

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Антрацитовский институт геосистем и технологий

Кафедра экономики и транспорта

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Антрацитовского института
геосистем и технологий

доц. Крохмалёва Е.Г.
_____ 2023 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине

Прикладная механика (Сопротивление материалов)

Специальность 23.05.04 Эксплуатация железных дорог

Специализация Магистральный транспорт

Разработчики:

доцент

И.В. Савченко

старший преподаватель

_____ В.П. Лукьянова

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры экономики и транспорта

от «14» 04 20 23 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

экономики и транспорта _____ В.А. Артеменко

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 00C0AE9BC40349D124B4B74D21A2EEBA99
Действителен с 24.07.2024 по 17.10.2025
Владелец КРОХМАЛЕВА ЕЛЕНА ГЕОРГИЕВНА

2023 г.

**Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
Прикладная механика (Сопротивление материалов)**

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля)

№ п/п	Код контроли- руемой компетен- ции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины	Этапы формиро- вания (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	Тема 1. Введение. Основы расчета элементов конструкций на прочность.	3
			Тема 2. Теория напряжений и деформаций.	3
			Тема 3. Растяжение – сжатие.	3
			Тема 4. Чистый сдвиг.	3
			Тема 5. Геометрические характеристики плоских сечений.	3
			Тема 6. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения.	3
			Тема 7. Прямой изгиб.	3
			Тема 8. Косой изгиб. Растяжение (сжатие) с изгибом.	3
			Тема 9. Гипотезы прочности и их применение.	3
			Тема 10. Устойчивость сжатых стержней.	3
			Тема 11. Задачи динамики в сопротивлении материалов.	3
			Тема 12. Расчеты на прочность при напряжениях переменных во времени.	3
			Тема 13. Контактные напряжения и деформации.	3

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контроли руемой компетен ции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируе мые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-1	знать: способы решения инженерных задач в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования уметь: решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования владеть навыками: решения инженерных задач в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10. Тема 11. Тема 12. Тема 13.	опрос теоретического материала, выполнение практических работ, выполнение лабораторных работ

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Прикладная механика (Сопротивление материалов)»**

Опрос теоретического материала

Тема 1. Введение. Основы расчета элементов конструкций на прочность.

1. Какие задачи решает наука о сопротивлении материалов?
2. Какие основные требования предъявляются к проектируемым машинам и сооружениям?
3. Как классифицируются нагрузки, действующие на части машин и сооружений?
4. На каких гипотезах и допущениях основаны выводы расчетных зависимостей в сопротивлении материалов?
5. Сформулируйте принцип независимости действия сил в применении к сопротивлению материалов.
6. Что называется: брусом, стержнем, балкой, аркой, рамой, оболочкой, пластиной?
7. Что называется деформацией тела?
8. Какая деформация называется упругой и какая пластической?
9. Укажите цель применения метода сечений? Укажите последовательность операций при методе сечений.
10. Какие внутренние силовые факторы вызывают внешние силы в поперечном сечении бруса:
11. Что называется напряжением в данной точке сечения? Что такое нормальное и касательное напряжения?
12. С какими внутренними силовыми факторами связано возникновение в поперечном сечении бруса нормальных напряжений и с какими – касательных напряжений?

Тема 2. Теория напряжений и деформаций.

1. Какие имеются виды напряженного состояния материала?
2. В чем заключается закон парности касательных напряжений?
3. Чему равна сумма нормальных напряжений по двум взаимно перпендикулярным площадкам?
4. По каким площадкам возникают наибольшее и наименьшее нормальные напряжения?
5. Как производится графическое построение для определения напряжений в наклонных площадках в случае плоского напряженного состояния?
6. Как при помощи этого построения находятся главные напряжения?
7. Чему равно наибольшее касательное напряжение в случае плоского напряженного состояния?
8. Как находятся максимальные касательные напряжения в случае объемного напряженного состояния?
9. Как находятся деформации при плоском и объемном напряженном состояниях?
10. Как формулируется первая теория прочности?
11. Как находится расчетное напряжение по второй теории прочности?

12. Зависит ли расчетное напряжение по третьей теории прочности от величины σ_2 ?

13. Чему равна удельная работа деформации при объемном напряженном состоянии?

14. Какая часть потенциальной энергии деформации учитывается при составлении расчетного уравнения по четвертой теории прочности?

Тема 3. Растяжение – сжатие.

1. Как нужно нагрузить прямой брус, чтобы он работал только на растяжение-сжатие?

2. Как определяют напряжение в любой точке поперечного сечения при растяжении-сжатии?

3. В чем заключается гипотеза плоских сечений?

4. Что такое продольная и поперечная деформации бруса при растяжении-сжатии и какова зависимость между ними?

5. Сформулируйте закон Гука. Каков физический смысл модуля продольной упругости E ?

6. Как определяют удлинение (укорочение) участка бруса с постоянным поперечным сечением и постоянной продольной силой по всей его длине?

7. Что характеризует модуль упругости первого рода? Какова размерность модуля упругости?

8. Что называется жесткостью стержня при растяжении-сжатии?

9. Что такое коэффициент Пуассона?

10. По каким формулам определяется напряжение и деформация в растягиваемом или сжимаемом брусе постоянного сечения при учете собственного веса?

11. Объясните выгоду ступенчатого бруса по сравнению с призмой при учете влияния собственного веса.

12. Какие системы называют статически определимыми и какие статически неопределимыми?

13. Какие дополнительные уравнения необходимо составить для решения статически неопределимых задач?

14. Каков общий порядок решения статически неопределимых задач?

15. Как находятся напряжения при изменении температуры?

16. Какова цель проведения статических испытаний материалов на растяжение – сжатие?

17. Что называется пределом пропорциональности, пределом упругости, пределом текучести, пределом прочности?

18. В чем состоит закон разгрузки? Что называется наклепом материала?

19. Какие предельные напряжения приняты для различных групп материалов: хрупких, пластичных и хрупкопластичных?

20. Что такое фактический коэффициент запаса прочности?

21. Что такое требуемый коэффициент запаса прочности и каковы принятые его значения исходя из свойств материала?

22. Что такое допускаемое напряжение и как его выбирают в зависимости от механических свойств материала?

23. Сформулируйте условие прочности и как записывается в математической

форме это условие при расчетах на растяжение (сжатие)?

24. Сколько различных видов расчета можно производить из условия прочности?

Тема 4. Чистый сдвиг.

1. Какое напряженное состояние называется чистым сдвигом?
2. Что называется абсолютным и относительным сдвигом? Какую они имеют размерность?
3. Как выражается закон Гука при сдвиге?
4. Какова зависимость между модулями упругости первого и второго рода?
5. На каких допущениях основаны расчеты на срез?
6. Сформулируйте условие прочности при расчетах на срез?
7. Что такое смятие? На каких допущениях основаны расчеты на смятие?
8. Какие детали рассчитываются на срез и смятие?

Тема 5. Геометрические характеристики плоских сечений.

1. Как определяется статический момент фигуры через площадь фигуры и координаты ее центра тяжести? Какова размерность статического момента?
2. Чему равен статический момент площади фигуры относительно оси проходящей через центр тяжести фигуры?
3. По каким формулам определяются координаты центра тяжести фигуры?
4. Что называют осевым, полярным и центробежным моментами инерции? Какова их размерность?
5. Какова зависимость между осевыми и полярным моментами инерции данного сечения?
6. Чему равен осевой момент инерции прямоугольника относительно его центральной оси, параллельной основанию?
7. Чему равны осевые центральные моменты инерции круга и кругового кольца?
8. Какова зависимость между осевыми моментами инерции относительно параллельных осей?
9. Какие оси, проведенные в плоскости сечения, называются главными? Главными центральными?
10. Как определяются осевые моменты инерции сложного сечения составленного из простых геометрических фигур?
11. Как определяются осевые моменты инерции сложного сечения составленного из стандартных профилей проката?

Тема 6. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения.

1. Какая зависимость существует между крутящим моментом, мощностью, передаваемой валом, и числом оборотов вала?
2. Каким образом определить в любом поперечном сечении бруса значение крутящего момента?
3. Сформулируйте правило знаков при определении значения крутящего момента.
4. На каких гипотезах и допущениях основаны выводы расчетных зависимостей при кручении?

5. По какому закону распределяются напряжения в поперечном сечении круглого бруса при кручении?
6. Какой величиной характеризуется деформация при кручении?
7. По каким формулам определяют значения деформации при кручении (относительный угол закручивания) в рад/м?
8. Что такое полярный момент инерции поперечного сечения бруса?
9. По каким формулам определяют полярный момент инерции круга и плоского круглого кольца?
10. По каким формулам определяется угол закручивания в радианах и градусах бруса постоянного поперечного сечения при постоянном значении крутящего момента по всей длине участка?
11. Что такое жесткость сечения бруса?
12. Что такое полярный момент сопротивления? Как он определяется для круга и кольца?
13. Как определяют напряжение при кручении в любой точке круглого поперечного сечения и наибольшее напряжение?
14. В каких точках сечения получают наибольшие напряжения при кручении бруса прямоугольного сечения?
15. Как производится расчет на прочность при кручении?
16. Как производится расчет на жесткость при кручении?
17. Как выражается работа деформации при кручении?
18. На каких допущениях основан вывод формул для расчета цилиндрических пружин при их осевом нагружении?
19. Запишите формулу для расчета на прочность цилиндрической винтовой пружины при осевом нагружении.
20. Запишите формулу для измерения высоты цилиндрической винтовой пружины при осевом нагружении.

Тема 7. Прямой изгиб.

1. При каких внутренних силовых факторах в поперечном сечении бруса возникает чистый изгиб? Поперечный изгиб?
2. Как необходимо нагрузить брус, чтобы получить прямой поперечный изгиб и прямой чистый изгиб?
3. Каким образом определить в любом поперечном сечении бруса значение поперечной силы и изгибающего момента?
4. Сформулируйте правило знаков при определении поперечной силы и изгибающих моментов.
5. Какими дифференциальными зависимостями связаны между собой изгибающий момент M , поперечная сила Q и интенсивность равномерно распределенной нагрузки q ?
6. На каких допущениях основаны выводы расчетных формул при изгибе?
7. Какому закону подчинено распределение напряжений в поперечном сечении бруса при чистом изгибе?
8. Каким уравнением выражается зависимость между кривизной оси бруса и изгибающим моментом?
9. Что такое жесткость сечения при изгибе?
10. Как определить напряжение в любой точке данного поперечного сечения

при прямом изгибе?

11. Как определить наибольшие напряжения в данном поперечном сечении при прямом изгибе?

12. Что такое осевой момент сопротивления? В каких единицах выражается эта величина?

13. Какие формы поперечных сечений являются рациональными для балок из пластичных материалов (например, малоуглеродистая сталь) и для балок из хрупких материалов (например, чугун)? Дайте обоснование.

14. Запишите математическое выражение условия прочности при расчетах на изгиб для балок с симметрическим сечением относительно нейтральной оси.

15. Какие виды расчетов можно производить из условия прочности при изгибе?

16. Каковы особенности расчетов на прочность балок из хрупких материалов?

17. Почему при изгибе балки в ее продольном сечении возникают касательные напряжения? В каких случаях необходимо производить проверку балки по касательным напряжениям?

18. Какое поперечное сечение более экономично при изгибе пластических и хрупких материалов?

19. Как пишется общее дифференциальное уравнение изогнутой оси балки?

20. Как находят постоянные интегрирования?

21. Как определяют наибольшую величину прогиба?

22. Что представляют собой члены правой части уравнения трех моментов?

23. Как определяются опорные реакции неразрезной балки?

24. В чем заключаются преимущества метода начальных параметров?

25. Запишите формулы определения прогиба и углов поворота для балок с жестко заделанным одним концом и двухопорных, несущих простейшие виды нагрузок.

Тема 8. Косой изгиб. Растяжение (сжатие) с изгибом.

1. Какой случай изгиба называется косым изгибом?

2. Возможен ли косой изгиб при чистом изгибе?

3. В каких точках поперечного сечения возникают наибольшие напряжения при косом изгибе?

4. Как находится положение нейтральной линии при косом изгибе?

5. Как пройдет нейтральная линия, если плоскость действия сил совпадет с диагональной плоскостью балки прямоугольного поперечного сечения?

6. Как определяются деформации при косом изгибе?

7. Может ли балка круглого поперечного сечения испытывать косой изгиб?

8. Как находят напряжения в произвольной точке поперечного сечения при внецентренном растяжении или сжатии?

9. Чему равно напряжение в центре тяжести поперечного сечения при внецентренном растяжении или сжатии?

10. Какое положение занимает нейтральная линия, когда продольная сила приложена к вершине ядра сечения?

11. Как определяется радиус инерции сечения?

12. В каких случаях необходимо определять ядро сечения?

Тема 9. Гипотезы прочности и их применение.

1. Что такое гипотезы прочности и в каких случаях возникает необходимость их применения?
2. Что такое эквивалентное напряжение?
3. Какой вид имеет выражение эквивалентного напряжения при совместном действии изгиба и кручения по гипотезе потенциальной энергии формоизменения?
4. Как производят расчет валов на прочность при совместном действии изгиба и кручения? Что такое суммарный изгибающий момент и что такое эквивалентный момент?
5. Какие напряжения возникают в поперечном сечении стержня при изгибе с кручением?
6. Как находятся опасные сечения стержня при изгибе с кручением?
7. В каких точках круглого поперечного сечения возникают наибольшие напряжения при изгибе с кручением?
8. Почему обыкновенно не учитывают касательные напряжения от изгиба при совместном действии изгиба и кручения?
9. Как пишутся условия прочности стержня по всем четырем теориям, если известны σ_u и τ_k ?
10. Как находится величина расчетного момента при изгибе с кручением стержня круглого поперечного сечения?
11. По какой теории прочности (третьей или четвертой) получится большая величина расчетного момента при заданных величинах M_u и M_k ?
12. Как выражается условие прочности при совместном действии изгиба и кручения?

Тема 10. Устойчивость сжатых стержней.

1. В чем заключается явление потери устойчивости сжатого стержня?
2. Какая сила называется критической?
3. По какой формуле находится величина критической силы?
4. В каких пределах применима формула Эйлера?
5. Что называется гибкостью стержня?
6. Чему равен коэффициент длины для различных случаев закрепления концов?
7. Как находится критическое напряжение для стержней малой и средней гибкости?
8. Какой вид имеет график критических напряжений?
9. Как производится проверка стержней на устойчивость при помощи коэффициента φ ?
10. Как подбирается сечение стержня при расчете на устойчивость?
11. Что называется запасом устойчивости? Какие запасы устойчивости принимаются для деревянных, стальных и чугунных конструкций?
12. Что определяет собой коэффициент φ при определении допускаемого напряжения сжатия? От чего зависит коэффициент φ ?

Тема 11. Задачи динамики в сопротивлении материалов.

1. Как вычисляют напряжения в деталях при равноускоренном поступательном движении?

2. Что называется динамическим коэффициентом?
3. От каких факторов зависят напряжения в ободе вращающегося колеса?
4. Как находят напряжения в спарниках и шатунах?
5. Как находят напряжения во вращающемся диске постоянной толщины?
6. Как производится испытание на удар?
7. Что называется относительной вязкостью при испытании материала на удар?
8. Как делается вывод формулы, служащей для определения напряжений при ударе?
9. Чему равен динамический коэффициент при ударе?
10. Как изменится напряжение при продольном ударе в случае увеличения площади поперечного сечения в два раза? (При ответе на этот вопрос можно пользоваться приближенной формулой.)
11. Зависит ли напряжение при изгибающем ударе от материала балки?
12. В каком случае возникнут большие напряжения при изгибающем ударе: при положении балки на ребро или плашмя?
13. От каких факторов зависит напряжение при скручивающем ударе?
14. Каким путем можно уменьшить напряжение в стержне с выточками при продольном ударе?
15. Как учитывается масса упругой системы, испытывающей удар?

Тема 12. Расчеты на прочность при напряжениях переменных во времени.

1. Как испытывается материал на усталость (выносливость)?
2. Что называется средним напряжением и амплитудой напряжения цикла при переменных напряжениях?
3. Какой цикл напряжений называется симметричным?
4. Что называется пределом выносливости материала?
5. Какие имеются эмпирические приближенные оценки пределов выносливости симметричных циклов для сталей в зависимости от предела прочности?
6. Как влияют на предел выносливости материала абсолютные размеры детали и состояние поверхности?
7. Что называется эффективным коэффициентом концентрации напряжений?
8. Как определить запас прочности при симметричном цикле напряжений?
9. Как строится приближенная диаграмма усталости?
10. Как по приближенной диаграмме усталости определяется запас прочности детали?
11. Как определяется запас прочности при сложном напряженном состоянии при переменных напряжениях?
12. Как находится предел выносливости при несимметричном цикле?
13. Какие напряжения называются местными?
14. В чем заключается разница между теоретическим и действительным коэффициентами концентрации напряжения?
15. Как устанавливаются допускаемые напряжения при переменных напряжениях?
16. Какие практические меры применяются по борьбе с изломами усталости?

Тема 13. Контактные напряжения и деформации.

1. Что такое контактные напряжения и деформации? Какова природа их существования? Приведите примеры.
2. Какое разрушение вызывают контактные напряжения?
3. Что является зонами контакта?
4. Какие допущения принимаются для решения контактной задачи?
5. Какая площадка контакта тел, ограниченных сферическими и цилиндрическими поверхностями?
6. Какие параметры характеризуют контакт тел, ограниченных сферическими и цилиндрическими поверхностями и от чего они зависят?
7. Укажите виды проверки прочности по контактным напряжениям?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству собеседование (устный/письменный опрос)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Ответ полный и правильный на основании изученного материала. Выдвинутые положения аргументированы и иллюстрированы примерами. Материал изложен в определенной логической последовательности, с использованием научных терминов; ответ самостоятельный. Обучающийся уверенно отвечает на дополнительные вопросы.
хорошо (4)	Ответ полный и правильный, подтвержден примерами; но их обоснование не аргументировано. Материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены 2-3 несущественные погрешности, исправленные по требованию экзаменатора. Материал изложен осознанно, самостоятельно, с использованием научных терминов. Обучающийся испытывает незначительные трудности в ответах на дополнительные вопросы.
удовлетворительно (3)	Ответ недостаточно логически выстроен, самостоятелен. Основные понятия употреблены правильно, но обнаруживается недостаточное раскрытие теоретического материала. Выдвигаемые положения недостаточно аргументированы и не подтверждены примерами; ответ носит преимущественно описательный характер. Научная терминология используется недостаточно. Обучающийся испытывает достаточные трудности в ответах на вопросы.
неудовлетворительно (2)	Ответ недостаточно логически выстроен, самостоятелен. Основные понятия употреблены неправильно, обнаруживается недостаточное раскрытие теоретического материала. Выдвигаемые положения недостаточно аргументированы и не подтверждены примерами; Научная терминология используется недостаточно. Обучающийся испытывает достаточные трудности в ответах на вопросы.

Практические работы

Тема 1. Исследование напряженного состояния при известных главных напряжениях

Для заданного на расчетных схемах плоского напряженного состояния в окрестности исследуемой точки элемента стальной конструкции, определить:

1. Величины главных напряжений.
2. Направление главных напряжений, определяемых углом α_0 .
3. Величины максимальных касательных напряжений.
4. Относительные линейные деформации в направлении всех главных напряжений.
5. Относительное изменение объема.
6. Проверка прочности элемента по IV-ой теории прочности.
7. Графическое решение (построение круга Мора).

Тема 2. Расчет статически определимого бруса на растяжение - сжатие

Для заданного трехступенчатого стержня, нагруженного сосредоточенными силами F_1, F_2, F_3, F_4 и распределенной нагрузкой q , действующими вдоль оси стержня, определить:

1. Определение реакции в закреплении.
2. Построение эпюры продольных сил.
3. Построение эпюры нормальных напряжений.
4. Определение допускаемых нормальных напряжений.
5. Построение эпюры абсолютной продольной деформации.

Тема 3. Расчет статически неопределимой системы на растяжение - сжатие

Для заданного трехступенчатого стального стержня, нагруженного вдоль оси сосредоточенными силами, определить:

1. Определение опорных реакций.
2. Построить эпюры продольных сил.
3. Построить эпюры нормальных напряжений.
4. Определение допускаемых напряжений
5. Определение допускаемой нагрузки из условия прочности.

Тема 4. Главные центральные моменты инерции сложного сечения, имеющего ось симметрии

Для заданного поперечного сечения стержня, определить:

1. Положение центра тяжести.
2. Осевые момент инерции относительно собственных осей.
3. Расстояния между собственными и главными центральными осями.
4. Осевые моменты инерции относительно параллельных осей.
5. Главные центральные моменты инерции.
6. Осевые моменты сопротивления.

Тема 5. Расчет вала на кручение

Для заданного стального вала жестко защемленного одним концом либо опирающийся на подшипники, нагруженного внешними сосредоточенными моментами M_1, M_2, M_3, M_4 и распределенным моментом m , определить:

1. Определение реакции в защемлении
2. Построение эпюры крутящих моментов.
3. Определение диаметра вала из расчета на прочность.
4. Определение диаметра вала из расчета на жесткость.
5. Принимаем диаметр вала из расчета на прочность и жесткость.
6. Вычерчиваем эскиз полученного ступенчатого вала
7. Определение полярных моментов инерции вала.
8. Построение эпюры абсолютных углов закручивания.
9. Относительный угол закручивания.

Тема 6. Расчет балки при прямом поперечном изгибе

Для заданной консольной балки, определить:

1. Определение опорных реакций.
2. Построение эпюры поперечных сил.
3. Построение эпюры изгибающих моментов.
4. Из условия прочности при изгибе определяем размеры поперечных сечений балки: а) прямоугольное с соотношением сторон $h/b = \alpha$; б) квадратное, со стороной a ; в) круглое, диаметром d ; г) двутавровое.
5. Сравнение экономичности указанных сечений.
6. Проверка прочности балки.
7. Построение эпюры нормальных и касательных напряжений для двутаврового поперечного сечения.

Тема 7. Расчет бруса круглого поперечного сечения на изгиб с кручением

Ведущий шкив, диаметром D_1 , с горизонтально расположенными ветвями ремня передает на вал закручивающий момент M ; два других (ведомых) шкива имеют одинаковые диаметры D_2 и одинаковые углы α наклона ветвей ремня к горизонту. Каждый из них передает исполнительным механизмам момент, равный $M/2$.

Для заданного вала, определить:

1. Определение усилий в ветвях ремня.
2. Построение эпюры крутящих моментов.
3. Определение опорных реакций в вертикальной плоскости.
4. Построение эпюры изгибающих моментов в вертикальной плоскости.
5. Определение опорных реакций в горизонтальной плоскости.
6. Построение эпюры изгибающих моментов в горизонтальной плоскости.
7. Построение суммарной эпюры изгибающих моментов.
8. Определение эквивалентного момента по III гипотезе прочности.
9. Определение диаметра вала из расчета на прочность при изгибе с кручением и округлить его до ближайшего большего стандартного.

Тема 8. Расчет сжатого стержня на устойчивость по коэффициенту продольного изгиба

Для заданного стального стержня длиной l , сжимаемого силой F , определить:

1. Размеры поперечного сечения, указанного в расчетных схемах, методом последовательных приближений (с помощью коэффициента φ).
2. Величину критической силы.
3. Фактический коэффициент запаса устойчивости и оценить устойчивость стержня.

Тема 9. Приближенный метод расчета на удар. Расчеты на прочность и жесткость при колебаниях

Для заданного стального стержня, необходимо:

1. Определить наибольшие динамические напряжения.
2. Оценить динамической прочности конструкции.
3. Определить предельно допустимую высоту падения груза.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическая работа

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент правильно выполнил задание. Показал отличное владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.
хорошо (4)	Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.
удовлетворительно (3)	Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.
неудовлетворительно (2)	При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.

Лабораторные работы

Тема 1. Определение модуля упругости второго рода при кручении.

Цель работы: определение модуля упругости второго рода (модуля сдвига) и проверка закона Гука при кручении.

Для определения модуля сдвига применяются стандартные круглые лабораторные образцы из стали 45, латуни и дюралюминия, имеющие одинаковые размеры.

Испытания проводятся на испытательной машине КМ-50-1, предна-значенной для испытания образцов из металла на кручение с наибольшим крутящим моментом 500 Нм. Измерение крутящего момента производится по силоизмерительной шкале «В» машины с пределом измерения 100 Нм и ценой деления 0,2 Нм.

Углы закручивания определяются с помощью торсиометра, размещаемого на образце и оснащенного индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм.

Тема 2. Испытание пружины на сжатие.

Цель работы: построение экспериментальной характеристики пружины (зависимость осадки пружины от сжимающей нагрузки).

Испытания проводят на гидравлическом прессе ПГ-100 в следующем порядке:

1. Измерить диаметр проволоки и наружный диаметр пружины.
2. Подсчитать число рабочих витков.
3. Вычислить осадку пружины при нескольких значениях нагрузки и по полученным значениям построить теоретическую характеристику пружины.
4. Установить пружину на испытательную машину.
5. Произвести нагружение, наращивая нагрузку равными ступенями, измеряя для каждой ступени нагружения величину осадки пружины на рабочих витках в двух диаметрально противоположных точках.
6. Полученные результаты нанести на график.

Тема 3. Определение деформаций при косом изгибе.

Цель работы: экспериментальное определение величины и направления прогиба свободного конца консольной балки при косом изгибе и сравнение с теоретическими значениями.

Выполнение работы производится на установке СМ8М, которая представляет собой балку прямоугольного сечения, жестко закрепленную в неподвижной стойке с помощью тангенциального зажима. Балка может поворачиваться вокруг продольной оси на заданный угол посредством маховика, угол поворота отсчитывается по шкале. Балка имеет деления для установки плеча нагрузки.

Измерение составляющих прогиба свободного конца балки в вертикальном и горизонтальном направлениях производится двумя индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм.

Тема 4. Проверка теорем о взаимности работ и перемещений.

Цель работы: проверить опытным путем справедливость теорем о взаимности

работ и перемещений.

Замер деформаций осуществляется с помощью индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм.

Испытания производятся в следующем порядке:

1. Выбрать на консольно защемленной балке две точки 1 и 2, расположенных на произвольно выбранных расстояниях от защемления a_1 и a_2 .
2. Установить в этих точках подвески для грузов и индикаторы часового типа.
3. Перед началом испытаний индикаторы установить в нулевое положение.
4. Нагрузить балку в точке 1 силой $P_1 = 2$ кг и снять показания индикатора в точке 2 – y_{21} .
5. Снять нагрузку P_1 и приложить в точке 2 силу $P_2 = 3$ кг. Снять показания индикатора в точке 1 – y_{12} .
6. Снять нагрузку P_2 и повторить п.п.4 – 5; приняв $P_1 = P_2 = 1$ кг.

Тема 5. Определение динамического коэффициента при ударе.

Цель работы: экспериментальное определение динамического коэффициента, возникающего в результате действия изгибающего удара на консольную балку.

Испытания проводятся на установке, которая представляет собой консольно защемленную балку прямоугольного поперечного сечения, на свободный конец которой падает груз с высоты. Замер статических и динамических деформаций производится посредством штангенциркуля, установленного под точкой падения груза с точностью 0,01 мм.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству лабораторная работа

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.
хорошо (4)	Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.
удовлетворительно (3)	Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.
неудовлетворительно (2)	При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.

Оценочные средства для промежуточной аттестации.

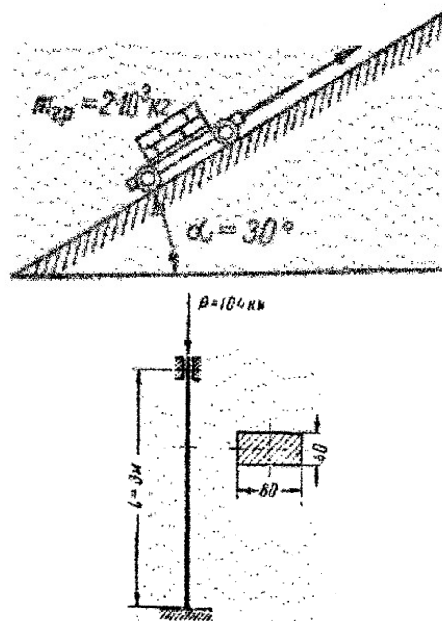
Вопросы к экзамену

1. Основные понятия и определения сопротивления материалов.
2. Метод сечений.
3. Напряжения.
4. Продольные силы и их эпюры при растяжении – сжатии. РГР№1.
5. Нормальные напряжения при растяжении – сжатии. Пример. РГР№1.
6. Абсолютные и относительные деформации при растяжении – сжатии. Закон Гука.
7. Механические испытания пластических и хрупких материалов при растяжении – сжатии. Предельные напряжения.
8. Расчеты на прочность при растяжении – сжатии (3 задачи)
9. Статически не определимые задачи. Расчет бруса, жёстко заделанного с двух сторон.
10. Статически неопределимые задачи. Расчет балки, подвешенной на стержнях.
11. Температурные напряжения в статически неопределимых системах. Задача.
12. Энергия деформации при растяжении – сжатии.
13. Чистый сдвиг. Закон Гука.
14. Практические расчеты на срез и смятие.
15. Расчеты на прочность соединительных деталей.
16. Крутящий момент и его эпюры. РГР№2.
17. Напряжения и деформации при кручении бруса круглого поперечного сечения.
18. Расчеты на прочность при кручении (3 задачи)
19. Расчеты на жесткость при кручении (3 задачи)
20. Энергия деформации при кручении.
21. Расчет цилиндрических винтовых пружин растяжения – сжатия.
22. Статические моменты и осевые моменты инерции характеристики плоских сечений.
23. Полярный момент инерции.
24. Центробежный момент инерции.
25. Осевые моменты инерции простых геометрических фигур и стандартных профилей проката.
26. Осевые моменты инерции и сопротивления сложных сечений. РГР№3.
27. Основные понятия и определения при изгибе.
28. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. РГР№4.
29. Нормальные напряжения при изгибе.
30. Расчеты на прочность пластических материалов при изгибе (3 задачи). РГР№4.
31. Расчеты на прочность хрупких материалов при изгибе (3 задачи)
32. Касательные напряжения при изгибе. Пример. РГР№4.
33. Деформации при изгибе. Расчеты на жесткость при изгибе. Задача.
34. Косой изгиб.

35. Изгиб с растяжением бруса большой жёсткости.
36. Внецентренное сжатие.
37. Расчет бруса круглого поперечного сечения на изгиб с кручением.
38. Гипотезы прочности.
39. Понятие об устойчивости сжатых стержней.
40. Устойчивость сжатых стержней. Пределы применения формулы Эйлера.
41. Расчет сжатых стержней на устойчивость по коэффициенту продольного изгиба (3 задачи). РГР№5.
42. Расчет тонкостенных цилиндрических и сферических резервуаров.
43. Расчет элементов конструкций при заданных ускорениях.
44. Приближенный метод расчета на удар.
45. Колебания систем с одной степенью свободы.
46. Напряженное состояние в точке.
47. Плоское напряженное состояние.
48. Основные понятия об усталостной прочности.
49. Расчеты на прочность при переменных напряжениях.
50. Проверка прочности при контактных напряжениях.

Задачи к экзамену

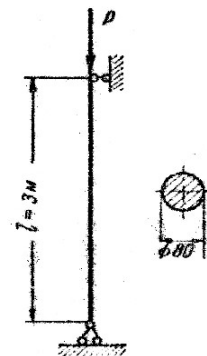
Задача 1. Определить требуемую площадь поперечного сечения троса если $[\sigma] = 50$ МПа. Груз по наклонной плоскости движется вверх с ускорением $\alpha = 1,5$ м/сек²; коэффициент сопротивления движению $f = 0,1$.



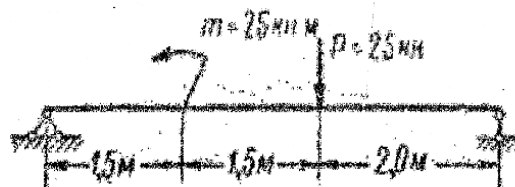
Задача 2. Проверить на устойчивость сжатую стойку из стали Ст.3, если $[n_y] = 3,5$.

Задача 3. Определить диаметр стального вала кольцевого поперечного сечения ($c = d_0$; $d = 0,65$), если $[\tau_k] = 35$ МПа и $[\varphi_0] = 6 \times 10^{-3}$ рад/м. Вал передает мощность $N = 90$ кВт при $\omega = 45$ рад/сек.

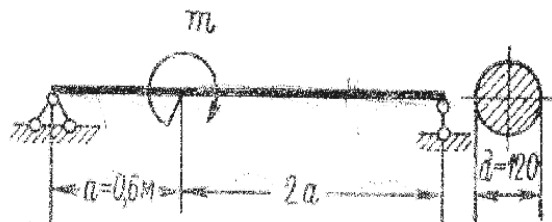
Задача 4. Определить допускаемое значение сжимающей силы. Материал сталь Ст.2; $[n_y] = 2,5$. Как изменится величина $[P]$, если длину стержня уменьшить вдвое?



Задача 5. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для двух опорной балки.

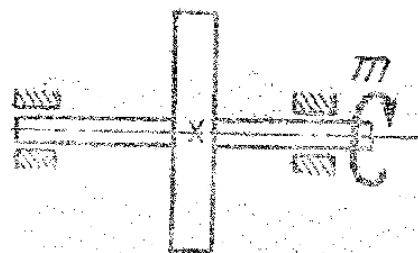


Задача 6. Определить допускаемое значение нагрузки ($[P]$ или $[m]$ или $[q]$); если $[\sigma] = 1600 \text{ кг/см}^2$.

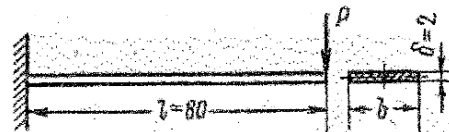


Задача 7. Определить из расчета на прочность при $[\tau_k] = 400 \text{ кг/см}^2$ требуемый диаметр вала, передающего мощность $N = 48 \text{ кВт}$ при $n = 970 \text{ об/мин}$.

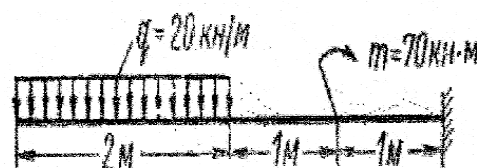
Задача 8. Определить наибольшие касательные напряжения, возникающие в поперечном сечении вала $d = 50 \text{ мм}$ в конце первой секунды его вращения, если закон движения вала в период разгона задан уравнением $\varphi = 30t^3$ (φ в радианах, t в секундах). Момент инерции шкива $I_{шк} = 10,9 \text{ кг·м}^2$. Трением в подшипниках и моментом инерции вала пренебречь.



Задача 9. Плоская пружина должна быть изготовлена из стальной полосы толщиной $\delta = 2 \text{ мм}$. Определить требуемую ширину b полосы из условия, что жесткость пружины при изображенной на чертеже расчетной схеме должна быть равна $1,7 \text{ кг/мм}$. Принять $E = 2,2 \cdot 10^4 \text{ кг/мм}^2$.



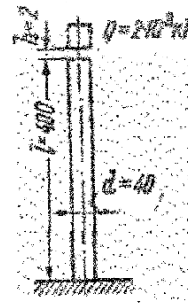
Задача 10. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для балки, жестко зашеченной одним концом.



Задача 11. Определить из расчета на жесткость требуемый диаметр стального вала, передающего мощность $N = 29 \text{ кВт}$ при $n =$

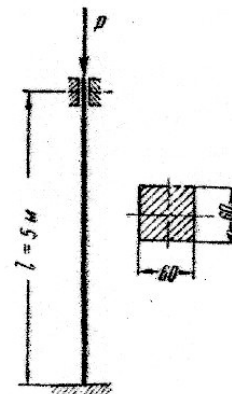
620 об/мин, если $[\varphi_0] = 0,3$ град/м.

Задача 12. Сравнить напряжения, возникающие в поперечном сечении стального стержня, при статическом действии силы Q и при падении груза весом Q с высоты $h = 2$ мм.

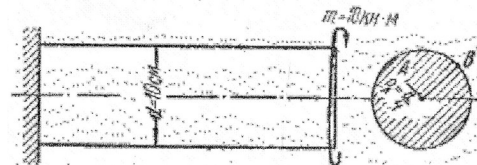


Задача 13. Проверить прочность стального вала, передающего мощность $N = 16$ кВт при $n = 650$ об/мин, если $d = 35$ мм и $[\tau_k] = 35$ МПа.

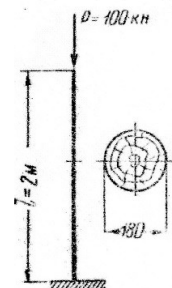
Задача 14. Определить допускаемое значение сжимающей силы. Материал сталь Ст.2; $[n_y] = 2,5$. Как изменится величина $[P]$, если длину стержня уменьшить вдвое?



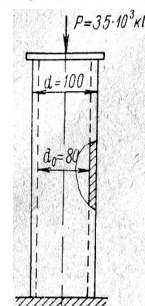
Задача 15. Определить касательные напряжения в точках A и B поперечного сечения бруса.



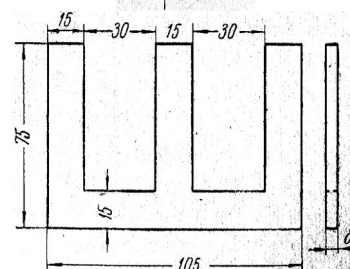
Задача 16. Проверить на устойчивость сжатую деревянную стойку, если $[\sigma_c] = 10$ МН/м².



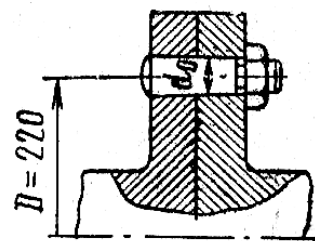
Задача 17. Проверить прочность трубчатой чугунной колонны, если предел прочности её материала на сжатие $\sigma_{нчс} = 5200$ кГ/см² и требуемый коэффициент запаса прочности $[n] = 4,0$.



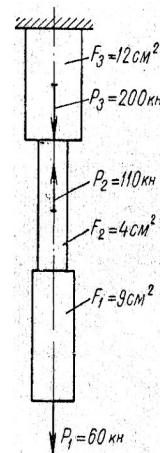
Задача 18. Определить максимальную толщину стального листа (предел прочности на срез $\tau_{нч} = 3000$ кГ/см²), из которого можно выштамповать пластину заданной формы, если усилие, действующее на пуансон штампа, $P = 54 \cdot 10^3$ кГ.



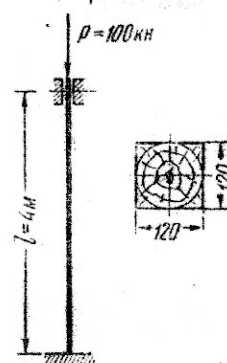
Задача 19. Валы, имеющие по концам фланцы, откованные с ними зацело, соединены болтами, плотно пригнанными к отверстиям во фланцах.



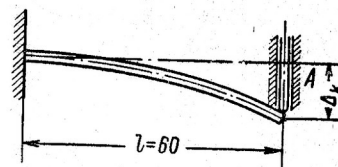
Задача 20. Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса; проверить его прочность, если $\sigma_T = 240 \text{ МН/м}^2$, $[n] = 1,5$.



Задача 21. Проверить на устойчивость сжатую деревянную стойку, если $[\sigma_c] = 10 \text{ МН/м}^2$.



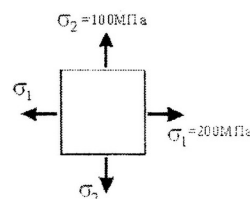
Задача 22. Плоская стальная пружина толщиной $\delta = 2 \text{ мм}$ и шириной $b = 15 \text{ мм}$ должна прижимать деталь А с силой $P = 60 \text{ Н}$. Определить Δ_k и наибольшие напряжения в поперечном сечении пружины.



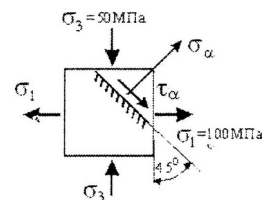
Задача 23. Определить расчетные напряжения в стальной пружине ($D = 80 \text{ мм}$, $d = 8 \text{ мм}$, $n = 10$) при падении на неё груза P , массой $m_{гр} = 5 \text{ кг}$.



Задача 24. Определить объемную деформацию стального кубика ($E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $\mu = 0,3$).



Задача 25. Определить σ_α и τ_α , если $\alpha = 45^\circ$.



Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Прикладная механика (Сопротивление материалов)» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по специальности 23.05.04 Эксплуатация железных дорог.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки бакалавров по указанному направлению подготовки.

Председатель учебно-методической
комиссии Антрацитовского института
геосистем и технологий



И.В. Савченко

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)