МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
естественнонаучных и
общеобразовательных дисциплин

_____ С.Е. Зюзин

31.05.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.04.06 Техническая механика

1. Код и наименование направления подготовки:

15.03.01 Машиностроение

2. Профиль подготовки:

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная, заочная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра естественнонаучных и общеобразовательных дисциплин

6. Составитель программы: Т.В. Зульфикарова, кандидат технических наук, доцент

7. Рекомендована: Научно-методическим советом Филиала, от 30.05.2023 протокол № 8

8. Учебный год: 2024-2025 **Семестр:** 3, 4

9. Цель и задачи учебной дисциплины:

Целью освоения учебной дисциплины «Техническая механика»: формирование базовых знаний в области механики деформируемого твердого тела, позволяющих выполнять расчеты конструкций, машин и механизмов по прочности и жесткости.

Задачи дисциплины:

–определение внутренних усилий и внутренних напряжений в стержнях при различных видах внешних воздействий и способах крепления на опорах методом сечений;

– изучение деформированного состояния стержней методами механики деформируемого твердого тела;

– формирование устойчивых навыков применения фундаментальных положений технической механики при анализе ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться в ходе создания новой техники.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Техническая механика» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1. Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения, навыки, сформированные в рамках дисциплин «Физика», «Математика», она является предшествующей следующим дисциплинам: «Основы технологии машиностроения», «Основы проектирования», «Технология изготовления деталей», «Технологическое оборудование», «Технологическая оснастка».

Условия реализации дисциплины для лиц с ОВЗ определяются особенностями восприятия учебной информации и индивидуальными психофизическими особенностями обучающихся.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1	Демонстрирует знание фундаментальных естественнонаучных законов	Знать: - основные понятия и положения технической механики; - основные методы решения широкого круга типовых задач, связанных с расчетом деталей машин и механизмов по предельным состояниям; - основные источники нормативной технической информации по экспериментальному определению механических характеристик конструкционных материалов. Уметь: - применять методы технической механики при выполнении проверочных и проектных расчетов; - применять современные методы моделирования реальных ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться в ходе создания новой техники. Владеть: - навыками и методами анализа реальной работы деталей машин и механизмов с цель обеспечения их безаварийной работы.
		ОПК-1.2	Применяет общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования для решения задач теоретического и прикладного характера в сфере профессиональной деятельности	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах — 5 / 180

Формы промежуточной аттестации – зачёт и зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

ОФО

Вид учебной работы		Трудоемкость(часы)		
		Всего	По семестрам	
			сем. 3	сем. 4
Контактная работа,		120	66	54
в том числе:	лекции	36	18	18
	практические занятия	84	48	36
Самостоятельная работа		60	6	54
Итого:		180	72	108

ЗФО

Вид учебной работы		Трудоемкость(часы)		
		Всего	По семестрам	
			сем. 3	сем. 4
Контактная работа,		22	12	10
в том числе:	лекции	8	4	4
	практические занятия	14	8	6
Самостоятельная работа		150	56	94
Форма промежуточной аттестации – зачёт и зачет с оценкой		8	4	4
Итого:		180	72	108

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
	1. Лекции		
1.1	Основные положения	Основные задачи технической механики. Деформации упругие и пластические. Основные гипотезы и допущения. Классификация нагрузок и элементов конструкции. Силы внешние и внутренние. Метод сечения. Напряжение полное, нормальное, касательное.	-
1.2	Деформации растяжения и сжатия	Внутренние силовые факторы при растяжении и сжатии. Эпюры продольных сил. Нормальное напряжение. Эпюры нормальных напряжений. Продольные и поперечные деформации. Закон Гука. Эпюра деформаций.	-
1.3	Механические характеристики конструкционных материалов	Испытания материалов на растяжение и сжатие. Диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов. Механические характеристики материалов. Напряжения предельные, допускаемые и расчетные. Коэффициент запаса прочности.	-
1.4	Геометрические характеристики плоских сечений	Статические моменты сечений. Центр тяжести сечения. Осевые, центробежные и полярные моменты инерции. Главные оси и главные центральные	-

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
		моменты инерции. Осевые моменты инерции простейших сечений. Полярные моменты инерции круга и кольца.	
1.5.	Деформации сдвига (среза), смятия.	Чистый сдвиг (срез). Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Расчет болтовых и заклепочных соединений на срез. Виды сварных соединений. Расчет на прочность сварных швов. Неоднородные напряжения смятия и порядок расчета на прочность при смятии.	-
1.6	Деформации кручения.	Внутренние силовые факторы при кручении. Чистый сдвиг. Эпюры крутящих моментов. Основные гипотезы. Угол закручивания. Обеспечение прочности и жесткости при кручении.	-
1.7	Расчеты на прочность при поперечном изгибе.	Внутренние силовые факторы при чистом изгибе, при поперечном изгибе. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Нормальное напряжение при изгибе. Расчеты на прочность при изгибе. Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского.	-
1.8.	Деформации при изгибе	Способы определения деформаций стержней при поперечном изгибе. Интеграл Мора. Графический метод Верещагина. Уравнение упругой линии балки. Линейные и угловые перемещения при изгибе.	-
1.9.	Сложное сопротивление. Сложный и косой изгибы.	Условия возникновения в стержнях сложного и косого изгибов. Уравнение нейтральной линии. Нормальные напряжения при сложном и косом изгибах. Расчет по прочности и жесткости.	-
1.10	Изгиб с растяжением или сжатием. Внецентренное сжатие.	Внутренние усилия при изгибе с растяжением (сжатием), внецентренном сжатии. Полюс давления, эксцентриситеты. Уравнение нейтральной линии сечения. Эпюры нормальных и касательных напряжений.	-
1.11	Изгиб с кручением.	Изгиб и кручение. Гипотезы прочности. Гипотеза наибольших касательных напряжений. Гипотеза энергии формоизменения.	-
1.12	Устойчивость сжатых стержней	Критическая сила, критическое напряжение. Формулы Эйлера и Ясинского. Влияние способа крепления стержня на его гибкость. Коэффициент продольного изгиба. Расчеты на устойчивость сжатых стержней.	-
1.13	Прочность стержней при динамических нагрузках	Понятия о динамических нагрузках. Циклы напряжений. Усталостное разрушение, предел выносливости. Силы инерции при расчете на прочность. Динамическое напряжение, динамический коэффициент.	-
	2. Практические занятия		
2.1	Расчет стержней на действие продольных сил	Определение внутренних силовых факторов при растяжении и сжатии. Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений. Эпюра продольных деформаций.	-
2.2	Определение геометрических характеристик сечений	Центр тяжести плоских сечений. Моменты инерции сечения относительно центральных осей. Главные оси и главные центральные моменты инерции.	-
2.3	Расчет соединений на срез и смятие	Обеспечение прочности болтовых (заклепочных) соединений на срез и смятие. Расчет сварных соединений.	-

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
2.4	Расчет стержней на кручение	Определение внутренних силовых факторов при кручении вала. Эпюры крутящих моментов и касательных напряжений. Деформации вала, угол закручивания. Построение эпюр деформаций.	-
2.5	Расчет стержней на поперечный изгиб	Определение внутренних силовых факторов при поперечном изгибе. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Нормальное напряжение при изгибе. Касательные напряжения при изгибе. Вычисление поперечных деформаций и угловых перемещений методом Клебша. Построение упругой линии балки.	-
2.6	Расчет стержней на косой изгиб.	Определение внутренних силовых факторов при косом изгибе. Положение нейтральной линии сечения. Построение эпюры нормальных напряжений. Расчет прогибов при косом изгибе.	-
2.7	Расчет стержня на внецентренное сжатие.	Определение внутренних усилий при внецентренном сжатии. Полюс давления, эксцентриситеты. Уравнение нейтральной линии сечения. Построение эпюры нормальных напряжений.	-
2.8	Расчет вала на изгиб с кручением.	Определение внутренних усилий и построение эпюр при изгибе с кручением. Эквивалентные напряжения в опасном сечении. Условие прочности, теории прочности.	-
2.9	Расчет сжатых стержней на продольный изгиб.	Обеспечение устойчивости сжатого стержня в двух плоскостях. Использование метода последовательного приближения при расчете на устойчивость.	-
2.10	Расчет стержней на ударные нагрузки	Применение принципа Даламбера при расчете на ударные воздействия. Силы инерции, динамическое напряжение, динамический коэффициент.	-

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий
Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
01	Основные положения	2	0		0	2
02	Деформации растяжения и сжатия	2	6		1	9
03	Механические характеристики конструкционных материалов	2	4		0	6
04	Геометрические характеристики плоских сечений	2	10		2	14
05	Деформации сдвига (среза), смятия.	2	6		0	8
06	Деформации кручения.	2	6		1	9
07	Расчеты на прочность при поперечном изгибе.	4	8		1	13
08	Деформации при изгибе	2	8		1	11
	Итого в 3 семестре	18	48		6	72
09	Сложное сопротивление. Сложный и косой изгибы.	4	8		12	24
10	Изгиб с растяжением или сжатием. Внецентренное сжатие.	4	8		12	24

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
11	Изгиб с кручением.	4	8		12	24
12	Устойчивость сжатых стержней	4	8		12	24
13	Прочность стержней при динамических нагрузках	2	4		6	12
	Итого в 4 семестре	18	36		54	108
	Итого:	36	84		60	180

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
01	Основные положения	0,5	1	0	2	3,5
02	Деформации растяжения и сжатия	0,5	1	0	8	9,5
03	Механические характеристики конструкционных материалов	0,5	1	0	6	7,5
04	Геометрические характеристики плоских сечений	1	1	0	10	12
05	Деформации сдвига (среза), смятия.	0	1	0	6	7
06	Деформации кручения.	0,5	1	0	8	9,5
07	Расчеты на прочность при поперечном изгибе.	0,5	1	0	8	9,5
08	Деформации при изгибе	0,5	1	0	8	9,5
	Контроль					4
	Итого в 3 семестре	4	8	0	56	72
09	Сложное сопротивление. Сложный и косой изгибы.	0	1	0	14	15
10	Изгиб с растяжением или сжатием. Внецентренное сжатие.	1	1	0	20	22
11	Изгиб с кручением.	1	2	0	20	23
12	Устойчивость сжатых стержней	1	1	0	20	22
13	Прочность стержней при динамических нагрузках	1	1	0	20	22
	Контроль					4
	Итого в 4 семестре	4	6	0	94	108
	Итого:	8	14	0	150	180

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению учебной дисциплины, прежде всего, обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой дисциплины. Электронный вариант рабочей программы размещён на сайте БФ ВГУ.

Знание основных положений, отраженных в рабочей программе дисциплины, поможет обучающимся ориентироваться в изучаемом курсе, осознавать место и роль изучаемой дисциплины в подготовке будущего педагога, строить свою работу в соответствии с требованиями, заложенными в программе.

Основными формами аудиторных занятий по дисциплине являются лекции и практические занятия, посещение которых обязательно для всех студентов (кроме студентов, обучающихся по индивидуальному плану).

В ходе лекционных занятий необходимо критически осмысливать предлагаемый материал, задавать вопросы как уточняющего характера, помогающие уяснить отдельные излагаемые положения, так и вопросы продуктивного типа, направленные на расширение и углубление сведений по изучаемой теме, на выявление недостаточно освещенных вопросов, слабых мест в аргументации и т.п. На практических занятиях

необходимо активно участвовать в решении предлагаемых проблем. Для успешного освоения дисциплины желательно выполнять индивидуальные задания, готовить доклады и рефераты.
При подготовке к промежуточной аттестации необходимо повторить пройденный материал в соответствии с учебной программой. Рекомендуется использовать конспекты лекций и источники, перечисленные в списке литературы в рабочей программе дисциплины, а также ресурсы электронно-библиотечных систем. Необходимо обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных по разным причинам. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов Интернета, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Техническая механика. Сопротивление материалов: (теория и практика): учебное пособие / А.М. Бахолдин, О.М. Болтенкова, О.Ю. Давыдов и др.; Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»; науч. ред. В.Г. Егоров. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. - 173 с.: ил. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255878 (12.06.2019)
2	Завистовский, В.Э. Техническая механика : учебное пособие / В.Э. Завистовский, Л.С. Турищев. - Минск : РИПО, 2015. - 368 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 354-355. - ISBN 978-985-503-444-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463706 (12.06.2019)

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Эрдеди, А.А. Техническая механика: учебник для студ. учреждения сред. проф. образования / А.А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди. – М.: Академия, 2014. – 528 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
4	Техническая механика: в 4 кн. / под ред. Д.В. Чернилевского. Кн. 2. Сопротивление материалов: учебное пособие / В.В. Астанин. М.: Машиностроение, 2012. 160 с. http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756048.html (12.06.2019)
5	Техническая механика: в 4-х кн. / под ред. Д.В. Чернилевского. Кн. 3. Основы теории механизмов и машин: учебное пособие / Я.Т. Киницкий. М.: Машиностроение, 2012. 104 с. http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756123.html (12.06.2019)

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Техническая механика: в 4 кн. / под ред. Д.В. Чернилевского. Кн. 2. Сопротивление материалов: учебное пособие / В.В. Астанин. М.: Машиностроение, 2012. 160 с. http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756048.html
2	Техническая механика: в 4-х кн. / под ред. Д.В. Чернилевского. Кн. 3. Основы теории механизмов и машин: учебное пособие / Я.Т. Киницкий. М.: Машиностроение, 2012. 104 с. http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756123.html

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используются традиционные лекционные занятия по разделам курса, а также практические занятия для развития навыков выполнения и стандартного оформления технических чертежей.

При реализации дисциплины используются **информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:**

–Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – http://elibrary.ru/
–Электронная Библиотека Диссертаций Российской Государственной Библиотеки – https://dvs.rsl.ru/
–Научная электронная библиотека – http://www.scholar.ru/
–Федеральный портал Российское образование – http://www.edu.ru/
–Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/
–Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – http://fcior.edu.ru
–Единая коллекция Цифровых Образовательных Ресурсов – http://school-collection.edu.ru/
–Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» – http://biblioclub.ru/

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Программное обеспечение:

–Win10, OfficeProPlus 2010
–браузеры: Yandex, Google, Opera, Mozilla Firefox, Explorer
–STDU Viewer version 1.6.2.0
–7-Zip
–GIMP GNU Image Manipulation Program
–Paint.NET
–Tux Paint

Мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук или стационарный компьютер, экран), компьютерный класс (компьютеры, объединенные в сеть с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ и БФ).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Основные положения	ОПК-1	ОПК-1.1	Тест
2.	Деформации растяжения и сжатия	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Тест, расчетно-графическая работа 1
3.	Механические характеристики конструкционных материалов	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Тест
4.	Геометрические характеристики плоских сечений	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Тест
5	Деформации сдвига (среза), смятия.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Тест
6	Деформации кручения.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Тест, расчетно-графическая работа 2
7	Расчеты на прочность при поперечном изгибе.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Тест, расчетно-графическая работа 3
8	Деформации при изгибе	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Тест, расчетно-графическая работа 4
9	Сложное сопротивление. Сложный и косой изгибы.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Тест
10	Изгиб с растяжением или	ОПК-1	ОПК-1.1	Тест, расчетно-графическая

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	сжатием. Внецентренное сжатие.		ОПК-1.2	работа 5
11	Изгиб с кручением.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Тест, расчетно-графическая работа 6
12	Устойчивость сжатых стержней	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Тест, расчетно-графическая работа 7
13	Прочность стержней при динамических нагрузках	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Тест, расчетно-графическая работа 8
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет, зачёт с оценкой				Перечень вопросов к зачёту и зачету с оценкой

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

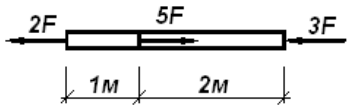
Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Тесты

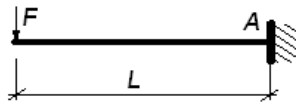
1. Среда называется
1) сплошной; 2) однородной; 3) изотропной; 4) упругой; 5) ортотропной, если ее свойства не зависят от координат точек:

2. Статический момент плоского сечения относительно данной оси – это:
1) произведение площади на квадрат расстояния до оси;
2) произведение площади на расстояние до оси;
3) $\int yzdA$; 4) $\int \rho dA$; 5) $\int \rho^2 dA$.

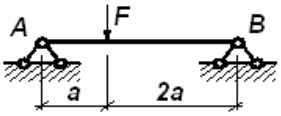
3. Наибольшее по абсолютной величине продольное усилие бруса составляет:
1) $5F$; 2) $3F$; 3) $2F$; 4) $7F$; 5)$8F$.



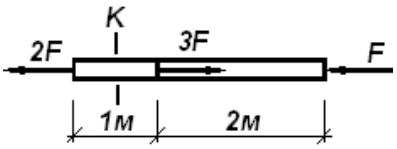
4. Вертикальная составляющая опорной реакции в заделке А равна:
1) 0; 2) F; 3) $2F$; 4) 3 F; 5) 0.5 F.



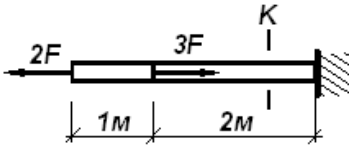
5. Реакция опоры А равна:
1) $\frac{2}{3}F$; 2) $\frac{1}{2}F$; 3) $\frac{3}{2}F$; 4) 0; 5) F.



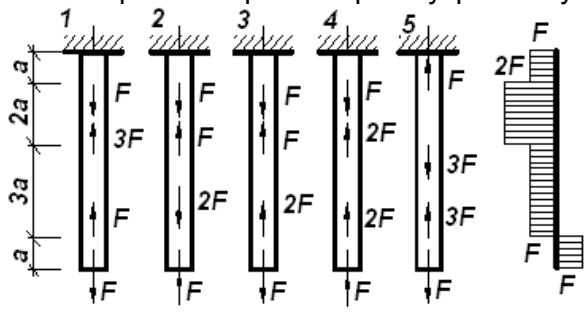
6. Нормальные напряжения в сечении К, если площадь сечения $A=4см^2$, $F=10кН$, равны:
1) 25 $МПа$; 2) 50 $МПа$; 3) 45 $МПа$; 4) 30 $МПа$; 5) 60 $МПа$.



7. Напряжения в поперечном сечении К (прямоугольной формы с размерами 2х6 см) бруса при $F=12кН$ равны:
1) 30 $МПа$; 2) 40 $МПа$; 3) 50 $МПа$; 4) 60 $МПа$; 5) 10 $МПа$.



8. Для какого из представленных стержней верна эпюра внутренних усилий:



9. Момент инерции сечения относительно оси x:

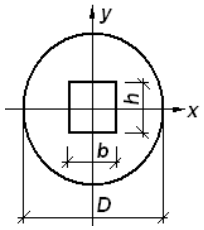
1) $J_z = \pi D^3/32 - bh^2/6$;

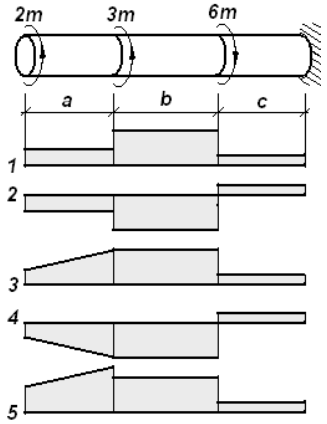
2) $J_z = \pi D^4/64 - b^3h/12$;

3) $J_z = \pi D^4/64 - bh^3/12$;

4) $J_z = \pi D^4/12 - bh^3/64$;

5) $J_z = \pi D^4/12 - bh^3/64$;



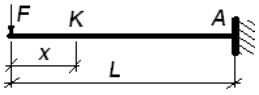


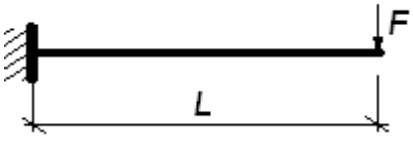
10. Указать эпюру крутящих моментов вала:

11. Назовите внутренние усилия в балке при поперечном изгибе:
1) продольная сила, изгибающий момент;
2) изгибающий и крутящий момент;
3) крутящий момент и поперечная сила;
4) изгибающий момент;
5) изгибающий момент и поперечная сила.

12. Изгибающий момент в сечении К равен:

1) $-\frac{Fx^2}{2}$; 2) $-Fx$; 3) $-\frac{Fx}{2}$; 4) $2Fx$; 5) $-Fx^2$;



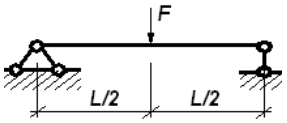


13. Максимальный по абсолютной величине изгибающий момент в консольной балке равен:

1) $\frac{Fl^2}{2}$; 2) $\frac{Fl}{2}$; 3) Fl; 4) $4Fl$; 5) Fl^2;

14. Максимальная по абсолютной величине поперечная сила равна:

1) F; 2) $\frac{F}{2}$; 3) $\frac{F}{3}$; 4) $\frac{F}{4}$; 5) $2F$;



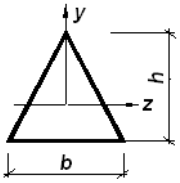
15. Признак, определяющий положение нейтральной линии балки при поперечном изгибе (x - продольная ось балки):

1) $M_z = 0$; 2) $\tau_{xy} = 0$; 3) $\sigma_x = 0$; 4) $Q_y = 0$; 5) $J_x = 0$;

16. Максимальное нормальное напряжение в балке треугольного поперечного сечения при действии изгибающего момента M_z?

1) $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z}\frac{2b}{3}$; 2) $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{W_z}\frac{1}{3}h$; 3) $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_y}\frac{2h}{3}$;

4) $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z}\frac{1}{3}h$; 5) $\sigma_{\max} = \frac{M_z}{J_z}\frac{2}{3}h$;

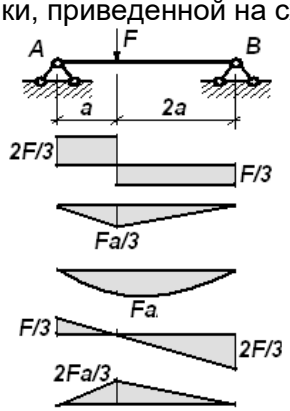


17. Уравнение упругой линии балки в дифференциальной форме имеет вид:

1) $V'''(x) = \pm\frac{M_{(x)}}{EI}$; 2) $\frac{V''(x)}{((1+(V')^2)^{\frac{3}{2}}} = \pm\frac{M(x)}{EI}$; 3) $\frac{V''(x)}{1+(V)^2} = \pm\frac{M(x)}{EI}$;

4) $V'''(x) = \pm M(x)\cdot EI$; 5) $V'''(x) = \pm M(x)$;

18. Эпюра изгибающих моментов балки, приведенной на схеме:



19. Укажите условие прочности стержня при растяжении (сжатии):

1) $\sigma = R$; 2) $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \le R$; 3) $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \approx R$; 4) $\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \ge R$; 5) $\sigma = \frac{N}{A} \le R$;

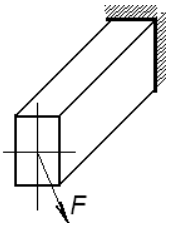
20. В стержне прямоугольного сечения bxh действуют внутренний изгибающий момент, поперечная сила и продольная сила (M_x, Q_y и N). Максимальное нормальное напряжение определяется формулой:.

1) $\sigma = \frac{M_z}{J_z}\frac{N}{b\cdot h}$; 2) $\sigma = \frac{M_z}{W_z} + \frac{N}{b\cdot h}$; 3) $\sigma = \frac{M_z}{W_z}\cdot\frac{h}{2} + \frac{N}{b\cdot h}$; 4) $\sigma = \frac{Q_y\cdot S_z^*}{J_z\cdot b} + \frac{N}{b\cdot h}$;

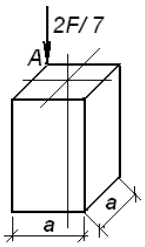
5) $\sigma = \frac{M_z}{J_z\cdot b} + \frac{N}{b\cdot h}$;

21. Укажите, какой вид напряженного состояния испытывает стержень:

1) растяжение; 2) кручение; 3) плоский изгиб; 4) косой изгиб; 5) срез.



22. Короткий стержень испытывает внецентренное сжатие. Напряжение в точке А сечения равно:



1) $\sigma = -3.33\dfrac{F}{a^2}$; 2) $\sigma = -4.33\dfrac{F}{a^2}$; 3) $\sigma = -2.33\dfrac{F}{a^2}$;

4) $\sigma = -2.00\dfrac{F}{a^2}$; 5) $\sigma = -5.67\dfrac{F}{a^2}$;

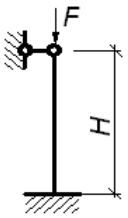
23. В соответствии с какой теорией прочности выполняется неравенство $\varepsilon_{\max} \le \varepsilon_{п.н.с.}$?

1) Первой. 2) Второй. 3) Третьей. 4) Четвертой. 5) Пятой.

24. Укажите формулу, по которой определяются главные напряжения:

1) $\sigma_{\substack{\max\\\min}} = \sigma_x \cos^2\alpha + \sigma_y \sin^2\alpha + \tau_{xy}\sin 2\alpha$; 2) $\sigma_{\substack{\max\\\min}} = \pm\sqrt{\left(\dfrac{\sigma_x+\sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$;

3) $\sigma_{\substack{\max\\\min}} = \dfrac{\sigma_x+\sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\dfrac{\sigma_x+\sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$; 4) $\sigma_{\substack{\max\\\min}} = \pm\dfrac{\sigma_x+\sigma_y}{2}$;



25. Какой коэффициент приведения длины позволяет определить гибкость стержня с данным типом крепления концов:

1) $\mu = 1.7$; 2) $\mu = 0.7$; 3) $\mu = 1.0$; 4) $\mu = 0.5$; 5) $\mu = 2$;

Контрольные работы по темам курса

2 семестр, очная форма обучения
2 семестр, заочная форма обучения

РГР 1. Расчет бруса на осевое растяжение-сжатие

Ступенчатый брус, включающий участки длиной l_1, l_2, l_3, жестко закреплен с одной стороны. К брусу приложены продольные силы растяжения и сжатия $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$.

Выполнить расчеты бруса по допускаемым напряжениям и деформациям, если $[\sigma] = 160\text{МПа}, E = 2\cdot 10^5\,\text{МПа}$.

План решения:

1. Выполнить расчетную схему бруса с соблюдением продольного масштаба и с указанием значений и направлений приложенных нагрузок;
2. Определить продольные усилия на отдельных участках бруса и построит эпюру;
3. Выполнить расчет бруса по предельно допускаемым напряжениям в соответствии с заданной формой поперечного сечения (квадрат, круг). Сечения назначить в соответствии с ГОСТ 6636-69 (СТ СЭВ 514-77), обозначить сечения бруса на схеме;
4. Определить распределение нормальных напряжений бруса по его длине, построить эпюру нормальных напряжений;
5. Определить продольные деформации отдельных участков и всего бруса вцелом. Построить эпюру продольных перемещений.

РГР 2. Расчет круглого вала

Стальной вал круглого поперечного сечения опирается на подшипники. К валу приложены крутящие моменты $\vec{m}_1$, $\vec{m}_2$, $\vec{m}_3$, $\vec{m}_4$. Определить крутящий момент $\vec{m}_0$, который позволяет удержать вал в равновесии (исключить вращение вала).

Выполнить расчеты бруса по предельно допускаемым напряжениям и по деформациям, если $[\tau] = 80\text{МПа}, G = 80\text{ГПа}$. План решения:

1. Выполнить статический расчет вала, определить модуль и направление крутящего момента $\vec{m}_0$.
2. На расчетной схеме вала, выполненной с соблюдением продольного масштаба, обозначить все внешние воздействия на вал и построить эпюру крутящих моментов.
3. Выполнить расчет вала по предельно допускаемым касательным напряжениям и определить сечения вала. Сечения назначить в соответствии с ГОСТ 6636-69 (СТ СЭВ 514-77), обозначить сечения бруса на схеме.
4. Для каждого силового участка вала вычислить наибольшие касательные напряжения, определить главные напряжения, построить эпюру напряжений.
5. Вычислить и построить эпюру углов закручивания вала (в градусах).

РГР 3. Расчет балки на прочность

Дана расчетная схема балки, к которой приложены внешние воздействия (силы, моменты сил, распределенные нагрузки). Подобрать сечения балки и выполнить проверку прочности.

План решения:

1. Выполнить в масштабе расчетную схему балки с указанием заданных нагрузок.
2. Рассчитать изгибающие моменты и поперечные силы в сечениях балки, по результатам расчетов построить эпюры $\mathrm{M}_{\text{из}}$ и Q.
3. Из расчета на прочность ($[\sigma] = 160\text{МПа}$) подобрать сечения балки:
- круглое сечение (определить диаметр сечения),
- прямоугольное сечение (определить ширину b и высоту h сечения при $h/b = 2$, ГОСТ 6636-69),
- двутавровое сечение (№ двутавра).
4. Изобразить в масштабе подобранные сечения балки, построить эпюру нормальных напряжений в наиболее опасном сечении.
5. Выполнить сравнительный расчет расхода материалов на изготовление балок и определить наиболее экономичный вариант.
6. Для выбранного сечения балки выполнить проверку прочности по нормальным и касательным напряжениям $[\tau] = 80\text{МПа}$, а также полную проверку прочности наиболее опасного сечения.

РГР 4. Расчет жесткости статически определимой балки

Дана расчетная схема балки, к которой приложены внешние воздействия (силы, моменты сил, распределенные нагрузки). Подобрать сечение балки из условий прочности по нормальным, касательным и полным напряжениям, проверить, удовлетворяет ли сечение балки условиям жесткости. План решения:

1. Выполнить в масштабе расчетную схему балки с указанием заданных нагрузок.
2. Рассчитать изгибающие моменты и поперечные силы в сечениях балки, по результатам расчетов построить эпюры $\mathrm{M}_{\text{из}}$ и Q.
3. Подобрать двутавровое сечение балки из условий прочности по нормальным и касательным напряжениям.
4. Используя универсальные уравнения метода начальных параметров, определить углы поворота опорных сечений и прогибы балки в характерных точках $(\mathrm{E} = 200\text{ГПа})$.
5. Построить линию изогнутой оси балки и сравнить ее с эпюрой моментов.
6. Проверить, соответствуют ли прогибы балки нормативным значениям. Если условие жесткости не выполняется, необходимо изменить сечение двутавра и повторить расчет жесткости.

3 семестр, очная форма обучения
3 семестр, заочная форма обучения

РГР 5. Расчет статически неопределимой балки

Дана расчетная схема статически неопределимой балки, к которой приложены внешние распределенные q и сосредоточенные силы $F = \alpha qa$, а также изгибающий момент $M = \beta qa^2$. Подобрать сечение балки из условий прочности по нормальным, касательным и полным напряжениям, проверить, удовлетворяет ли сечение балки условиям жесткости. План решения:
1. Раскрыть статическую неопределимость балки и определить неизвестные реакции связей.
2. Рассчитать изгибающие моменты и поперечные силы в сечениях балки, по результатам расчетов построить эпюры $\mathrm{M_{из}}$ и Q.
3. Подобрать круглое сечение балки из условий прочности по нормальным напряжениям.
4. Выполнить расчет балки по жесткости ($\mathrm{E} = 10^4 \mathrm{МПа}$), проверить прогибы балки в середине пролета и на консоли.

РГР 6. Расчет вала на совместное действие изгиба и кручения
Дана расчетная схема вала, на который через шкив диаметром D и шестерни передаются крутящие моменты. Определить диаметр вала ($[\sigma] = 120\mathrm{МПа}$), если силы натяжения ремней шкивов составляют $T = 2t$. План решения:
1. По соотношениям усилий ременной передачи рассчитать крутящие моменты на шкивах $\vec{m}_1$, $\vec{m}_2$, $\vec{m}_3$.
2. На расчетной схеме вала, выполненной с соблюдением продольного масштаба, обозначить все внешние воздействия на вал и построить эпюру крутящих моментов.
3. Рассмотреть схемы нагружения вала в вертикальной и горизонтальной плоскостях, и построить эпюры изгибающих моментов в этих плоскостях.
4. Построить эпюру результирующего изгибающего момента и выбрать опасное сечение вала, учитывая совместное воздействие на вал крутящего момента и изгибающего момента.
5. Используя третью или четвертую гипотезы прочности, подобрать круглое сечение вала и назначить по ГОСТ 6636-69,

РГР 7. Расчет сжатого стержня на устойчивость
Дана расчетная схема стержня с указанием способа крепления его концов и рекомендуемого профиля поперечного сечения (прокатный профиль). Подобрать сечение сжатого стержня с учетом его устойчивости. Для расчетов принять $[\sigma] = 140\mathrm{МПа}$, материал – Ст3. План решения:
1. Выполнить расчетную схему стержня с соблюдением продольного масштаба и с указанием способа опирания, расположить сечение так, чтобы максимально увеличить жесткость вцелом.
2. Вычислить приведенную длину стержня, учитывая способ его соединения с опорами, Определить коэффициенты приведения μ для обеих плоскостей симметрии сечения.
3. Задать коэффициент продольного изгиба φ и подобрать номер профиля стержня в первом приближении.
4. Выполнить расчет подобранного стержня на продольный изгиб. Если условие устойчивости не выполняется, то подбор сечения необходимо продолжить.

РГР 8. Расчет на ударную нагрузку
На стальную двутавровую балку пролетом $l = 2\mathrm{м}$, свободно лежащую на двух опорах, с высоты h падает груз силой тяжести Q. Проверить прочность балки по нормальным напряжениям. Сравнить прогиб балки при статическом приложении силы Q и динамическом ее приложении. План решения:
1. Определить наибольшие нормальные напряжения в балке.
2. Определить прогиб балки $\delta_{\mathrm{ст}}$ при статическом действии нагрузки Q в том сечении, в котором она приложена.

3. Выполнить расчет балки при условии, что правая опора балки заменена пружиной, сжатие которой от действия силы 1кН составляет 30мм.
4. Выполнить расчет осадки $\delta_{\text{пр}}$ упругой пружины под действием приложенной силы Q .
5. Определить общий прогиб балки $\delta = \delta_{\text{ст}} + k\delta_{\text{пр}}$ при наличии упругой опоры, где k - коэффициент пропорциональности, устанавливающий зависимость между осадкой упругой опоры и перемещением точки приложения силы Q.
6. Сравнить полученные результаты.

Описание технологии выполнения и критерии оценивания расчетно-графических работ

Расчетно-графические работы выполняются в отдельной тетради по индивидуальным заданиям после изучения соответствующих разделов курса.

Критерии оценки

Оценка **«отлично»** выставляется, если студент отлично ориентируется в теоретическом материале, уверенно владеет навыками проектных и проверочных расчетов, знает в достаточном объеме требования нормативную и справочную литературу

Оценка **«хорошо»** выставляется, если студент хорошо ориентируется в теоретическом материале, владеет навыками проектных и проверочных расчетов, умеет использовать нормативную и справочную литературу

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если студент удовлетворительно ориентируется в теоретическом материале, допускает незначительные погрешности при выполнении расчетов, умеет использовать нормативную и справочную литературу

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если студент неудовлетворительно ориентируется в теоретическом материале, не освоил метода сечений, допускает существенные ошибки в расчетах.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по вопросам к зачету.

Перечень вопросов к зачёту и зачету с оценкой:

1. Предмет и методы сопротивления материалов. Основные понятия: прочность, жесткость, устойчивость. Расчетная схема и ее элементы. Виды нагрузок и деформации.
2. Основные гипотезы и допущения сопротивления материалов. Гипотеза плоских сечений, гипотеза Гука, гипотеза малых деформаций. Принцип независимости действия сил.
3. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Нормальные и касательные напряжения. Интегральные зависимости между внутренними силами и напряжениями.
4. Геометрические характеристики плоских сечений: статические моменты, осевые моменты инерции, центробежный момент инерции, полярный момент инерции. Центр сечения.
5. Моменты инерции практически важных сечений: прямоугольного, круглого и трубчатого.
6. Изменение осевого момента инерции при параллельном переносе осей, при повороте осей. Главные оси сечения и главные моменты инерции.
7. Внутренние усилия растяжения (сжатия). Правила контроля эпюр продольных сил. Нормальные напряжения. Напряжения в наклонных сечениях.
8. Закон Гука при растяжении и сжатии. Относительные и абсолютные деформации. Модуль упругости, коэффициент Пуассона. Расчет на прочность и жесткость при растяжении.

9. Механические характеристики материалов. Диаграмма механических напряжений. Пределы пропорциональности, упругости, текучести, прочности. Потенциальная энергия упругой деформации.
10. Напряженное состояние элемента объема. Тензор напряжений. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженных состояний: линейное, плоское, объемное.
11. Линейное и плоское напряженные состояния. Связь между напряжениями по наклонным площадкам и главными напряжениями. Закон постоянства суммы нормальных напряжений. Закон парности касательных напряжений.
12. Деформации сдвига (среза). Закон Гука. Напряжения при сдвиге. Условие прочности. Принципы расчета болтовых и заклепочных соединений. Расчет сварных соединений.
13. Деформации смятия. Неоднородность деформаций и контактных напряжений. Допущения при расчете на смятие. Проверка прочности при смятии.
14. Деформации, возникающие при кручении вала. Закон Гука. Расчет вала по прочности и жесткости. Потенциальная энергия.
15. Понятия о чистом изгибе и поперечном изгибе балки. Гипотезы и допущения. Дифференциальные зависимости при изгибе. Правила контроля эпюр изгибающих моментов и поперечных сил.
16. Нормальные напряжения при поперечном изгибе. Расчет балки на прочность по нормальным напряжениям и касательным напряжениям. Формула Журавского. Распределение напряжений в сечении балки.
17. Перемещения при изгибе: прогиб, угол поворота. Уравнение упругой линии балки. Метод Клебша. Введение начальных условий.
18. Косой и сложный изгибы. Нормальные напряжения, условие прочности. Характер распределения напряжений. Уравнение нейтральной линии. Деформации при косом и сложном изгибе.
19. Внутренние усилия при растяжении с изгибом. Нормальные и касательные напряжения, условия прочности. Характер распределения напряжений. Уравнение нейтральной линии.
20. Сжатие с изгибом. Нормальные напряжения при сжатии с изгибом, условие прочности. Характер распределения напряжений. Уравнение нейтральной линии.
21. Кручение с изгибом. Нормальные и касательные напряжения при сжатии с изгибом, эквивалентные напряжения, условие прочности.
22. Циклы напряжений. Усталостное разрушение, его причины и характер. Кривая усталости, придел выносливости. Коэффициент запаса.
23. Понятия о динамических нагрузках. Силы инерции при расчете на прочность. Динамическое напряжение, динамический коэффициент.
24. Критическая сила, критическое напряжение, гибкость. Формула Эйлера. Расчеты на устойчивость сжатых стержней.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.
Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, тесты и расчетно-графические работы, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Студент отлично ориентируется в теоретическом материале, владеет навыками выполнения проверочных и проектных расчетов стержней по предельным состояниям успешно справился с расчетно-графическими заданиями (РГР) и тестовыми заданиями.	*Повышенный уровень*	*Отлично*
Студент хорошо ориентируется в теоретическом материале, освоил метод сечений, знает (с небольшими погрешностями) порядок расчета стержней по предельным состояниям, выполнил расчетно-графические работы и прошел тестирование.	*Базовый уровень*	*Хорошо*
Студент удовлетворительно ориентируется в теоретическом материале, освоил метод сечений, знает порядок расчета стержней по предельным состояниям, выполнил не все расчетно-графические работы, но прошел тестирование.	*Пороговый уровень*	*Удовлетвори тельно*
Студент неудовлетворительно ориентируется в теоретическом материале, не освоил метода сечений, не выполнил расчетно-графические работы, не прошел тестирование.	–	*Неудовлетворительно*