



Негосударственное частное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Технический университет УГМК»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
  
В.А. Лапин  
«20» февраля 2024 г.



КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки	<u>35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств</u>
Направленность (профиль)	<u>Машины и технологии лесопромышленных производств и транспортных процессов</u>
Уровень высшего образования	<u>Бакалавриат</u>

г. Верхняя Пышма

Комплект оценочных средств одобрен на заседании Методического совета университета «25» января 2024 г., протокол № 3.

Председатель Методического совета университета



Т.В. Гурская

Комплект оценочных средств согласован с выпускающей кафедрой механики.

Заведующий кафедрой механики



А.Д. Пашко

## 1. Общие положения

1.1. Комплект оценочных средств (КОС) разработан в соответствии с требованиями основной профессиональной образовательной программы и ФГОС ВО по направлению 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств.

1.2. КОС предназначен для оценки результатов освоения обучающимися дисциплины «Сопrotивление материалов».

Срок действия КОС соответствует сроку действия рабочей программы дисциплины с правом обновления и ежегодной корректировки.

Университет вправе организовывать проведение промежуточной аттестации по дисциплине «Сопrotивление материалов» с применением ЭО и ДОТ.

При необходимости предусматриваются способы проведения промежуточной аттестации, позволяющие оценить уровень освоения дисциплины при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии преподавателя с обучающимися с применением информационных и телекоммуникационных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине «Сопrotивление материалов» с применением ЭО и ДОТ основой взаимодействия преподавателей со студентами являются ЭИОС Университета.

Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Сопrotивление материалов» преподаватели могут использовать любые инструменты, которые позволяют качественно оценить результаты освоения обучающимися данной дисциплины (практики).

Промежуточная аттестация с применением ЭО и ДОТ может проходить:

- в устной форме – в режиме онлайн с обеспечением аудиовизуального контакта преподавателя и обучающегося;

- в письменной форме – в режиме онлайн (с обеспечением аудиовизуального контакта преподавателя и обучающегося) путём выполнения заданий в ЭИОС либо иным дистанционным способом, с установкой временных рамок для выполнения задания.

Промежуточная аттестация с применением ЭО И ДОТ проводится в соответствии с утверждённым расписанием.

При проведении промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ Университет обеспечивает идентификацию личности обучающихся и контроль соблюдения требований, установленных локальными нормативными актами.

Университет располагает необходимыми помещениями, оборудованием, техническими средствами обучения и иными ресурсами, обеспечивающими организацию проведения промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ.

Электронное обучение, дистанционные образовательных технологии, применяемые при проведении промежуточной аттестации с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Иные особенности применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий регламентируются законодательством РФ и локальными нормативными актами Университета.

## 2. Перечень компетенций, формируемых в рамках дисциплины:

Результаты обучения по дисциплине «Соппротивление материалов» являются основой для формирования следующих компетенций:

### Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ИОПК-1.3: Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в профессиональной области ИОПК-1.2: Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач в профессиональной области ИОПК-1.1: Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач в профессиональной области

В результате освоения компетенции ОПК-1 бакалавр должен:

**Знать:**

внутреннее строение материалов; основные классы современных материалов; основные свойства материалов и способы их достижения; методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств материалов; основные методы исследования, анализа и диагностики свойств материалов; принципы выбора материалов для данных условий эксплуатации; принципы выбора режимов технологических процессов изделий из конструкционных и инструментальных материалов; области рационального использования материалов и их технологичность.

**Уметь:**

применять методы стандартных испытаний по определению механических свойств материалов; выбирать материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности, долговечности;

назначать режимы технологических процессов конструкционных и инструментальных материалов.

Владеть:

навыками определения механических свойств материалов при различных видах испытаний; навыками выбора машиностроительных материалов для заданных условий эксплуатации; навыками работы со справочной литературой при выборе материалов для данных условий эксплуатации.

### 3. Показатели и критерии оценки результатов освоения дисциплины.

Таблица 3.1 – Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах формирования в рамках дисциплины\*

Код компетенции, код индикатора	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания				
		1	2	3	4	5
ОПК-1, ИОПК-1.1, 1.2,1.3	<b>Показатели на уровне знаний:</b> Знать основные положения теоретических и экспериментальных исследований при анализе напряженно-деформированного состояния и устойчивости стержневых конструкций.	Отсутствие знаний основных положений теоретических и экспериментальных исследований при анализе напряженно-деформированного состояния и устойчивости стержневых конструкций	Фрагментарные знания основных положений теоретических и экспериментальных исследований при анализе напряженно-деформированного состояния и устойчивости стержневых конструкций	Неполные знания основных положений теоретических и экспериментальных исследований при анализе напряженно-деформированного состояния и устойчивости стержневых конструкций	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных положений теоретических и экспериментальных исследований при анализе напряженно-деформированного состояния и устойчивости стержневых конструкций	Сформированные и систематические знания основных положений теоретических и экспериментальных исследований при анализе напряженно-деформированного состояния и устойчивости стержневых конструкций
	<b>Показатели на уровне умений:</b> Уметь анализировать задачи механики деревянных и металлических стержневых конструкций, составлять расчетные схемы, применять к решению задач теоретические положения сопротивления материалов.	Отсутствие умений анализировать задачи механики деревянных и металлических стержневых конструкций, составлять расчетные схемы, применять к решению задач теоретические положения сопротивления материалов	Частично освоенное умение анализировать задачи механики деревянных и металлических стержневых конструкций, составлять расчетные схемы, применять к решению задач теоретические положения сопротивления материалов	Неполное умение анализировать задачи механики деревянных и металлических стержневых конструкций, составлять расчетные схемы, применять к решению задач теоретические положения сопротивления материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные недочёты умение анализировать задачи механики деревянных и металлических стержневых конструкций, составлять расчетные схемы, применять к решению задач теоретические положения сопротивления материалов	Комплексная демонстрация освоенных умений анализировать задачи механики деревянных и металлических стержневых конструкций, составлять расчетные схемы, применять к решению задач теоретические положения сопротивления материалов
	<b>Показатели на уровне владений:</b> Владеть методиками проверочных и проектировочных расчетов стержней на прочность, жесткость и устойчивость в области лесозаготовок и деревопереработки.	Отсутствие владений методиками проверочных и проектировочных расчетов стержней на прочность, жесткость и устойчивость в области лесозаготовок и деревопереработки	Фрагментарное владение методиками проверочных и проектировочных расчетов стержней на прочность, жесткость и устойчивость в области лесозаготовок и	Неполное владение методиками проверочных и проектировочных расчетов стержней на прочность, жесткость и устойчивость в области лесозаготовок	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методиками проверочных и проектировочных расчетов стержней на прочность, жесткость и устойчивость в области	Успешное и систематическое владение методиками проверочных и проектировочных расчетов стержней на прочность, жесткость и устойчивость в области

			деревопереработки	и деревопереработки	лесозаготовок и деревопереработки	ти лесозаготовок и деревопереработки
--	--	--	-------------------	---------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

\*Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах формирования в рамках ОПОП представлены в комплектах оценочных средств соответствующих дисциплин (в соответствии с матрицей компетенций)





#### **4. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций**

Таблица 4.1 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

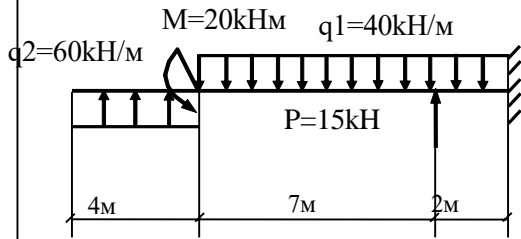
<b>Критерии обучения для формирования компетенций (в соответствии с таблицей 3.1)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Количество баллов (в соответствии с бально-рейтинговой системой)</b>	0-20	21-59	60-70	71-85	86-100

#### **5. Оценочные средства контроля успеваемости**

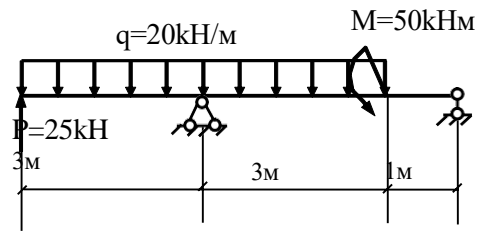
##### **5.1 Материалы входного контроля.**

##### **5.1.1 Задания входного контроля:**

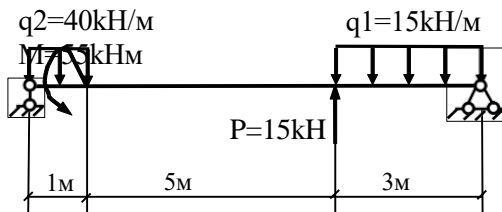
1. Определить реакции в жесткой заделке.



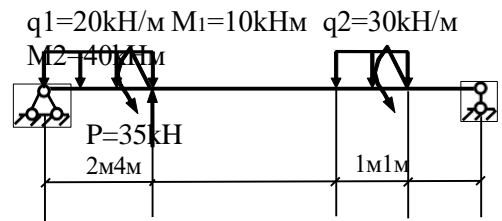
2. Определить реакции опор.



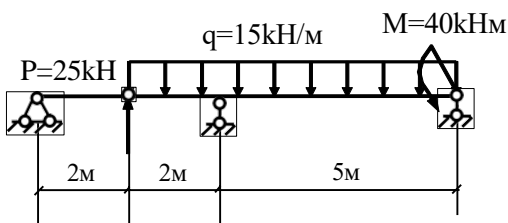
3. Определить реакции опор.



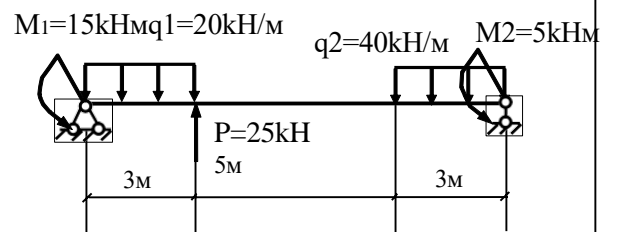
4. Определить реакции опор.



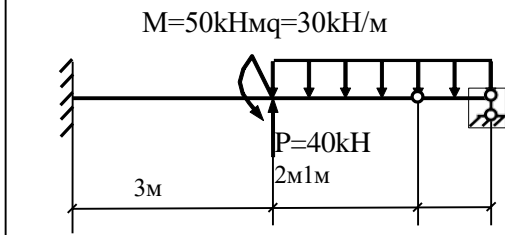
5. Определить реакции опор.



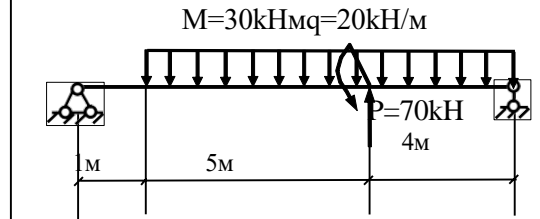
6. Определить реакции опор.



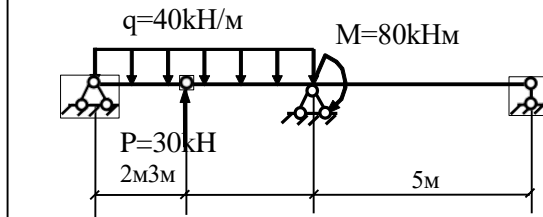
7. Определить реакции опор.



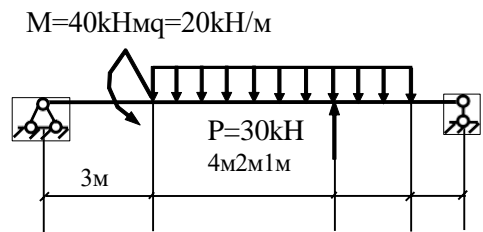
8. Определить реакции опор.



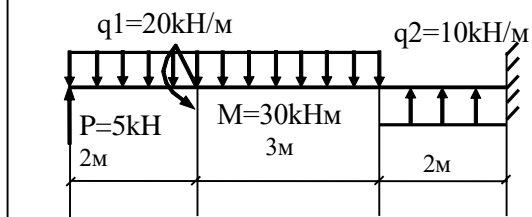
9. Определить реакции опор.



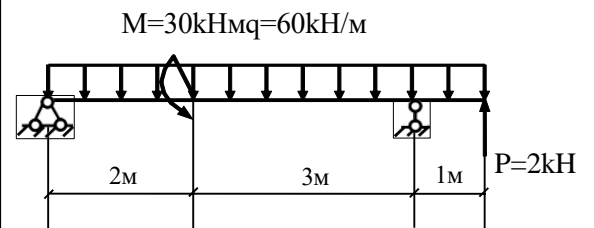
10. Определить реакции опор.



11. Определить реакции в жесткой заделке.



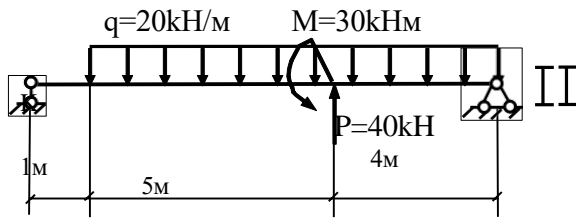
12. Определить реакции опор.



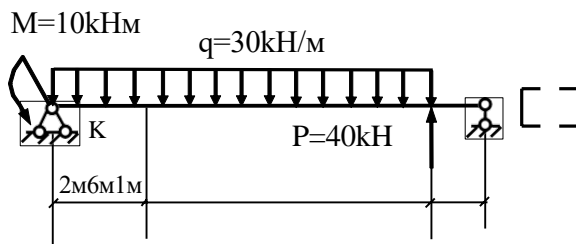
## 5.2. Материалы для проведения текущего контроля:

## **5.2.1 Задания к защите практических работ**

1. Провести проекторочный расчет и проверить жесткость балки, если  $[\sigma]=160\text{МПа}$ , а прогиб в точке К не должен превышать 3,5мм.

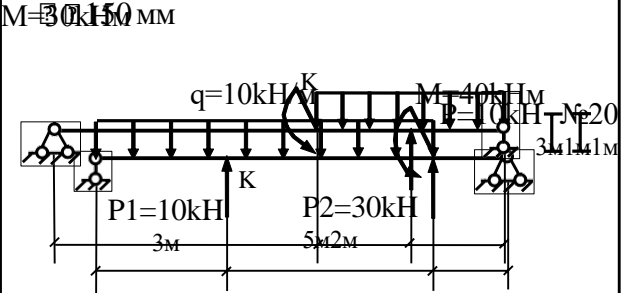


2. Провести проекторочный расчет и проверить жесткость балки, если  $[\sigma]=130\text{МПа}$ , а прогиб в точке К не должен превышать 1,8 мм.

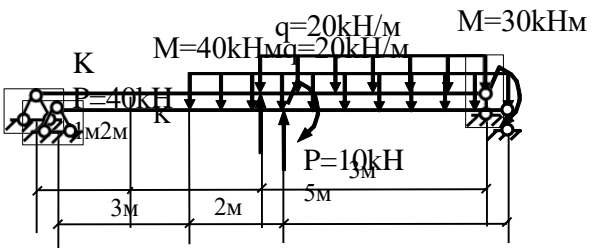


4. Проверить прочность и жесткость балки, если напряжения в ней не должны превышать  $120\text{МПа}$ , а прогиб в точке К – 2 мм.

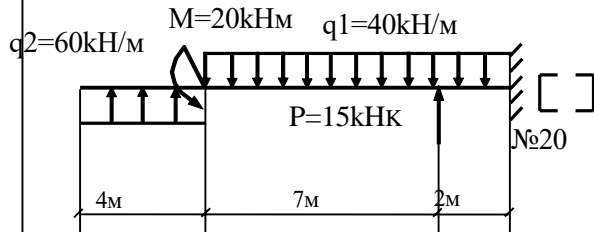
3. Проверить прочность и жесткость балки, если напряжения в ней не должны превышать  $140\text{МПа}$ , а прогиб в точке К – 0,5 мм. Форма поперечного сечения – круг  $\varnothing 150\text{мм}$ .



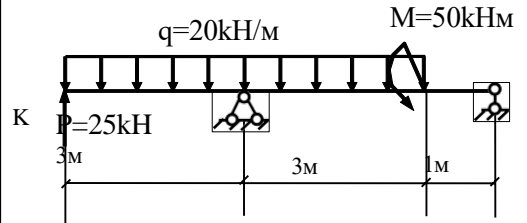
6.5 Проверить прочность и жесткость балки, если напряжения в ней не должны превышать  $80 \text{ МПа}$ , прогиб не более  $3,8 \text{ мм}$ . Форма пересечения кольца -  $D=180 \text{ мм}$ ,  $d=160 \text{ мм}$ .



7. Проверить прочность и жесткость балки, если напряжения в ней не должны превышать 120 МПа, а прогиб в точке К – 0,9 мм.

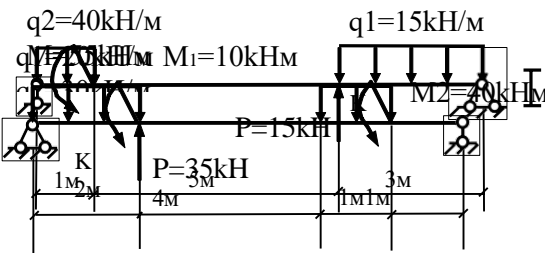


8. Проверить прочность и жесткость балки, если напряжения в ней не должны превышать 170 МПа, а прогиб в точке К – 3 мм. Форма поперечного сечения - прямоугольник  $h=50\text{мм}$ ,  $b=250\text{мм}$ .



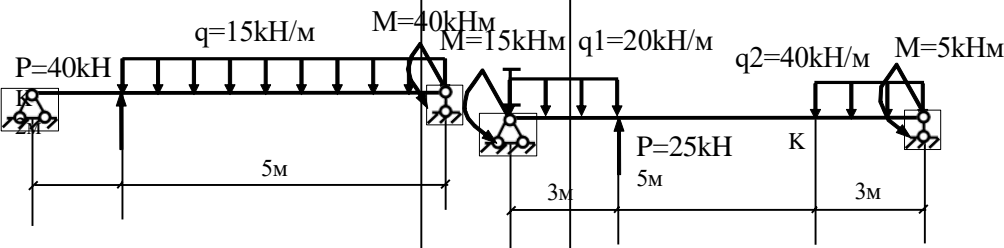
9.0 Провести проектный расчет и проверить жесткость балки на напряжения  $[\sigma] = 125\text{МПа}$ , а прогиб в точке К не 2,5 мм. Форма поперечного сечения - кольцо с отношением диаметров  $d \approx 0,6$ .

D



11. Провести проектный расчет и проверить жесткость балки, если  $[\sigma] = 130\text{МПа}$ , а максимально допустимый прогиб в точке К равен 2 мм.

Подобрать сечение балки круглого сечения, нагруженной как показано на рисунке, нормальные напряжения в ней не должны превышать 220 МПа. Определить прогиб в точке К.



### 5.2.2. Задания расчетно-графических работ

Исходные данные для расчетов выдаются индивидуально каждому студенту.

#### РГР №1

Проектировочный расчет стержней на растяжение-сжатие и на кручение. Определение геометрических характеристик поперечных сечений стержней.

- 1). Для стержня построить эпюру продольной силы  $N$ . Подобрать из условия прочности квадратное и сплошное круговое сечения.
- 2). Для вала построить эпюру крутящего момента  $M_k$ . Подобрать из условия прочности прямоугольное и сплошное круговое сечения.
- 3). Определить геометрические характеристики заданного поперечного сечения стержня.

#### РГР №2

- 1). Для консольного стержня построить эпюры поперечной силы  $Q$  и изгибающего момента  $M_x$ . Подобрать из условия прочности прямоугольное и сплошное круговое сечения.
- 2). Для стержня на двух опорах построить эпюры поперечной силы  $Q$  и изгибающего момента  $M_x$ . Подобрать из условия прочности двутавровое сечение.

### 5.2.3. Вопросы к защите лабораторных работ

**Лабораторная работа №1. Испытание на растяжение образца из малоуглеродистой конструкционной стали**

1. Какие по форме поперечного сечения образцы предусматривает ГОСТ ?
2. Какое соотношение между диаметром и длиной рабочей зоны образца предусматривает ГОСТ ?
3. Как найти масштаб сил ?
4. Как найти масштаб длин ?
5. Что называется пределом пропорциональности ?
6. Что называется пределом упругости ?
7. Что называется пределом текучести ?
8. Что называется площадкой текучести и при испытании каких материалов она бывает на диаграмме растяжения ?
9. Покажите на диаграмме растяжения зону упругости и объясните ее суть.
10. Что такое наклеп и как он используется в технике ?
11. Что называется пределом прочности ?
12. Назовите параметры, характеризующие пластичность материала.
13. Как определить параметры, характеризующие пластичность материала?



14. Что подразумевается под истинным напряжением ?
15. Объясните, почему образец разрушается при нагрузке меньшей, чем максимальная.
16. Из каких частей состоит полная деформация и чему она равна ?

### **Лабораторная работа №2. Испытание различных материалов на сжатие**

1. Назначение испытательной машины УММ-5 ?
2. Основные конструктивные элементы машины УММ-5?
3. Что собой представляет центральное сжатие ?
4. Запишите формулу для определения нормальных напряжений при центральном сжатии.
5. Что собой представляет изотропный материал?
6. Что собой представляет анизотропный материал?
7. Назовите характерные особенности испытания пластичных материалов на сжатие.
8. Назовите характерные особенности испытания хрупких материалов на сжатие.
9. Назовите механические характеристики, которые можно определить для пластичного материала при испытании на сжатие.
10. Назовите механические характеристики, которые можно определить для хрупкого материала при испытании на сжатие.
11. Какие механические характеристики можно определить для древесины при испытании на сжатие вдоль волокон ?
12. Какие механические характеристики можно определить для древесины при испытании на сжатие поперек волокон ?
13. Из каких материалов эффективнее изготавливать элементы конструкций, работающие на сжатие ?
14. Дайте определение пределу пропорциональности и назовите материалы, для которых он может быть определен при испытании на сжатие.
15. Дайте определение пределу прочности и назовите материалы, для которых он может быть определен при испытании на сжатие.
16. Почему образцы из хрупких материалов разрушаются примерно под углом 45 градусов к оси стержня ?

### **Лабораторная работа №3. Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона**

1. Назначение испытательной машины МР-0,5 и ее отличительные особенности по отношению к УММ-5.
2. Назначение и принцип работы электрического тензометра.

3. Что собой представляет центральное растяжение - сжатие ?
4. Напишите формулу для определения нормальных напряжений при центральном растяжении.
5. Что собой представляет относительная линейная деформация?
6. Что представляют собой относительная продольная и поперечная деформации?
7. Напишите формулу для определения коэффициента Пуассона.
8. Напишите закон Гука при растяжении ( сжатии ).
9. Что представляют собой модуль упругости (  $E$  ) ?
10. Какие размерности имеют упругие постоянные  $E$  и  $\mu$  ?
11. Как найти из эксперимента величины относительных линейных деформаций в продольном и поперечном направлениях?
12. Можно ли определить из проведенных испытаний величину абсолютной линейной деформации в продольном направлении?
13. Можно ли определить из проведенных испытаний величину абсолютной линейной деформации в поперечном направлении?

#### **Лабораторная работа №4. Кручение стержня круглого поперечного сечения**

1. Назначение испытательной машины КМ-50 и ее принцип действия.
2. Назначение и принцип работы индикатора часового типа.
3. Что собой представляет деформация кручения ?
4. Напишите формулу для определения касательных напряжений при кручении цилиндрического стержня.
5. Что собой представляет относительная угловая деформация?
6. Что представляют собой угол закручивания и как его определить?
7. Напишите закон Гука при сдвиге.
8. Что представляют собой модуль сдвига ( $G$ ) ?
9. Какую размерность имеет модуль сдвига  $G$  ?
10. Как найти из эксперимента величину угла закручивания?
11. Назовите упругие постоянные для изотропного материала.
12. Все ли упругие постоянные для изотропного материала являются независимыми величинами?
13. Как найти полярный момент инерции кольцевого сечения?
14. Зависят ли угол сдвига и угол закручивания при кручении от длины образца?

### **Лабораторная работа №5. Испытание двутавровой балки на изгиб**

1. Назначение и основные элементы испытательной машины УММ-50.
2. Назначение и принцип работы электрического тензометра.
3. Назначение и принцип работы индикатора часового типа.
4. Что собой представляет прямой чистый изгиб?
5. Что собой представляет прямой поперечный изгиб?
6. Запишите формулу для определения нормальных напряжений при чистом изгибе.
7. Запишите формулу (интеграл) Мора-Максвелла для определения перемещений при изгибе.
8. Запишите формулу для определения перемещений методом начальных параметров.
9. Как находятся постоянные интегрирования при интегрировании основного дифференциального уравнения (на примере испытываемой балки)?
10. Запишите выражение для определения относительной линейной деформации произвольного волокна при изгибе стержня.
11. Что представляет собой нейтральный слой?
12. Как найти момент сопротивления двутаврового сечения, если известны для него осевые моменты инерции?
13. Как найти из эксперимента величину нормального напряжения?
14. Правило знаков для поперечной силы и изгибающего момента.
15. Для чего при проведении испытаний балки на изгиб предусматривается начальная нагрузка?
16. Как определить допускаемую нагрузку для испытываемой двутавровой балки?

### **Лабораторная работа №6. Определение перемещений при косом изгибе**

1. Перечислите методы определения перемещений при изгибе.
2. Назначение и принцип работы индикатора часового типа.
3. Запишите формулу (интеграл) Мора-Максвелла для определения перемещений при изгибе.
4. При каких условиях можно использовать правило Верещагина при вычислении интеграла Мора-Максвелла?
5. Чему равен интеграл Мора-Максвелла при использовании правила Верещагина?
6. Что такое грузовое состояние?
7. Что такое вспомогательное состояние?
8. Как найти линейное перемещение сечения балки методом Мора-Максвелла?
9. Как найти угловое перемещение сечения балки методом Мора-Максвелла?

10. Как найти жесткость прямоугольного сечения стальной балки?
11. Как найти жесткость круглого сечения деревянной балки?
12. Запишите результаты перемножения эпюр по правилу Верещагина для следующих случаев, показанных на рисунке 5.

### **Лабораторная работа № 7. Испытание центрально сжатых стержней большой гибкости на устойчивость**

1. Назначение, основные элементы и принцип работы испытательной установки.
2. Что представляет собой критическая сила?
3. Что представляет собой критическое напряжение?
4. Запишите формулу Эйлера для определения критической силы.
5. Запишите формулу Ясинского для определения критического напряжения.
6. Запишите формулу для определения гибкости стержня.
7. Запишите формулу для определения предельной гибкости стержня.
8. Когда применима формула Эйлера для определения критической силы?
9. Когда применима формула Ясинского для определения критического напряжения?
10. Запишите условие устойчивости.
11. Что представляет собой приведенная длина стержня?
12. Как найти критическую силу из эксперимента?
13. Что представляет собой коэффициент снижения основного допускаемого напряжения?
14. Как влияют условия закрепления стержня на величину критической силы?
15. Расскажите о порядке расчета стержней малой гибкости.
16. Расскажите о порядке расчета стержней средней гибкости.
17. Расскажите о порядке расчета стержней большой гибкости.
18. Как Вы понимаете явление потери устойчивости стержня?

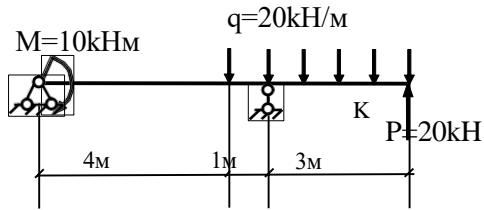
### **Лабораторная работа № 8. Испытание стального образца на ударную вязкость**

1. Назначение, основные элементы и принцип действия маятникового копра МК-30.
2. Основные параметры стандартного образца для испытания на ударную вязкость.
3. Чем вызвано введение ГОСТа на образцы для ударной пробы?

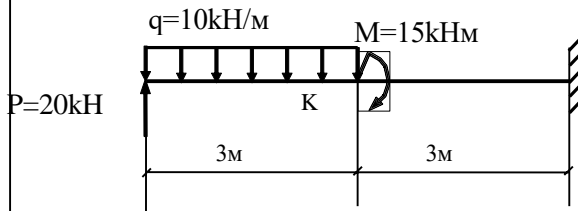
4. Какие требования предъявляются к образцу для испытания на ударную вязкость?
5. С какой целью делается надрез в образце для испытания на ударную нагрузку?
6. Чем характеризуется хрупкий излом?
7. Чем характеризуется пластический излом?
8. Какое напряженное состояние возникает вблизи дна надреза образца?
9. Что представляет собой ударная вязкость материала?
10. Как определить ударную вязкость материала?
11. Какие параметры оказывают влияние на характер разрушения при заданных условиях нагружения образца?
12. Как изменяются прочностные характеристики материала при повышении скорости деформирования?
13. Как изменяются прочностные характеристики материала при повышении температуры образца?
14. Как изменяются характеристики пластичности материала при повышении температуры образца?
15. Как найти энергию, затраченную на разрушение образца?

#### **5.2.4 Задания контрольной работы**

1. Проверить прочность и жесткость балки, если напряжения в ней не должны превышать 170 МПа, а прогиб в точке К – 5 мм. Форма поперечного сечения-круг  $\varnothing 120\text{мм}$ .

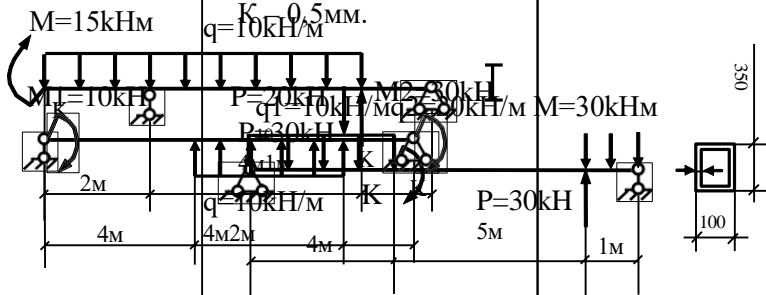


2. Проверить прочность и жесткость балки, если напряжения в ней не должны превышать 160 МПа, а прогиб в точке К – 4 мм. Форма поперечного сечения – двутавр №20.



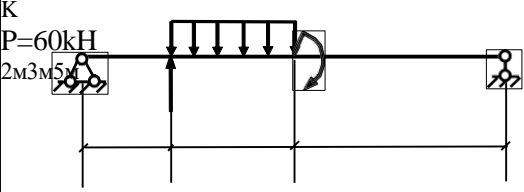
3. Провести проекторочный расчет и

проверить жесткость балки, если  $[\sigma]=190\text{МПа}$ , а прогиб в точке К не должен превышать 6 мм. Форма поперечного сечения-круг  $\varnothing 140\text{мм}$ .

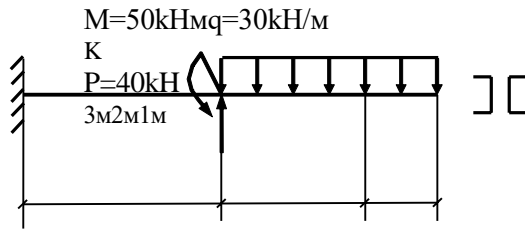


6. Проверить прочность и жесткость балки, если напряжения в ней не должны превышать 210 МПа, а прогиб в точке К – 3 мм. Форма поперечного сечения - швеллер №20.

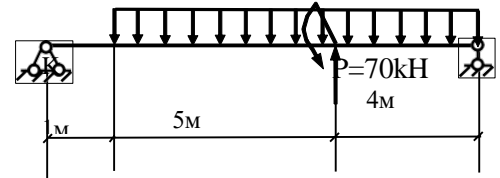
$q=30\text{кН/м}$   
 $M=40\text{кНм}$



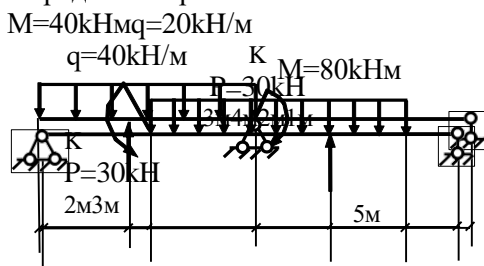
7. Провести проектировочный расчет и проверить жесткость балки, если  $[σ]=120\text{МПа}$ , а прогиб в точке К не должен превышать 1,3мм.



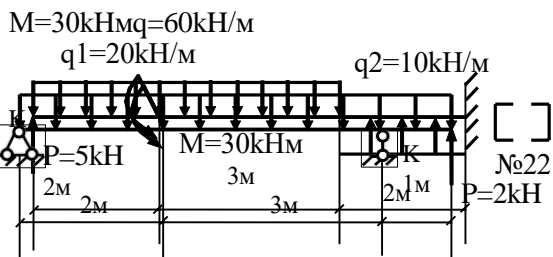
8. Провести проектировочный расчет и проверить жесткость балки, если  $[σ]=205\text{МПа}$ , а прогиб в точке К не должен превышать 4 мм. Форма поперечного сечения – кольцо с соотношением диаметров  $d/D=0,9$ .  $M=30\text{кНм}$ ,  $q=20\text{кН/м}$



9.1 Проверить прочность сечения балки в равновесии, в наружной поверхности, в нижней части каравана рис. 60. Если прогиб в точке К не должен превышать 190мм. Форма поперечного сечения  $D=190\text{мм}$ ,  $d=80\text{мм}$ . Определить прогиб в точке К.



12. Проверить прочность и жесткость балки, если напряжения в ней не должны превышать  $300\text{МПа}$  и  $30\text{МПа}$  в точке К.  $[σ_c]=2,5\text{мм}$ . Форма поперечного сечения - прямоугольник:  $h=100\text{мм}$ ,  $b=400\text{мм}$ .





## 5.3. Материалы для проведения промежуточной аттестации

### 5.3.1 Вопросы экзаменационных билетов

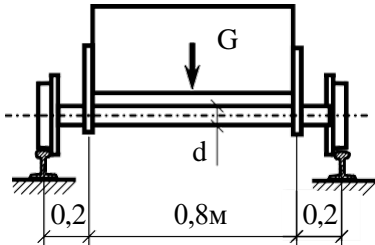
1. Схематизация элементов несущих конструкций и внешних нагрузок.
2. Допущения о свойствах материала.
3. Внутренние силы и напряжения. Перемещения и деформации.
4. Линейно и нелинейно деформируемые системы. Принцип суперпозиции действия сил.
5. Метод сечений определения внутренних усилий в стержнях.
6. Внутренние усилия при растяжении-сжатии стержня. Расчеты на прочность при растяжении-сжатии.
7. Определение продольных и поперечных деформаций при растяжении-сжатии стержня.
8. Потенциальная энергия деформации стержня при растяжении-сжатии.
9. Напряженное и деформированное состояния стержня при растяжении-сжатии.
10. Статически неопределимые задачи при растяжении-сжатии. Температурное воздействие для статически неопределимых систем.
11. Чистый сдвиг.
12. Внутренние усилия при кручении стержня.
13. Напряжения и деформации при кручении бруса с круглым поперечным сечением.
14. Потенциальная энергия деформации при кручении бруса с круглым поперечным сечением.
15. Кручение бруса с прямоугольным поперечным сечением.
16. Кручение тонкостенных стержней с открытым профилем.
17. Кручение тонкостенных стержней с замкнутым профилем.
18. Статические моменты поперечного сечения стержня. Центр тяжести сечения.

19. Моменты инерции поперечного сечения стержня.
  20. Главные оси и главные моменты инерции поперечного сечения стержня.
- Радиус инерции.
21. Внутренние усилия при плоском изгибе стержня.
  22. Напряжения в балке при чистом изгибе.
  23. Энергия деформации при чистом изгибе.
  24. Напряжения в балке при поперечном изгибе.
  25. Потенциальная энергия деформации в общем случае нагружения стержня.
26. Метод Мора определения перемещений.
  27. Способ Верещагина вычисления интегралов Мора. Способ трапеций.
  28. Напряженное состояние в точке деформируемого тела.
  29. Деформированное состояние. Обобщенный закон Гука.
  30. Теории прочности.
  31. Косой изгиб балок.
  32. Совместное действие изгиба и усилий растяжения-сжатия.
  33. Совместное действие кручения и изгиба для круглого сечения.
  34. Понятие устойчивого и неустойчивого равновесия механической системы. Задача Эйлера для шарнирно опертого стержня.
  35. Влияние способов закрепления концов стержня на величину критической силы.
  36. Пределы применимости формулы Эйлера.
  37. Метод сил решения статически неопределимых задач.
  38. Расчет на прочность при напряжениях, переменных во времени.

### **5.3.2 Задачи к экзамену**

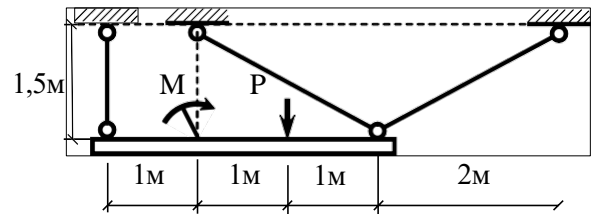
1

Определить из расчёта на прочность диаметр оси вагонетки, если  $[\sigma] = 80 \text{ МПа}$ . Вес вагонетки с грузом равен 21 кН.



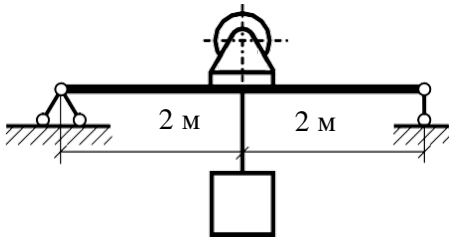
2

Определить усилия и подобрать поперечные размеры стержней квадратного сечения при  $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$ .  $M = 120 \text{ кН}\cdot\text{м}$ .  $P = 30 \text{ кН}$ .



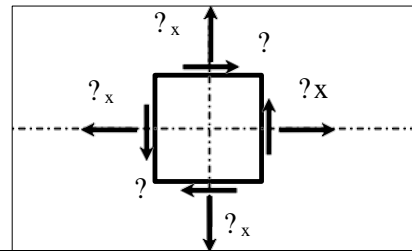
3

Лебёдка весом 25 кН, поднимающая груз весом 50 кН, установлена на двух двутавровых балках. Подобрать номер двутавра, если  $[\sigma] = 140 \text{ МПа}$ .



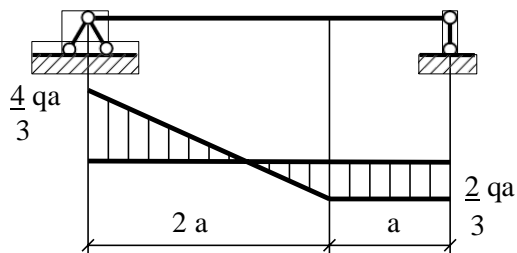
4

Пользуясь кругом Мора определить главные напряжения и направление главных площадок, если  $\sigma_x = 60 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_y = -20 \text{ МПа}$ ,  $\tau = 30 \text{ МПа}$ .



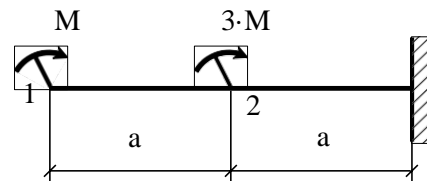
5

По заданной эпюре поперечных сил установить нагрузку и построить эпюру изгибающих моментов.



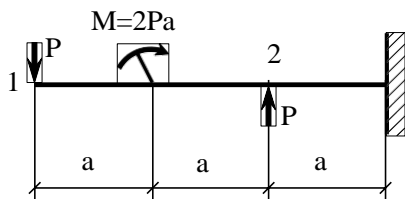
6

Определить прогибы в сечениях 1 и 2. Изобразить изогнутую ось.



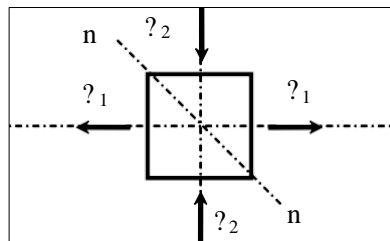
7

Определить прогибы в сечениях 1 и 2.  
Изобразить изогнутую ось.



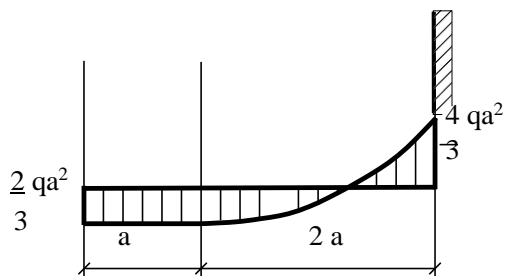
8

Пользуясь кругом Мора определить  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  в сечении n-n;  $\sigma_1 = 80$  МПа,  $\sigma_2 = -20$  МПа.



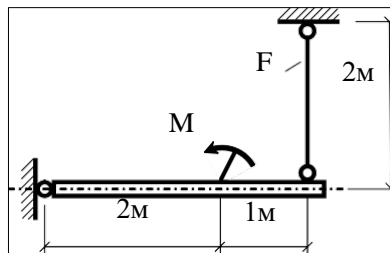
9

По заданной эпюре изгибающих моментов установить нагрузку и построить эпюру поперечных сил.



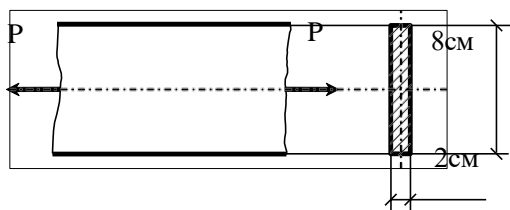
10

Определить допустимое значение действующего на балку момента  $M$ , если  $[\sigma] = 100$  МПа.  $F = 6$  см<sup>2</sup>.



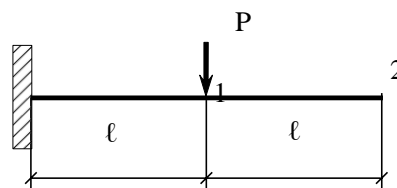
11

Определить допустимую величину силы  $P$ , если  $[\sigma] = 150$  МПа.



12

Определить прогибы в сечениях 1 и 2.  
Изобразить изогнутую ось.



Пример билета к экзамену приведен в приложении 1.

#### 5.4. Материалы для проверки остаточных знаний:

##### 5.4.1 Тестовые вопросы и задачи в билетах для проверки остаточных знаний

## БИЛЕТ 1

1. Какая величина в сопротивлении материалов обозначается символом  $\sigma$ ?

1. Относительная линейная деформация
2. Нормальное напряжение
3. Касательное напряжение

2. Какое свойство материала характеризует относительное остаточное удлинение при растяжении образца ?

1. Прочность
2. Упругость
3. Пластичность

3. В каких точках сечения стержня круглого поперечного сечения возникают наибольшие касательные напряжения при кручении ?

1. В центре тяжести сечения
2. В точках, лежащих на поверхности цилиндра
3. В точках, расположенных на середине радиуса сечения

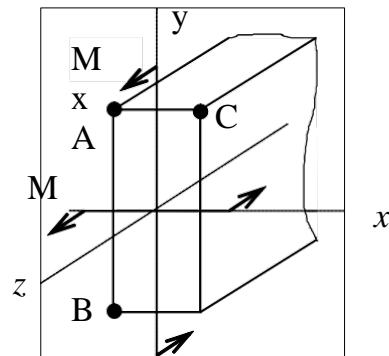
4. Чему равна степень статической неопределимости стержневой системы?

1. Общему числу связей, наложенных на систему
2. Числу необходимых связей
3. Числу дополнительных ("лишних") связей

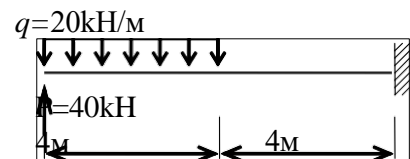
5. Для какой точки сечения бруса справедлива следующая формула

$$\sigma = \frac{|M_x|}{W_x} + \frac{|M_y|}{W_y} \quad ?$$

1. A
2. B
3. C

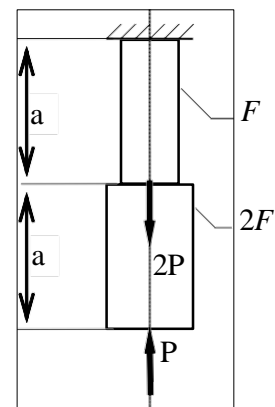


6. Построить эпюры внутренних силовых факторов и подобрать номер двутавра.



7. Определить величину силы  $P$ , при которой общее удлинение стержня составит 2 мм. Для найденного значения нагрузки проверить прочность стержня.

$a = 2 \text{ м}; F = 1 \text{ см}^2; [\sigma] = 160 \text{ МПа};$   
 $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$



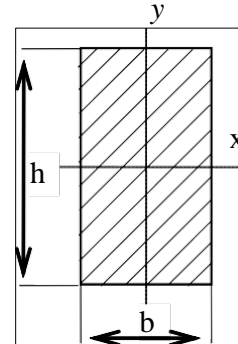
БИЛЕТ 2

1. Какая величина в сопротивлении материалов обозначается символом  $\tau$  ?

1. Относительная линейная деформация
2. Нормальное напряжение
3. Касательное напряжение

2. По какой формуле определяется осевой момент инерции для прямоугольника ?

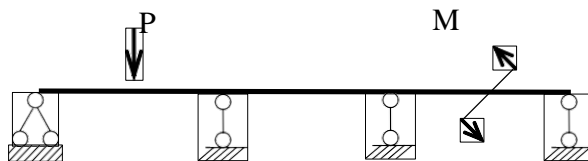
$$1. J_x = \frac{bh^3}{12} \quad 2. J_x = \frac{hb^3}{12} \quad 3. J_x = \frac{b^2 h^2}{12}$$



3. Какая формула выражает условие жесткости при кручении стержня круглого сечения?

$$1. \theta = \frac{M_k}{GJ_p} \leq [\theta] \quad 2. \tau = \frac{M_k}{W_p} \leq [\tau] \quad 3. \sigma = \frac{N}{F} \leq [\sigma]$$

4. Укажите степень статической неопределимости балки

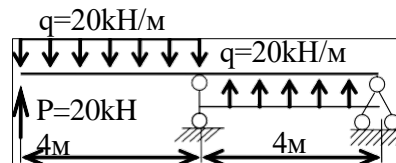


1.  $n=1$
2.  $n=2$
3.  $n=3$

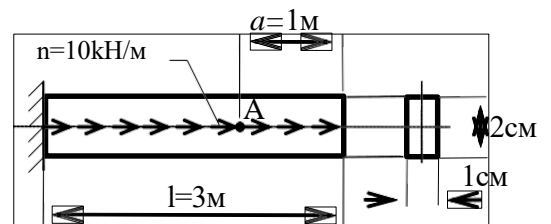
5. Какие внутренние силовые факторы возникают при внецентренном растяжении (сжатии)?

1. Изгибающие моменты и продольная сила
2. Продольная сила и крутящий момент
3. Поперечные силы и изгибающие моменты

6. Построить эпюры внутренних силовых факторов и подобрать номер двутавра.



7. К стержню, показанному на рис., приложена равномерно распределенная нагрузка, действующая вдоль его оси. Проверить прочность стержня и вычислить линейную деформацию в точке А.



$$[\sigma] = 155 \text{ МПа}; \quad E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

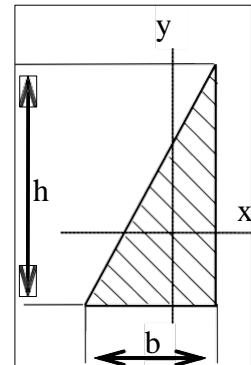
БИЛЕТ 3

1. Какая величина в сопротивлении материалов обозначается символом  $\epsilon$ ?

1. Относительная линейная деформация
2. Нормальное напряжение
3. Модуль упругости

2. По какой формуле определяется осевой момент инерции для треугольника ?

$$1. J_x = \frac{hb^3}{48} \quad 2. J_x = \frac{bh^3}{36} \quad 3. J_x = \frac{b^2 h^2}{36}$$

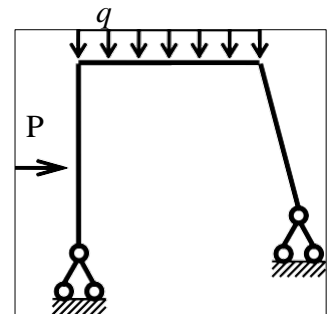


3. Что называют балкой ?

1. Стержень, работающий на кручение
2. Стержень, работающий на растяжение
3. Стержень, работающий на изгиб

4. Укажите степень статической неопределенности рамы

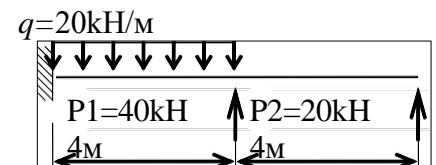
1.  $n=1$
2.  $n=2$
3.  $n=3$



5. Для каких стержней применима формула Эйлера для определения критической силы при продольном сжатии?

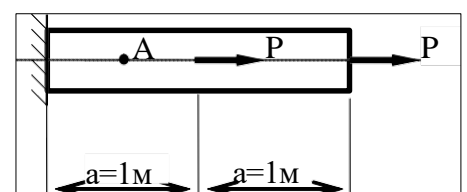
1. Малой гибкости
2. Средней гибкости
3. Большой гибкости

6. Построить эпюры внутренних силовых факторов и подобрать номер двутавра.



7. Максимальное касательное напряжение в т.А стержня, нагруженного, как показано на рисунке, составило 50 МПа. Определить площадь стержня  $F$  и общее удлинение стержня.

$$P = 20 \text{ кН}; \quad E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$



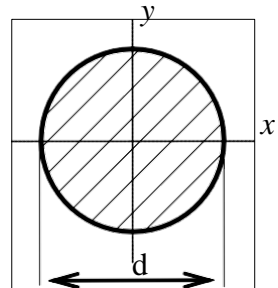
БИЛЕТ 4

1. Какая величина в сопротивлении материалов обозначается символом  $\gamma$ ?

1. Относительная линейная деформация
2. Модуль упругости
3. Угол сдвига

2. По какой формуле определяется полярный момент инерции для круга?

$$1. J_p = \frac{\pi d^4}{32} \quad 2. J_p = \frac{\pi d^3}{32} \quad 3. J_p = \frac{\pi d^4}{64}$$



3. Сколько внутренних усилий возникает в поперечном сечении балки при поперечном изгибе?

1. Одно
2. Два
3. Три

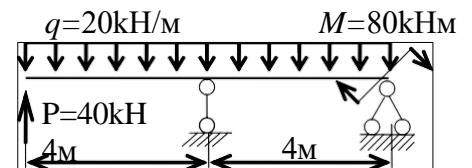
4. Какое свойство материала характеризует относительное остаточное удлинение при растяжении образца?

1. Прочность
2. Упругость
3. Пластичность

5. Для каких стержней применима формула Ясинского при продольном сжатии?

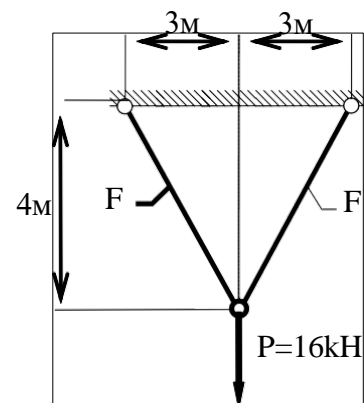
1. Малой гибкости
2. Средней гибкости
3. Большой гибкости

6. Построить эпюры внутренних силовых факторов и подобрать номер двутавра.



7. Стержневая конструкция нагружена вертикально приложенной силой  $P$ . Из условия прочности ( $[\sigma] = 100$  МПа) определить площадь стержней  $F$  и вычислить перемещение т.А.

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$





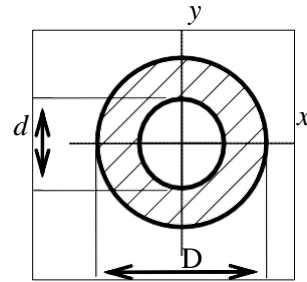
БИЛЕТ 5

1. Что называется напряжением?

1. Внутренняя сила, приходящаяся на единицу площади сечения
2. Нагрузка, приходящаяся на единицу длины
3. Нагрузка, распределенная по объему тела

2. По какой формуле определяется полярный момент инерции для кольца ?

1.  $J_P = \frac{\pi D^3}{16} (1 - \beta^4)$ , где  $\beta = \frac{d}{D}$
2.  $J_P = \frac{\pi D^4}{32} (1 - \beta^4)$ , где  $\beta = \frac{d}{D}$
3.  $J_P = \frac{\pi D^4}{64} (1 - \beta^4)$ , где  $\beta = \frac{d}{D}$



3. Сколько внутренних усилий возникает в поперечном сечении балки при чистом изгибе ?

1. Одно
2. Два
3. Три

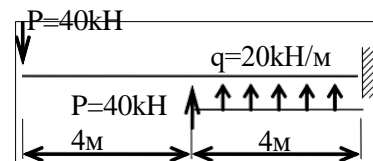
4. Как изменится величина  $K_D$  при ударе при увеличении жесткости балки?

1. Увеличится
2. Не изменится
3. Уменьшится

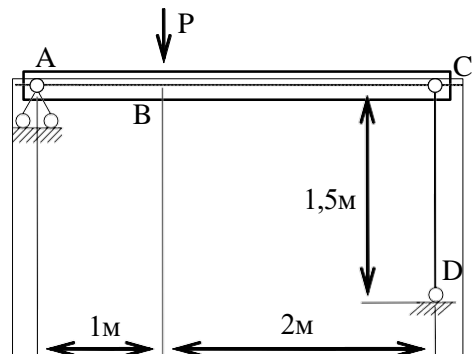
5. Зависит ли величина критической силы для продольно сжатого стержня большой гибкости от вида материала?

1. Да
2. Нет

6. Построить эпюры внутренних силовых факторов и подобрать номер двутавра.



7. Определить перемещение точки B абсолютно жесткого бруса AC, если известно, что напряжение в упругом стержне CD составило  $\sigma = 40$  МПа.  
 $E=2 \cdot 10^5$  МПа



БИЛЕТ 6

1. Какую размерность имеет нормальное напряжение ?

1. Н·м                      2. Н·м<sup>2</sup>                      3. Н/ м<sup>2</sup>

2. По какой формуле определяется момент сопротивления сечения (осевой) ?

1.  $W_p = \frac{J_p}{\rho_{\max}}$                       2.  $W_k = \alpha \cdot b \cdot h^2$                       3.  $W_x = \frac{J_x}{y_{\max}}$

3. Сколько связей накладывает на балку шарнирно подвижная опора (в плоскости)?

1. Одну                      2. Две                      3. Три

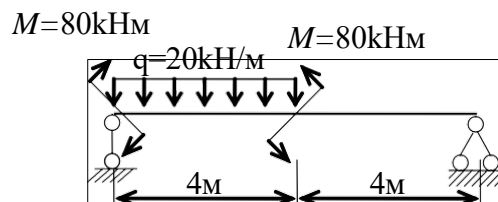
4. Какая точка прямоугольного сечения бруса наиболее опасна при косом изгибе?

1. В центре тяжести сечения  
 2. Одна из точек, лежащих на середине стороны прямоугольника  
 3. Одна из угловых точек прямоугольника

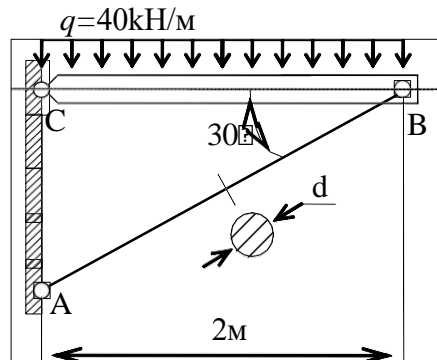
5. Зависит ли величина критического напряжения для продольно сжатого стержня средней гибкости от вида материала?

1. Да                      2. Нет

6. Построить эпюры внутренних силовых факторов и подобрать номер двутавра.



7. Из условия прочности по нормальным напряжениям определить диаметр  $d$  подкоса АВ, поддерживающего абсолютно жесткий брус ВС.  $[\sigma] = 180$  МПа



БИЛЕТ 7

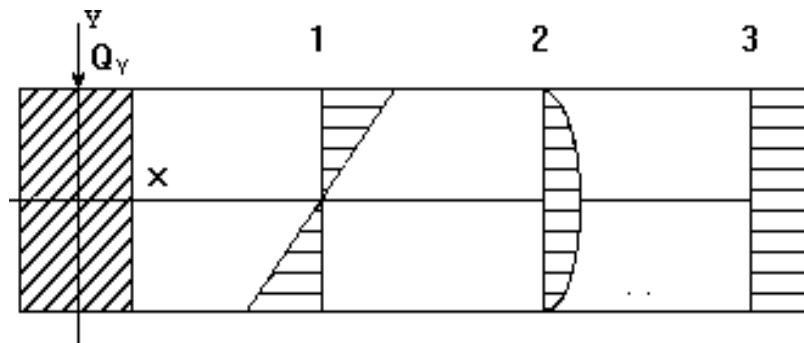
1. Как формулируется закон Гука при растяжении-сжатии ?

1. Модуль упругости пропорционален деформации
2. Напряжение пропорционально деформации
3. Абсолютная деформация пропорциональна длине образца

2. Как определяется максимальное касательное напряжение при объемном напряженном состоянии ?

$$1. \tau_{\max} = \frac{2 \cdot \tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y} \quad 2. \tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \quad 3. \tau_{\max} = \frac{\sigma}{2} \pm \sqrt{\frac{\sigma^2}{4} + \tau^2}$$

3. Укажите эпюру распределения касательных напряжений по высоте сечения.



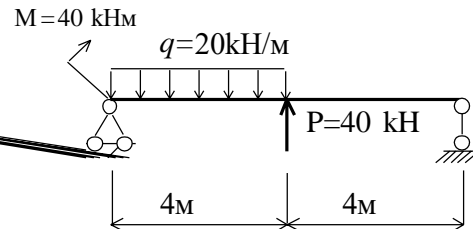
4. Влияет ли способ закрепления стержня большой гибкости на величину критической силы при продольном сжатии?

1. Да
2. Нет

5. Что представляет собой величина  $N$  в формуле  $K_g = 1 + \sqrt{\frac{1}{2} \frac{2N}{\sigma_{ст}}}$

1. Высота поперечного сечения бруса
2. Высота падения груза
3. Величина возмущающей силы

6. Построить эпюры внутренних силовых факторов и подобрать номер двутавра.



7. Определить угол поворота сечения балки в т. В.



БИЛЕТ 8

1. Каким из указанных символов принято обозначать модуль упругости ?

1.  $\sigma$                                       2. E                                      3.  $\epsilon$

2. Сколько главных напряжений отличны от нуля при линейном напряженном состоянии ?

1. Одно                                      2. Два                                      3. Три

3. Какой внутренний силовой фактор нужен для определения нормальных напряжений при изгибе ?

1.  $M_x$                                       2. N                                      3.  $Q_y$

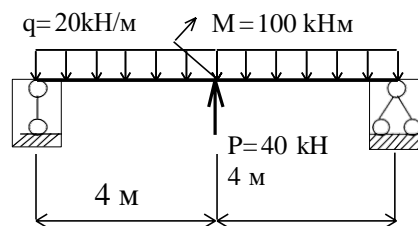
4. Для каких стержней применима формула Ясинского при продольном сжатии?

1. Малой гибкости  
2. Средней гибкости  
3. Большой гибкости

5. Как определяется  $K_g$  при подъеме груза с ускорением ?

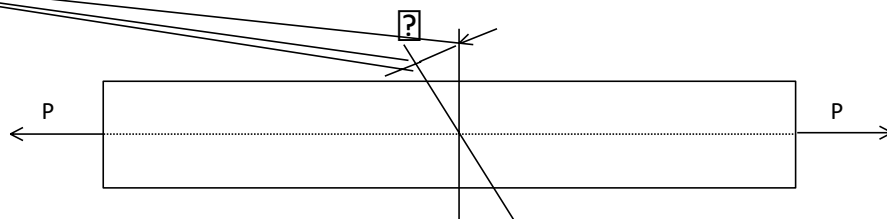
1.  $K_g = 1 + \frac{a}{g}$                                       2.  $K_g = 1 + \frac{\omega^2 R}{g}$                                       3.  $K_g = 1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{2H}{\sigma_{ст}}$

6. Построить эпюры внутренних силовых факторов и подобрать номер двутавра.



7. Определить количество заклепок диаметром  $d=10 \text{ мм}$ , изготовленных из стали с допускаемым напряжением на срез  $[\sigma]=80 \text{ МПа}$ , необходимое для скрепления двух листов, растягиваемых усилием  $P = 40 \text{ кН}$ .

БИЛЕТ 9



1. По каким площадкам возникают наибольшие нормальные напряжения при растяжении ?

1.  $\alpha = 0$                       2.  $\alpha = \frac{\pi}{4}$                       3.  $\alpha = \frac{\pi}{2}$

2. Сколько главных напряжений отличны от нуля при плоском напряженном состоянии ?

1. Одно                      2. Два                      3. Три

3. Какой внутренний силовой фактор используется для определения касательного напряжения в поперечном сечении стержня?

1.  $M_x$                       2.  $N$                       3.  $Q_y$

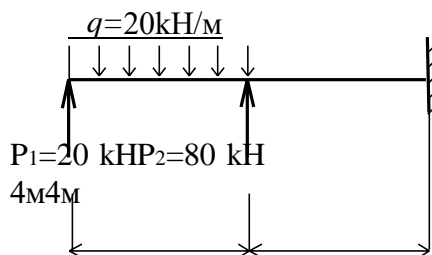
4. Чем характеризуется наступление предельного напряженного состояния для пластичных материалов?

1. Возникновение заметных остаточных деформаций  
2. Начало разрушения материала

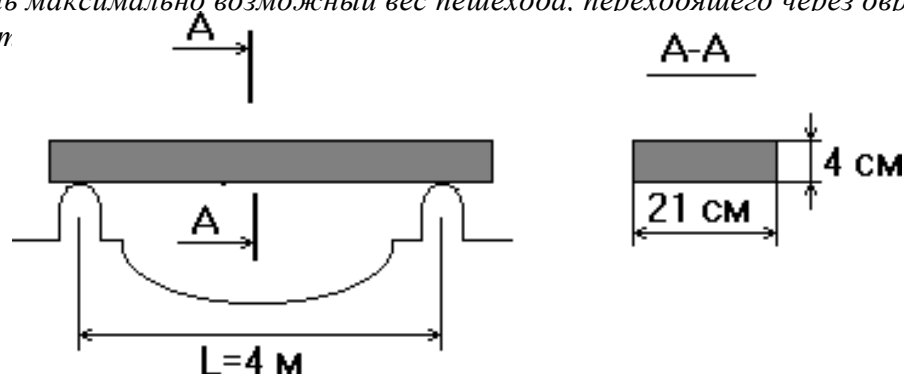
5. Как определяется  $K_g$  при вращательном движении?

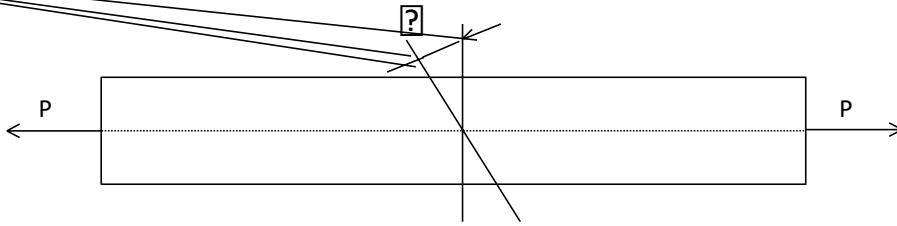
1.  $K_g = 1 + \frac{a}{g}$                       2.  $K_g = 1 + \frac{\omega^2 R}{g}$                       3.  $K_g = 1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{2H}{\sigma_{ст}}$

6. Построить эпюры внутренних силовых факторов и подобрать номер двутавра.



7. Определить максимально возможный вес пешехода, переходящего через овраг по доске. Нагрузку счит





1. По каким площадкам возникают наибольшие касательные напряжения при растяжении ?

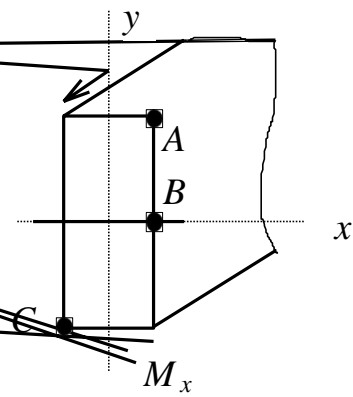
1.  $\alpha = 0$                       2.  $\alpha = \frac{\pi}{4}$                       3.  $\alpha = \frac{\pi}{2}$

2. Сколько главных напряжений отличны от нуля при объемном напряженном состоянии ?

1. Одно                      2. Два                      3. Три

3. В какой точке сечения нормальные напряжения будут максимальными?

1. A                      2. B                      3. C



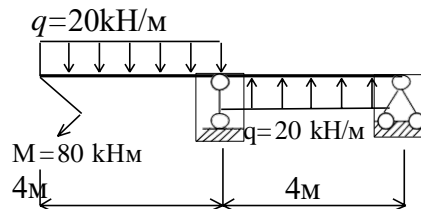
4. Чем характеризуется наступление предельного состояния для хрупких материалов?

1. Возникновение заметных остаточных деформаций  
2. Начало разрушения материала

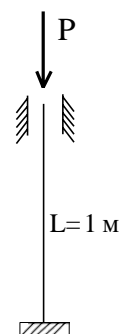
5. Как определяется  $K_g$  при ударе?

1.  $K_g = 1 + \frac{a}{g}$                       2.  $K_g = 1 + \frac{\omega^2 R}{g}$                       3.  $K_g = 1 + \sqrt{\frac{2H}{\sigma_{ст}}}$

6. Построить эпюры внутренних силовых факторов и подобрать номер двутавра.



7. Определить критическую силу  $P_{кр}$  центрально сжатого стержня круглого сечения с диаметром  $d = 1$  см .  $E = 2 \times 10$  МПа.



## **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

### **6.1 Описание процедуры оценивания знаний, умений и владений**

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие типы контроля:

- индивидуальное собеседование;
- письменные ответы на вопросы;
- тестирование.

Индивидуальное собеседование, письменная работа и тестирование проводятся по разработанным вопросам по отдельному учебному элементу программы (дисциплине). Задания данного типа включают материалы пп. 5.1.1, 5.2.1, 5.2.3, 5.2.4, 5.3.1, 5.4.1 КОС.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются:

- выполнение практических контрольных заданий, включающих несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить или описание результата, который нужно получить. Задания данного типа включают материалы пп. 5.2.4 КОС.

- выполнение комплексных заданий, которые требуют многоходовых решений как в типичной, так и в нестандартной ситуациях. Это задания в открытой форме, требующие поэтапного решения и развернутого ответа, в т.ч. задания на индивидуальное или коллективное выполнение проектов, на выполнение практических действий или лабораторных работ. Задания данного типа включают материалы пп. 5.2.2 КОС.

### **6.2 Этапы и формы контроля формирования компетенций**

Таблица 6.1. – Этапы и формы контроля формирования компетенций в рамках дисциплины

Код компетенции	Содержание компетенции	Разделы содержания дисциплины (из п. 3.1 РП), в которых формируется компетенция	Оценочные средства	Форма контроля
ОПК-1	Способность решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов мате-	1-9	5.2.1	Устный опрос
			5.2.2	Проверка отчетов РГР

Код компетенции	Содержание компетенции	Разделы содержания дисциплины (из п. 3.1 РП), в которых формируется компетенция	Оценочные средства	Форма контроля
	математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий		5.2.3	Устный опрос
			5.2.4	Письменные задания
			5.2.5	Компьютерное тестирование
			5.3.1	Устный опрос
			5.3.2	Письменные задания
			5.4.1	Письменные задания

### 6.3 Критерии оценки учебных действий студентов

#### Критерии оценки учебных действий студентов по решению учебно-профессиональных задач на практических и лабораторных занятиях

Оценка	Характеристики ответа студента
<b>Отлично</b>	Студент самостоятельно и правильно решил учебно-профессиональную задачу, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагал свое решение, используя понятия сопротивления материалов.
<b>Хорошо</b>	Студент самостоятельно и в основном правильно решил учебно-профессиональную задачу, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагал свое решение, используя понятия сопротивления материалов.
<b>Удовлетворительно</b>	Студент в основном решил учебно-профессиональную задачу, допустил несущественные ошибки, слабо аргументировал свое решение, используя в основном понятия сопротивления материалов.
<b>Неудовлетворительно</b>	Студент не решил учебно-профессиональную задачу.

#### Критерии оценки учебных действий студентов при защите РГР



<b>Оценка</b>	<b>Характеристики ответа студента</b>
<b>Отлично</b>	Студент глубоко и всесторонне раскрыл суть вопроса; уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; делает выводы и обобщения; отвечает на дополнительные вопросы; свободно владеет терминологией сопротивления материалов.
<b>Хорошо</b>	Студент твердо усвоил материал, грамотно и по существу излагает его, допускает несущественные неточности; делает выводы и обобщения; в целом верно отвечает на дополнительные вопросы; владеет терминологией сопротивления материалов.
<b>Удовлетворительно</b>	Тема вопроса раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент частично раскрыл вопрос, по существу излагает его; допускает несущественные ошибки и неточности; затрудняется в формулировании выводов и обобщений; частично отвечает на дополнительные вопросы; частично владеет терминологией сопротивления материалов.
<b>Неудовлетворительно</b>	Студент не усвоил значительной части материала по данному вопросу; допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении его; не формулирует выводов и обобщений; испытывает затруднения при ответе на дополнительные вопросы; не владеет терминологией сопротивления материалов.

### **Критерии оценки учебных действий студентов при сдаче экзамена**

<b>Оценка</b>	<b>Характеристики ответа студента</b>
<b>Отлично</b>	Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, правильно и рационально (с использованием рациональных методик) решены практические задачи; при ответах выделялось главное, ответы были четкими и краткими, а мысли излагались в логической последовательности; показано умение самостоятельно анализировать результаты расчетов, явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии.

<b>Хорошо</b>	Даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены практические задания; при ответах не всегда выделялось
	главное, при решении практических задач не всегда использовались рациональные методики расчетов; ответы в основном были краткими, но не всегда четкими.
<b>Удовлетворительно</b>	Даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без должной глубины и обоснования, при решении практических задач студент использовал прежний опыт и не применял новые методики выполнения расчётов, на уточняющие вопросы даны правильные ответы; при ответах не выделялось главное; ответы были многословными, нечеткими и без должной логической последовательности; на отдельные дополнительные вопросы не даны положительные ответы.
<b>Неудовлетворительно</b>	Не выполнены требования, предъявляемые к знаниям, оцениваемым “удовлетворительно”.

Максимальное количество баллов, которые может получить студент за каждый вид учебных действий, отражено в графике учебного процесса соответствующей дисциплины.

**Приложение 1**  
**Пример билета к экзамену**

**БИЛЕТ № 1**

по дисциплине «Сопротивление материалов»

Направление 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих  
производств

1. Плоский изгиб балок ( 10 баллов)
2. Пределы применимости формулы Эйлера ( 10 баллов)
3. Задача ( 20 баллов)

Утверждено на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_20\_\_года, протокол № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)