8
5	5	4,0	2,6
6	6	3,5	3,2
7	7	4,2	2,3
8	8	3,4	3,2
9	9	2,8	2,0
10	10	4,5	2,1
	<b>В</b>	<b>Б</b>	<b>А</b>

### Методические рекомендации

К решению задачи следует приступить после изучения темы «Продольный изгиб и устойчивость».

Решение задачи необходимо начинать с определения главных центральных моментов инерции заданного сечения и соответствующих радиусов инерции. Для стандартных профилей при решении этой задачи нужно воспользоваться соответствующими таблицами. Полученные результаты позволят установить, в какой из главных плоскостей инерции произойдет потеря устойчивости при превышении снижающей силой критического значения. Затем необходимо определить гибкость стойки по формуле:

$$\lambda = \frac{M_{\text{кр}}}{N_{\text{кр}}}$$

Если гибкость стойки больше предельной (для стали Ст3  $\lambda_{\text{пред}} \approx 100$ ), то критическая сила определяется по формуле Эйлера. Если гибкость лежит в пределах  $40 \leq \lambda \leq 100$  следует воспользоваться эмпирической формулой Ясинского

$$\sigma_{\text{кр}} = a - \nu \lambda$$

где  $a$  и  $\nu$  – коэффициенты, зависящие от материала. Для стали Ст3 коэффициенты и могут быть приняты равными:  $a=304$  МПа,  $\nu=1,12$  МПа.

При гибкостях  $\lambda < 40$  стержни можно рассчитывать на прочность без учета опасности продольного изгиба, т. е. считать критическим напряжением предела текучести материала стойки.

Допустимая нагрузка на стойку определяется по формуле:

$$[N] = \frac{D_{\text{доп}}}{n_y}$$

#### Пример 4.

Для стойки (рис.8) определить допустимое значение сжимающей силы при заданной величине  $[n_y]$ .

Материал стойки сталь Ст3. Размеры поперечного сечения стойки  $b = 0,04$  м,  $h = 0,06$  м,  $l = 1,5$  м,  $n_y = 2,8$ .

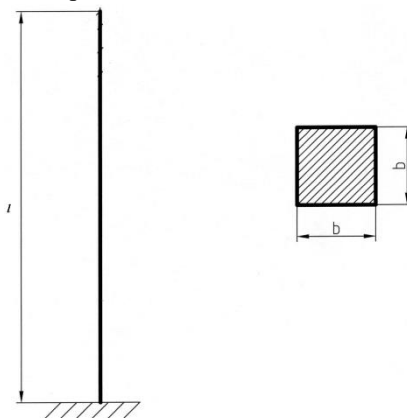


Рис.8

Решение:

Найдём необходимые для решения задачи данные:

$$F = b^2 = 4^2 = 16 \text{ см}^2$$

$$I_{\text{min}} = \frac{b^4}{12} = \frac{4^4}{12} = 21,3 \text{ см}^4$$

$$i_{\text{min}} = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{21,3}{16}} = 1,15 \text{ см}$$

Коэффициент приведения длины  $\mu = 0,5$

Найдём гибкость стойки:

$$\lambda = \frac{\mu l}{i_{\text{min}}} = \frac{0,5 * 150}{1,15} = 65$$

Т.к.  $40 \leq \lambda \leq 100$ , то воспользуемся эмпирической формулой Ясинского

$$\sigma_{\text{кр}} = a - \nu \lambda = 304 - 1,12 * 65 = 231,2 \text{ МПа}$$

Критическая нагрузка на стержень:

$$P_{\text{кр}} = \sigma_{\text{кр}} * F = 231,2 * 1600 = 370 \text{ кН}$$

$$[P] = \frac{P_{кр}}{[n_y]} = \frac{370}{2.8} = 132 \text{ кН}$$

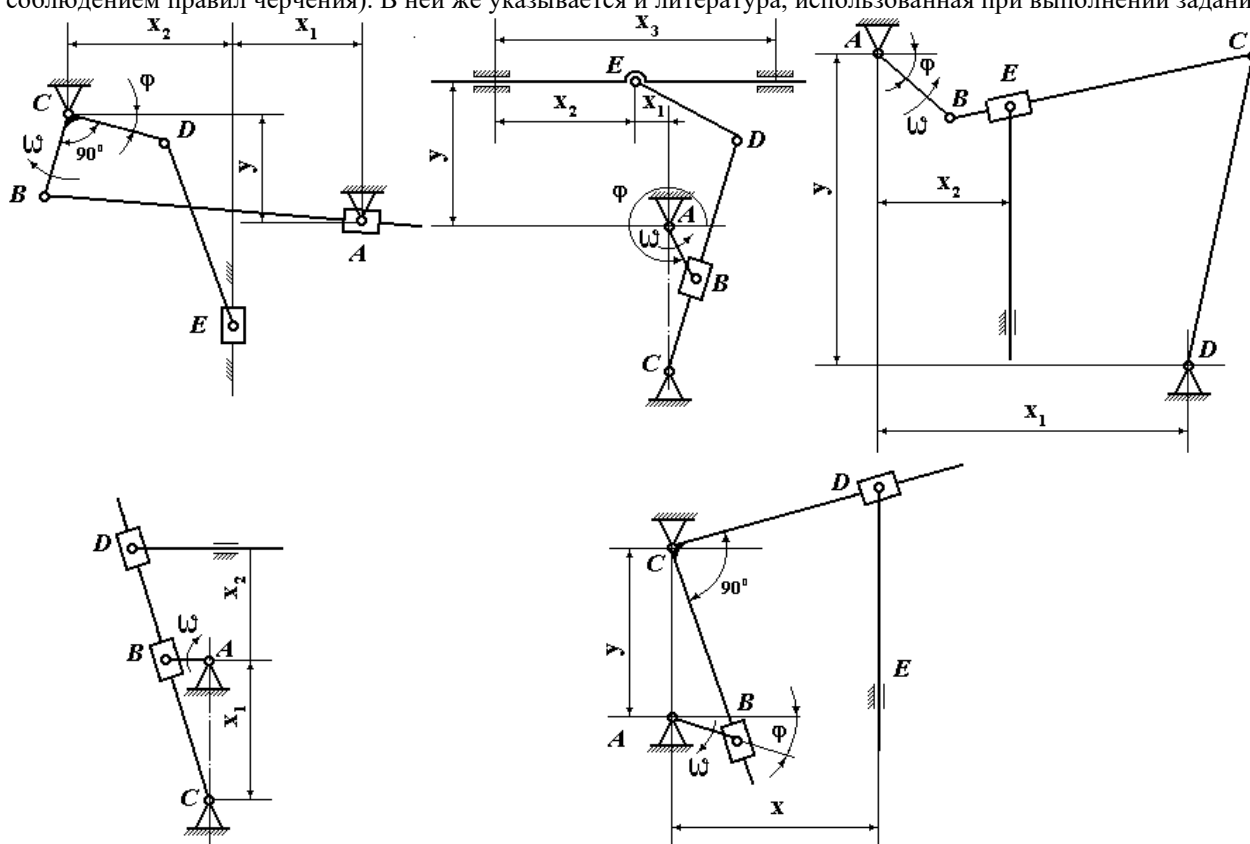
Ответ:  $[P] = 132 \text{ кН}$ .

#### 4 семестр

Для выбранного согласно варианту шестизвенного рычажного механизма необходимо: **1** – выполнить структурный анализ механизма; **2** – построить план положения механизма; **3** – определить значение линейных скоростей всех точек механизма, построив план скоростей; **4** – определить величину и направление угловых скоростей всех звеньев механизма при заданном положении ведущего звена АВ; **5** – определить значения ускорений всех точек механизма, построив план ускорений; **6** – определить величину и направление угловых ускорений всех звеньев механизма при заданном положении ведущего звена АВ; **7** – определить характер движения каждого звена механизма (ускоренное, замедленное).

Требования к оформлению работы.

Условия задачи, пояснения к решениям, необходимые расчеты и уравнения необходимо привести в пояснительной записке, выполненной на листах формата А4 (построения должны выполняться на одном листе карандашом с соблюдением правил черчения). В ней же указывается и литература, использованная при выполнении задания.



## 4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации

### 4.2.1. Зачет с оценкой

#### 4.2.1.1. Порядок проведения.

Промежуточная аттестация нацелена на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос(ы)/задание(я) и время на подготовку. Промежуточная аттестация проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

#### 4.2.1.2. Критерии оценивания.

**Оценка «отлично» ставится, если обучающийся** продемонстрировал всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

**Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся** продемонстрировал полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен

к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся** продемонстрировал знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся** продемонстрировал значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

#### **4.2.1.3. Содержание оценочного средства**

Семестр 4

1. Жидкость, её физические свойства (плотность, сжимаемость, вязкость и др.). Идеальная жидкость. Методы измерения плотности и вязкости жидкостей.
2. Гидравлическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Пьезометрическая и геометрическая высоты. Гидростатический напор. Единицы измерения давления. Приборы для измерения давления.
3. Применение закона Паскаля в технике (гидропрессы, гидроаккумуляторы, мультипликаторы).
4. Сила давления. Давление жидкости на плоскую и цилиндрическую стенки. Закон Архимеда.
5. Основные понятия и определения гидродинамики. Расход жидкости. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Применение уравнения Бернулли в технике.
6. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Гидравлические сопротивления и потери напора. Особенности турбулентного движения. График Никурадзе. Номограмма Кольбука-Уайта
7. Истечение реальной жидкости из отверстия в тонкой стенке. Сжатие струи. Коэффициенты скорости и расхода. Истечение жидкости через насадки. Применение насадок в технике.
8. Трубопроводы. Простые и сложные трубопроводы. Гидравлический расчёт простого водопровода.
9. Гидравлический удар. Скорость распространения ударной волны. Ударное давление. Применение гидроудара в технике.
10. Гидравлические машины (гидронасосы и гидродвигатели). Основные характеристики.
11. Объемные насосы. Поршневые насосы. Роторные насосы
12. Динамические насосы. Лопастные насосы. Процесс всасывания и явление кавитации в центробежном насосе.
13. Насосы трения. Вихревые насосы. Струйные насосы. Эрлифты.
14. Гидравлический привод. Классификация. Объемный гидропривод. Достоинства и недостатки
15. Гидродинамические передачи. Гидромурфты. Гидротрансформаторы.
16. Использование гидропередач в АКПП.
17. Гидротурбины.

#### **4.2.2. Экзамен**

##### **4.2.2.1. Порядок проведения.**

Промежуточная аттестация нацелена на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос(ы)/задание(я) и время на подготовку. Промежуточная аттестация проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

##### **4.2.2.2. Критерии оценивания.**

**Оценка «отлично» ставится, если обучающийся** продемонстрировал всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

**Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся** продемонстрировал полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся** продемонстрировал знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся** продемонстрировал значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

#### **4.2.2.3. Содержание оценочного средства**

##### ***Семестр 4***

1. Основные понятия, задачи и гипотезы сопромата.
2. Метод сечений.
3. Продольное растяжение бруса.
4. Построение эпюр продольных сил напряжений удлинений. Расчет бруса на прочность.
5. Поперечная деформация при растяжении бруса.
6. Расчет бруса с учетом собственного веса.
7. Деформация кручения. Построение эпюр крутящих моментов и касательных напряжений.
8. Прямой поперечный изгиб. Построение эпюр изгибающих моментов и напряжений.
9. Устойчивость стержней, продольно-поперечный изгиб.
10. Основные понятия теории механизмов и машин. Основные виды механизмов.
11. Понятие о структурном анализе и синтезе механизмов.
12. Механические передачи. Классификация передач.
13. Соединения деталей. Их классификация.
14. Валы и оси.
15. Опоры и муфты.
16. Редукторы.

##### ***Семестр 5***

1. Основные понятия курса.
2. Звенья и их классификация.
3. Кинематические пары и их классификация.
4. Группы Ассура и их классификация.
5. Задачи структурного анализа.
6. Задачи кинематического анализа.
7. План положения механизма.
8. План скоростей.
9. План ускорений.
10. Характер движения звеньев.
11. Диаграмма пути.
12. Диаграмма скоростей.
13. Диаграмма ускорений.
14. Сравнение кинематического анализа методом планов с методом диаграмм.

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 44.03.01 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Общее и дополнительное образование в предметной области «Технология»

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

**Основная литература:**

1. Бабоченко, Н. В. Механика: учебно-методическое пособие / Н. В. Бабоченко. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2019. — 80 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139207>
2. Жилинский, А. П. Теоретическая механика: учебное пособие / А. П. Жилинский, В. Н. Файзуллаев. — Москва: МТУСИ, 2021. — 108 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/215330>
3. Кочина, Т. Б. Теория механизмов и машин: методические указания / Т. Б. Кочина, Н. Н. Родионцев. — Нижневартовск: НВГУ, 2020. — 50 с. — ISBN 978-5-00047-552-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/208157>
4. Хрусталева, И. В. Детали машин: учебное пособие / И. В. Хрусталева. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2021. — 36 с. — ISBN 978-5-9239-1265-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/191154>
5. Техническая механика: учебно-методическое пособие / составители С. Н. Маклакова, М. А. Галкина. — пос. Караваяво: КГСХА, 2020. — 67 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171687>

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 44.03.01 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Общее и дополнительное образование в предметной области «Технология»

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

1. Microsoft office professional plus 2010
2. Kaspersky Endpoint Security для Windows
3. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM»
4. Электронная библиотечная система Издательства «Лань»
5. Электронная библиотечная система «Консультант студента»