Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владивостокский государственный университет»
Кафедра транспортных процессов и технологий

Рабочая программа дисциплины (модуля)

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление и направленность (профиль)
07.03.01 Архитектура. Архитектура

Год набора на ОПОП
2026

Форма обучения
очная

Владивосток 2026

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Сопротивление материалов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 07.03.01 Архитектура (утв. приказом Минобрнауки России от 08.06.2017г. №509) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

Карсаков К.Б., ассистент, Кафедра транспортных процессов и технологий, KB.Karsakov@vvsu.ru

Утверждена на заседании кафедры транспортных процессов и технологий от 14.09.2026, протокол № 1

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Кузнецов П.А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат	1576663924
Номер транзакции	0000000000EB41A3
Владелец	Кузнецов П.А.

1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью освоения дисциплины «Сопротивление материалов» является овладение теоретическими основами и практическими методиками расчетов на прочность и жесткость типовых элементов конструкций при различных нагружениях.

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний и практических навыков по расчету на прочность и жесткость типовых элементов конструкций;
- использование полученных компетенций в архитектурном проектировании зданий и сооружений.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
			Код результата	Формулировка результата	
07.03.01 «Архитектура» (Б-АР)	ПКВ-2 : Способен участвовать в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа	ПКВ-2.1к : Участвует в обосновании выбора архитектурных решений зданий и сооружений различного типа, в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа, проводит расчет технико-экономических показателей	РД1	Знание	Основные понятия, законы и принципы сопротивления материалов (теория прочности, упругости, пластичности).
			РД10	Навык	Выбор материалов с учетом критериев прочности, долговечности и износостойкости.
			РД2	Знание	Методы расчета напряжений, деформаций и устойчивости конструкций.
			РД3	Знание	Основы применения теорий для проектирования строительных конструкций.
			РД4	Умение	Выполнять расчеты напряжений и деформаций элементов конструкций.
			РД5	Умение	Оценивать прочность, жесткость и устойчивость строительных материалов.
			РД6	Умение	Применять методы анализа для решения инженерных задач.
			РД8	Навык	Проведение расчетов конструктивных элементов на прочность и устойчивость.
			РД9	Навык	Анализ надежности проектируемых конструкций.
		ПКВ-2.2к : Определяет требования нормативных документов по архитектурному проектированию	РД1	Знание	Основные понятия, законы и принципы сопротивления материалов (теория прочности, упругости, пластичности).
			РД2	Знание	Методы расчета напряжений, деформаций и устойчивости конструкций.

		зданий и сооружений различного типа, состав и правила подсчета технико-экономических показателей	РД3	Знание	Основы применения теорий для проектирования строительных конструкций.
			РД4	Умение	Выполнять расчеты напряжений и деформаций элементов конструкций.
			РД7	Навык	Применение стандартов и нормативных документов для расчёта элементов конструкций.
			РД8	Навык	Проведение расчетов конструктивных элементов на прочность и устойчивость.

В процессе освоения дисциплины решаются задачи воспитания гармонично развитой, патриотичной и социально ответственной личности на основе традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей, представленные в таблице 1.2.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина "Сопротивление материалов" является фундаментальной общетехнической дисциплиной, обеспечивающей теоретическую и практическую подготовку бакалавров. Она изучает методы расчёта элементов конструкций и сооружений на прочность, жёсткость и устойчивость при различных видах нагружения. Включает анализ напряженно-деформированного состояния материалов, изучение основных видов деформаций (растяжение, сжатие, изгиб, кручение, сдвиг) и методов определения внутренних усилий. Знания, полученные в результате изучения дисциплины, являются основой для проектирования безопасных и надежных конструкций в промышленном и гражданском строительстве и горном деле.

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны владеть следующими знаниями и умениями:

- знание основных разделов математического анализа (дифференциальное и интегральное исчисление, решение систем уравнений);
- знание основных законов классической механики и физики (статика, динамика, законы сохранения);
- знания по теоретической механике (статика твердого тела, определение опорных реакций);
- умение выполнять расчеты геометрических характеристик плоских сечений;
- умение строить эпюры внутренних усилий для простых статически определимых систем.

3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП ВО	Форма обучения	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудоемкость	Объем контактной работы (час)			СРС	Форма аттестации
				(З.Е.)	Всего	Аудиторная	Внеаудиторная		

						лек.	прак.	лаб.	ПА	КСР		
07.03.01 Архитектура	ОФО	Б1.В	6	4	73	36	18	18	1	0	71	Э

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

№	Название темы	Код результата обучения	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
			Лек	Практ	Лаб	СРС	
1	Основные положения теории сопротивления материалов	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6, РД7, РД8, РД9, РД10	9	3	3	17	Расчетно-графическая работа. Собеседование Разноуровневые задачи и задания Лабораторная работа
2	Растяжение и сжатие	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6, РД7, РД8, РД9, РД10	9	5	5	17	Расчетно-графическая работа. Собеседование Разноуровневые задачи и задания Лабораторная работа
3	Кручение	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6, РД7, РД8, РД9, РД10	9	5	5	17	Расчетно-графическая работа. Собеседование Разноуровневые задачи и задания Лабораторная работа
4	Изгиб	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6, РД7, РД8, РД9, РД10	9	5	5	20	Расчетно-графическая работа. Собеседование Разноуровневые задачи и задания Лабораторная работа
Итого по таблице			**36**	**18**	**18**	**71**	

4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

Тема 1 Основные положения теории сопротивления материалов.

Содержание темы: Гипотезы и допущения. Геометрическая схематизация элементов строительных конструкций. Расчетная схема. Внешние силы. Внутренние силы. Напряжения. Виды напряженного состояния материала. Деформации и перемещения. Методы расчета на прочность и жесткость.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекционные занятия, практические занятия, лабораторные работы, СРС.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Работа с основными и дополнительными источниками, подготовка к выполнению и защите расчетно-графических работ.

Тема 2 Растяжение и сжатие.

Содержание темы: Внутренние силы. Напряжения. Условие прочности. Деформации. Условие жесткости. Статически определимые системы. Статически неопределимые системы.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекционные занятия, практические занятия, лабораторные работы, СРС.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Работа с основными и дополнительными источниками, подготовка к выполнению и защите расчетно-графических работ.

Тема 3 Кручение.

Содержание темы: Геометрические характеристики. Плоских сечений. Главные центральные оси. Внутренние силы при кручении. Кручение стержней круглого поперечного сечения. Напряжения при кручении. Деформации при кручении. Кручение стержней прямоугольного поперечного сечения.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекционные занятия, практические занятия, лабораторные работы, СРС.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Работа с основными и дополнительными источниками, подготовка к выполнению и защите расчетно-графических работ.

Тема 4 Изгиб.

Содержание темы: Прямой изгиб. Внутренние силы. Эпюры. Примеры построения эпюр Q и M. Примеры по расчету на прочность. Деформации при изгибе. Проверка на жесткость. Метод Мора и Верещагина.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекционные занятия, практические занятия, лабораторные работы, СРС.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Работа с основными и дополнительными источниками, подготовка к выполнению и защите расчетно-графических работ. Подготовка к экзамену.

5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)

5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы

В ходе изучения данного курса студент слушает лекции по основным темам, посещает практические занятия, занимается индивидуально. Практические занятия предполагают, как индивидуальное, так и групповое выполнение поставленных задач, коллективное обсуждение полученных результатов.

Особое место в овладении данным курсом отводится самостоятельной работе по изучению литературы, электронных изданий, работе с библиотечными и поисковыми системами.

Начиная изучение дисциплины, студенту необходимо:

- ознакомиться с программой, изучить список рекомендуемой литературы;
- внимательно разобраться в структуре курса, в системе распределения учебного материала по видам занятий, формам контроля, чтобы иметь представление о курсе в целом;
- информационные технологии: Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian.

5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Ковалевский, В. И. Сопротивление материалов : учебное пособие / В. И. Ковалевский, Е. И. Голяков. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. - 184 с. – ISBN 978-5-9729-2568-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2226777 (Дата обращения - 22.10.2025)

2. Кравченко, А. М. Сопротивление материалов. Практикум : учебное пособие / А. М. Кравченко. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 136 с. - ISBN 978-5-9729-1469-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/2099116 (Дата обращения - 22.10.2025)

3. Эрдеди, Н. А., Сопротивление материалов : учебное пособие / Н. А. Эрдеди, А. А. Эрдеди. — Москва : КноРус, 2025. — 157 с. — ISBN 978-5-406-14532-6. — URL: https://book.ru/book/957438 (дата обращения: 26.10.2025). — Текст : электронный.

7.2 Дополнительная литература

1. Сиренко Р. Н. Сопротивление материалов : Учебное пособие [Электронный ресурс] : РИОР , 2018 - 157 - Режим доступа: https://znanium.com/catalog/document?id=372067

2. Сопротивление материалов. Практикум : учебное пособие : [16+]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 136 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=727134 (дата обращения: 20.10.2025). – ISBN 978-5-9729-1469-2. – Текст : электронный.

7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):

1. Электронная библиотечная система ZNANIUM.COM - Режим доступа: https://znanium.com/
2. Электронно-библиотечная система "BOOK.ru"
3. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"
4. Электронно-библиотечная система "УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН"
5. Open Academic Journals Index (OAJI). Профессиональная база данных - Режим доступа: http://oaji.net/
6. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: https://www.prlib.ru/
7. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: http://www.consultant.ru/

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

Основное оборудование:

- Мультимедийный комплект №2 в составе:проектор Casio XJ-M146,экран 180*180,крепление потолочное
- Принтер лазерный Canon LBP-6000
- Принтер лазерный Hewlett-Packard Laser Jet 1020

Программное обеспечение:

- AutoCAD
- Firefox
- MATLAB
- Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian
- АСКОН Компас -3D V19 Russian
- КонсультантПлюс

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владивостокский государственный университет»
Кафедра транспортных процессов и технологий

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление и направленность (профиль)
07.03.01 Архитектура. Архитектура

Год набора на ОПОП
2026

Форма обучения
очная

Владивосток 2026

1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
07.03.01 «Архитектура» (Б-АР)	ПКВ-2 : Способен участвовать в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа	ПКВ-2.1к : Участвует в обосновании выбора архитектурных решений зданий и сооружений различного типа, в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа, проводит расчет технико- экономических показателей
		ПКВ-2.2к : Определяет требования нормативных документов по архитектурному проектированию зданий и сооружений различного типа, состав и правила подсчета технико-экономических показателей

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Компетенция ПКВ-2 «Способен участвовать в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа»

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код рез-та	Тип рез- та	Результат	
ПКВ-2.1к : Участвует в обосновании выбора архитектурных решений зданий и сооружений различного типа, в разработке и оформлении архитектурного раздела проектной документации зданий и сооружений различного типа, проводит расчет технико-экономических показателей	РД1	Знание	Основные понятия, законы и принципы сопротивления материалов (теория прочности, упругости, пластичности).	Студент демонстрирует полное понимание законов Гука, теорий прочности, принципов упругости и пластичности, может формулировать их и объяснять физический смысл в устной и письменной форме.
	РД2	Знание	Методы расчета напряжений, деформаций и устойчивости конструкций.	Студент знает основные аналитические и графические методы расчета, умеет классифицировать их по типам задач и обосновывать выбор конкретного метода для заданных условий.
	РД3	Знание	Основы применения теорий для проектирования строительных конструкций.	Студент понимает взаимосвязь теоретических положений с практическим проектированием, может

				объяснить применение теорий для расчета балок, колонн, ферм и других элементов конструкций.
	РД4	Умение	Выполнять расчеты напряжений и деформаций элементов конструкций.	Студент выполняет расчеты с высокой точностью, правильно определяет внутренние усилия, строит эпюры и рассчитывает напряжения для различных видов нагружения.
	РД5	Умение	Оценивать прочность, жесткость и устойчивость строительных материалов.	Студент проводит оценку по заданным критериям, делает обоснованные выводы о работоспособности элементов и предлагает необходимые корректировки при несоответствии нормативным требованиям.
	РД6	Умение	Применять методы анализа для решения инженерных задач.	Студент самостоятельно выбирает и применяет подходящие методы анализа для решения практических задач, демонстрирует способность к критическому мышлению при выборе оптимального решения.
	РД8	Навык	Проведение расчетов конструктивных элементов на прочность и устойчивость.	Студент выполняет полные расчеты элементов с учетом всех видов нагружения, проверяет условия прочности и устойчивости, представляет результаты в требуемой форме.
	РД9	Навык	Анализ надежности проектируемых конструкций.	Студент проводит анализ надежности с использованием коэффициентов запаса, выявляет критические зоны конструкций и предлагает инженерные решения для повышения надежности.
	РД10	Навык	Выбор материалов с учетом критериев прочности, долговечности и износостойкости.	Студент обоснованно выбирает строительные материалы для конкретных условий эксплуатации, учитывая физико-механические свойства, экономическую целесообразность и требования долговечности.
ПКВ-2.2к : Определяет требования нормативных документов по архитектурному проектированию зданий и сооружений различного типа, состав и правила	РД1	Знание	Основные понятия, законы и принципы сопротивления материалов (теория прочности, упругости, пластичности).	Студент демонстрирует полное понимание законов Гука, теорий прочности, принципов упругости и пластичности, может формулировать их и объяснять физический

подсчета технико-экономических показателей				смысл в устной и письменной форме.
	РД2	Знание	Методы расчета напряжений, деформаций и устойчивости конструкций.	Студент знает основные аналитические и графические методы расчета, умеет классифицировать их по типам задач и обосновывать выбор конкретного метода для заданных условий.
	РД3	Знание	Основы применения теорий для проектирования строительных конструкций.	Студент понимает взаимосвязь теоретических положений с практическим проектированием, может объяснить применение теорий для расчета балок, колонн, ферм и других элементов конструкций.
	РД4	Умение	Выполнять расчеты напряжений и деформаций элементов конструкций.	Студент выполняет расчеты с высокой точностью, правильно определяет внутренние усилия, строит эпюры и рассчитывает напряжения для различных видов нагружения.
	РД7	Навык	Применение стандартов и нормативных документов для расчёта элементов конструкций.	Студент уверенно использует актуальные СНиП, ГОСТ при расчетах, правильно ссылается на нормативные требования и обеспечивает соответствие расчетов установленным нормам.
	РД8	Навык	Проведение расчетов конструктивных элементов на прочность и устойчивость.	Студент выполняет полные расчеты элементов с учетом всех видов нагружения, проверяет условия прочности и устойчивости, представляет результаты в требуемой форме.

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые результаты обучения		Контролируемые темы дисциплины	Наименование оценочного средства и представление его в ФОС	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Очная форма обучения				
РД1	Знание : Основные понятия, законы и принципы сопротивления материал	1.1. Основные положения теории сопротивления материалов	Собеседование	Экзамен в устной форме

	ов (теория прочности, у пругости, пластичност и).	1.2. Растяжение и сжати е	Собеседование	Экзамен в устной форме
		1.3. Кручение	Собеседование	Экзамен в устной форме
		1.4. Изгиб	Собеседование	Экзамен в устной форме
РД2	Знание : Методы расчет а напряжений, деформа ций и устойчивости кон струкций.	1.1. Основные положени я теории сопротивления материалов	Собеседование	Экзамен в устной форме
		1.2. Растяжение и сжати е	Собеседование	Экзамен в устной форме
		1.3. Кручение	Собеседование	Экзамен в устной форме
		1.4. Изгиб	Собеседование	Экзамен в устной форме
РД3	Знание : Основы примен ения теорий для проекти рования строительных к онструкций.	1.1. Основные положени я теории сопротивления материалов	Собеседование	Экзамен в устной форме
		1.2. Растяжение и сжати е	Собеседование	Экзамен в устной форме
		1.3. Кручение	Собеседование	Экзамен в устной форме
		1.4. Изгиб	Собеседование	Экзамен в устной форме
РД4	Умение : Выполнять рас четы напряжений и деф ормаций элементов конс трукций.	1.1. Основные положени я теории сопротивления материалов	Разноуровневые за дачи и задания	Экзамен в устной форме
		1.2. Растяжение и сжати е	Разноуровневые за дачи и задания	Экзамен в устной форме
		1.3. Кручение	Разноуровневые за дачи и задания	Экзамен в устной форме
		1.4. Изгиб	Разноуровневые за дачи и задания	Экзамен в устной форме
РД5	Умение : Оценивать про чность, жесткость и уст ойчивость строительны х материалов.	1.1. Основные положени я теории сопротивления материалов	Разноуровневые за дачи и задания	Экзамен в устной форме
		1.2. Растяжение и сжати е	Разноуровневые за дачи и задания	Экзамен в устной форме
		1.3. Кручение	Разноуровневые за дачи и задания	Экзамен в устной форме
		1.4. Изгиб	Разноуровневые за дачи и задания	Экзамен в устной форме
РД6	Умение : Применять мет оды анализа для решени я инженерных задач.	1.1. Основные положени я теории сопротивления материалов	Разноуровневые за дачи и задания	Экзамен в устной форме
		1.2. Растяжение и сжати е	Разноуровневые за дачи и задания	Экзамен в устной форме
		1.3. Кручение	Разноуровневые за дачи и задания	Экзамен в устной форме
		1.4. Изгиб	Разноуровневые за дачи и задания	Экзамен в устной форме

РД7	Навык : Применение стандартов и нормативных документов для расчёта элементов конструкций.	1.1. Основные положения теории сопротивления материалов	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
		1.2. Растяжение и сжатие	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
		1.3. Кручение	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
		1.4. Изгиб	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
РД8	Навык : Проведение расчетов конструктивных элементов на прочность и устойчивость.	1.1. Основные положения теории сопротивления материалов	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
		1.2. Растяжение и сжатие	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
		1.3. Кручение	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
		1.4. Изгиб	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
РД9	Навык : Анализ надежности проектируемых конструкций.	1.1. Основные положения теории сопротивления материалов	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
		1.2. Растяжение и сжатие	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
		1.3. Кручение	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
		1.4. Изгиб	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
РД10	Навык : Выбор материалов с учетом критериев прочности, долговечности и износостойкости.	1.1. Основные положения теории сопротивления материалов	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
		1.2. Растяжение и сжатие	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
		1.3. Кручение	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме
		1.4. Изгиб	Лабораторная работа	Экзамен в устной форме

4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

Вид учебной деятельности	Оценочное средство			
	Расчетно-графические работы	Защита результатов лабораторных работ	Экзамен в устной форме	Итого
Лекции		10		10
Практические занятия	30			30
Лабораторные работы		30		30
Самостоятельная работа	10			10
Промежуточная аттестация			20	20
Итого за семестр	40	40	20	100

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенции
от 91 до 100	«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 76 до 90	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 61 до 75	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 0 до 60	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.

5 Примерные оценочные средства

5.1 Примерный перечень вопросов по темам и для проведения тестирования

I. ЗАДАНИЕ С ВЫБОРОМ ВАРИАНТ ОТВЕТА

Прочитайте текст, выберите все *(один или несколько)* правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Задание 1.

Какой закон связывает нормальное напряжение и относительную продольную деформацию в зоне упругости?

А. **Закон Паскаля**
Б. **Закон Гука**
В. **Закон Бернулли**
Г. **Принцип Сен-Венана**

Задание 2.

Что показывает модуль упругости E (модуль Юнга)?
А. **Пластичность материала**
Б. **Жёсткость материала при сдвиге**
В. **Жёсткость материала при растяжении/сжатии**
Г. **Предел прочности**

Задание 3.

Относительно какой оси статический момент сечения равен нулю?

А. **Центральной**
Б. **Любой горизонтальной**
В. **Оси, проходящей через край сечения**
Г. **Оси симметрии (всегда)**

Задание 4.

Какая ось называется главной центральной?

А. **Ось, проходящая через центр тяжести, относительно которой центробежный момент инерции минимален**
Б. **Ось, проходящая через центр тяжести, относительно которой центробежный момент инерции равен нулю**
В. **Любая ось, проходящая через центр тяжести**
Г. **Ось, относительно которой осевой момент инерции максимален**

Задание 5.

Какие единицы измерения может иметь осевой момент инерции?
А. **$м^3$**
Б. **$см^4$**
В. **$м^4$**
Г. **Па**
Д. **$мм^4$**

Задание 6.

Какие внутренние силовые факторы могут возникать в поперечном сечении балки при поперечном изгибе?
А. **Продольная сила, N**
Б. **Поперечная сила, Q**
В. **Изгибающий момент, Мизг**
Г. **Крутящий момент, Т**
Д. **Только изгибающий момент**

II. ЗАДАНИЕ НА УСТАНОВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ

Задание 7.

Соотнесите геометрическую характеристику сечения с её физическим смыслом при расчёте на изгиб.

Геометрическая характеристика сечения	**Назначение**
1. Осевой момент инерции **2. Осевой момент сопротивления** **3. Статический момент полусечения**	А. Определяет сопротивление сечения изгибу (влияет на кривизну) Б. Используется для расчёта нормальных напряжений при изгибе напрямую В. Используется для расчёта касательных напряжений при поперечном изгибе

Запишите в ответ буквы, расположив их в порядке, соответствующем цифрам

1	2	3

Задание 8.

Соотнесите тип опоры с характером закрепления.

Тип опоры	**Ограничения перемещений**

1. Шарнирно-неподвижная опора **2. Шарнирно-подвижная опора** **3. Жёсткая заделка**	А. Запрещает вертикальное и горизонтальное перемещение, но допускает поворот Б. Запрещает только вертикальное перемещение (или перпендикулярно опорной плоскости), допускает поворот и горизонтальное смещение В. Запрещает любое перемещение и поворот

Запишите в ответ буквы, расположив их в порядке, соответствующем цифрам

1	2	3

III. ЗАДАНИЕ НА УСТАНОВЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Прочитайте текст и установите последовательность.

Задание 9.

Расположите этапы расчёта балки на прочность при изгибе в правильном порядке:

А. Определить опасное сечение по эпюре моментов
Б. Построить эпюры внутренних усилий (Q и M)
В. Определить опорные реакции
Г. Записать условие прочности и подобрать размеры сечения или проверить напряжения

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

Задание 10.

Расположите шаги расчёта вала на жёсткость при кручении в порядке выполнения:

А. Вычислить полярный момент инерции сечения
Б. Определить максимальный крутящий момент на участке
В. Вычислить угол закручивания на участке и сравнить с допускаемым
Г. Записать выражение для относительного угла закручивания

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

IV. ЗАДАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА

1. Как называется закон, связывающий нормальное напряжение и относительную продольную деформацию в упругой стадии?

2. Как называется характеристика материала, показывающая его жёсткость при растяжении/сжатии?

3. Как называется геометрическая характеристика сечения, равная сумме произведений элементарных площадей на расстояние до оси?

4. Относительно какой оси статический момент сечения всегда равен нулю?

5. Как называется вид изгиба, при котором в поперечных сечениях балки возникает только изгибающий момент?

Краткие методические указания

Необходимо дать краткий точный ответ на поставленный вопрос.

Шкала оценки

Отлично. Полный ответ с примерами и терминологией.
Хорошо. Правильный ответ с мелкими неточностями.
Удовлетворительно. неполный ответ с пробелами.
Неудовлетворительно. Поверхностные знания с грубыми ошибками

5.2 Пример заданий для выполнения расчетно-графической работы

Задание 1. Определить по условию прочности, площадь поперечного сечения А стального стержня при заданных нагрузках $F_1 = 30$ кН и $F_2 = 50$кН.
Допустимое нормальное напряжение материала $[\sigma] = 160$ МПа.

Задание 2. Рассчитать по условию прочности величину грузоподъемности [F] прямого ступенчатого стального стержня.
Допустимые напряжения $[\sigma]=160$ МПа.

Задание 3. Проверить на прочность консольную балку, закрепленную в жесткой заделке.
Сечение балки – двутавр №24.

Задание 4. Построить эпюру нормальных напряжений σ для двутавровой балки при следующих данных:
Изгибающий момент в сечении балки – 45 кН.
Двутавровое сечение балки – №24а.

Краткие методические указания

При выполнении расчетно-графических работ студенты анализируют знания, полученные на лекционных занятиях, пользуются основной и дополнительной литературой, а также источниками в сети интернет. Задания выполняются на практических занятиях, и завершаются студентами в процессе самостоятельной работы. Работы выполняются на листах формата А3. Графические работы выполняются в компьютерной графической программе. Преподавателем на первом практическом занятии объясняются требования к выполнению и оформлению работ.

Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание
5	35...40	Студент выполняет все практические работы, не допуская ошибок. При поиске информации для выполнения заданий, студент использовал материалы лекций, а также рекомендованную основную и дополнительную литературу и дополнительные источники.

		Оформляет расчетно-графические работы. Чертежи выполнены на высоком графическом уровне с использованием компьютерных графических программ
4	30...34	Студент выполняет все практические работы, допуская не значительные ошибки. При поиске информации для выполнения заданий, студент использовал материалы лекций, а также рекомендованную основную и дополнительную литературу и дополнительные источники. Оформляет расчетно-графические работы с небольшими неточностями. Чертежи выполнены на хорошем графическом уровне с использованием компьютерные графических программ
3	15...29	Студент выполняет практические работы, допуская значительные ошибки. При поиске информации для выполнения заданий, студент использовал материалы лекций, но не пользовался дополнительными источниками информации. Оформляет расчетно-графические работы со значительными ошибками. Чертежи выполнены на удовлетворительном графическом уровне с использованием компьютерных графических программ
2	5...14	Студент выполняет не все практические работы, допускает много ошибок. Студент не использовал материалы лекций и рекомендованную основную и дополнительную литературу. Не оформляет расчетно-графические работы. Чертежи выполнены на низком графическом уровне

5.3 Пример заданий на лабораторную работу

Изучить процесс сжатия образцов из пластинчатого (малоуглеродистая сталь) и хрупкого (чугун) материалов.

Краткие методические указания

1. Перед началом работы тщательно изучите теоретический материал, относящийся к теме лабораторной работы. Обратите внимание на основные определения, формулы, принципы и методики.

2. Внимательно прочитайте задание к конкретной лабораторной работе. Обратите внимание на порядок выполнения, используемые приборы и оборудование, правила техники безопасности, а также на критерии оценки результатов.

Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание
5	35...40	Студент выполняет все лабораторные работы, не допуская ошибок. При поиске информации для выполнения заданий, студент использовал материалы лекций, а также рекомендованную основную и дополнительную литературу и дополнительные источники.
4	30...34	Студент выполняет все лабораторные работы, допуская незначительные ошибки. При поиске информации для выполнения заданий, студент использовал материалы лекций, а также рекомендованную основную и дополнительную литературу и дополнительные источники.
3	15...29	Студент выполняет лабораторные работы, допуская значительные ошибки. При поиске информации для выполнения заданий, студент использовал материалы лекций, но не пользовался дополнительными источниками информации.
2	5...14	Студент выполняет не все лабораторные работы, допускает много ошибок. Студент не использовал материалы лекций и рекомендованную основную и дополнительную литературу.

5.4 Вопросы для защиты лабораторных работ

1. Отчего возникает бочкообразность образца и как её можно избежать?
2. Под каким углом проходит плоскость скалывания хрупкого образца, и какие напряжения действуют в этой плоскости?
3. За счёт чего получается выигрыш в силе в гидравлическом прессе?
4. Как деформируется образец, если напряжение в нём не превышает предела пропорциональности?

Краткие методические указания

При ответе необходимо внимательно прочитать вопрос и чётко, кратко сформулировать ответ, продемонстрировав знания того или иного аспекта выполненной работы.

Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание

5	35...40	Студент выполняет все лабораторные работы, не допуская ошибок. При поиске информации для выполнения заданий, студент использовал материалы лекций, а также рекомендованную основную и дополнительную литературу и дополнительные источники.
4	30...34	Студент выполняет все лабораторные работы, допуская незначительные ошибки. При поиске информации для выполнения заданий, студент использовал материалы лекций, а также рекомендованную основную и дополнительную литературу и дополнительные источники.
3	15...29	Студент выполняет лабораторные работы, допуская значительные ошибки. При поиске информации для выполнения заданий, студент использовал материалы лекций, но не пользовался дополнительными источниками информации.
2	5...14	Студент выполняет не все лабораторные работы, допускает много ошибок. Студент не использовал материалы лекций и рекомендованную основную и дополнительную литературу.

5.5 Вопросы к экзамену

1. Что изучает дисциплина "Сопротивление материалов"?
2. Какие основные виды деформаций изучаются?
3. Определение термина "прочность".
4. Что такое деформация материала?
5. Объясните, что такое жесткость конструкции.
6. Какие виды напряжений существуют?
7. Что такое напряженно-деформированное состояние (НДС)?
8. Закон Гука: формулировка и применение.
9. Что такое модуль упругости материала (E)?
10. Какие существуют критерии прочности?
11. Что такое момент инерции сечения?
12. Определение центра тяжести сечения.
13. Как рассчитывается момент сопротивления?
14. Что такое радиус инерции сечения?
15. Понятие статического момента сечения.
16. Особенности растяжения и сжатия.
17. Изгиб: основные характеристики и формулы.
18. Кручение: что это и где применяется?
19. Сдвиг: особенности напряжений.
20. Сложное сопротивление: пример и расчет.
21. Что такое устойчивость элементов конструкции?
22. Какие факторы влияют на устойчивость?
23. Формула Эйлера для расчета критической нагрузки.
24. Какие виды потери устойчивости существуют?
25. Пример расчета устойчивости колонны.
26. Теория упругости: основные постулаты.
27. Теория пластичности: что это?
28. Диаграмма напряжений и деформаций для стали.
29. Чем отличаются хрупкие и пластичные материалы?
30. Пример применения теории прочности.
31. Где применяются результаты сопротивления материалов?
32. Какие материалы изучаются?
33. Почему важно учитывать влияние температуры?
34. Пример расчета балки на прочность.
35. Роль сопротивления материалов в проектировании мостов.
36. Что такое эпюра напряжений?
37. Как строится эпюра изгибающих моментов?

38. Диаграмма напряжений при растяжении.
39. Как учитывать влияние нагрузки на эпюры?
40. Пример построения эпюры поперечных сил.
41. Влияние цифровых технологий на сопротивление материалов.
42. Какие методы анализа используются сегодня?
43. Как проверить правильность расчетов?
44. Роль стандартов в расчетах.
45. Какие перспективы развития дисциплины?

Краткие методические указания

На экзамене учитывается правильность ответов, указывающая на остаточные знания пройденного учебного материала. Максимальное количество баллов, набранных на экзамене составляет 20 баллов. При ответах на вопросы студенты не должны пользоваться записями лекционных материалов и электронными гаджетами.

Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описани
5	16...20	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала. Умеет правильно изложить материал, иллюстрируя его формулами, расчетами и примерами.
4	10...15	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются ошибки. Умеет изложить материал, иллюстрируя его формулами, расчетами и примерами.
3	3..9	Студент демонстрирует не достаточную сформированность дисциплинарных компетенций, допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие отдельных знаний. В целом излагает материал, не всегда может проиллюстрировать его формулами, расчетами и примерами.
2	0..2	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков. Не может ответить на вопросы, допускает значительные ошибки в ответах, не иллюстрирует его формулами, расчетами и примерами.

КЛЮЧИ К ОЦЕНОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

5.1 Ответы на тестовые задания.

1. Б

2. В

3. А

4. Б

5. Б, В, Д

6. Б, В

7. 1-А, 2-Б, 3-В

8. 1-А, 2-Б, 3-В

9. В - Б - А - Г

10. Б - А - Г – В

11. Закон Гука

12. Модуль Юнга (или модуль упругости)

13. Статический момент

14. Центральная ось (Центральной оси)

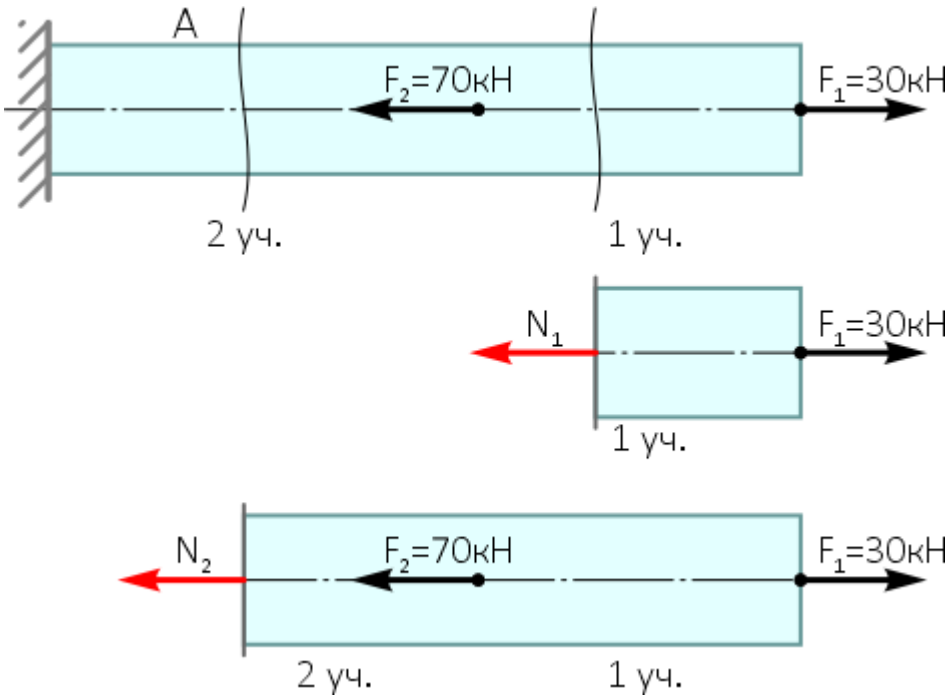
15. Чистый изгиб

5.2. Пример заданий для выполнения расчетно-графической работы.

Задание 1. Пример решения

С точки зрения прочности, площадь поперечного сечения стержня должна выдерживать максимальную продольную нагрузку.

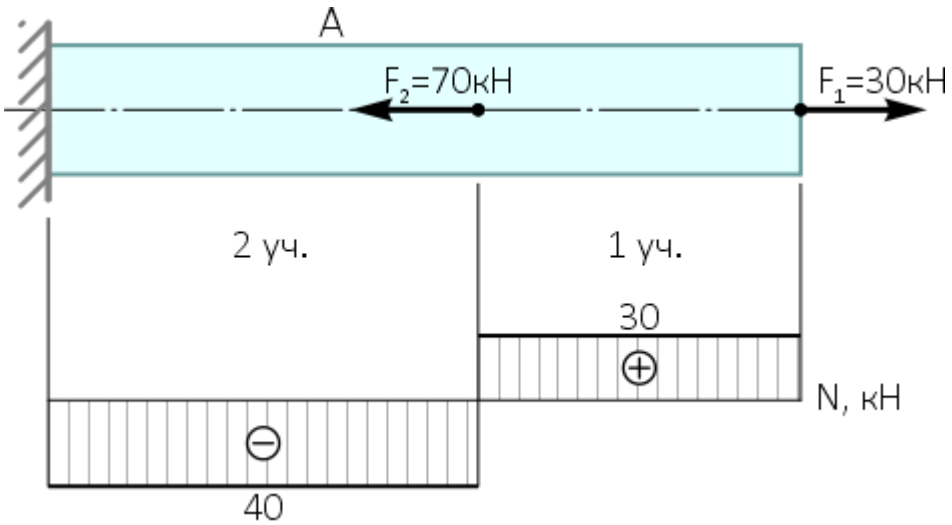
Определяем методом сечений, внутренние продольные усилия N_i на каждом участке стержня.



$$N_1 = F_1 = 30кН$$

$$N_2 = F_1 - F_2 = 30 - 70 = -40кН$$

Графически, распределение продольных усилий по длине стержня можно показать, построив эпюру.



Минимально необходимую величину площади сечения стержня определяем из условия прочности при растяжении-сжатии.

$$\sigma_{max} = \frac{|N_{max}|}{A} \le [\sigma] \quad \Rightarrow \quad A \ge \frac{|N_{max}|}{[\sigma]}$$

$$A \ge \frac{|N_2|}{[\sigma]} = \frac{40 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6} = 250 \cdot 10^{-6}\, м^2 = 250 мм^2$$

Таким образом, для обеспечения прочности заданного стержня, площадь его поперечного сечения должна быть не меньше 250 мм^2.

Задание 2. Пример решения

Расчет грузоподъемности сводится к определению величины максимально допустимой внешней силы F, которую может выдержать стержень, оставаясь прочным.

В данном случае имеет место продольное нагружение, потому для расчетов используем условие прочности при растяжении-сжатии:

$$\sigma = \frac{N}{A} \le [\sigma]$$

Где σ – напряжения в элементе, которые не должны превышать допустимых значений [σ], N – внутренняя продольная сила, A – площадь поперечного сечения элемента.

Перепишем эту формулу относительно внутренней силы N:

$$N \le [\sigma] \cdot A$$

Так как стержень содержит только один силовой участок по всей его длине N=F, поэтому:

$$F \le [\sigma] \cdot A = [F]$$

Площадь поперечного сечения по длине стержня не постоянна, следовательно, допустимая сила для разных размеров сечения тоже будет отличаться.

Наша задача найти значение внешней силы, которая не нарушит прочность абсолютно всех сечений стержня.

Очевидно, что наименее прочным является фрагмент стержня с меньшей площадью поперечного сечения $A_1<A_2$ (принцип «где тонко там и рвется»). По ней и будем вести расчет:

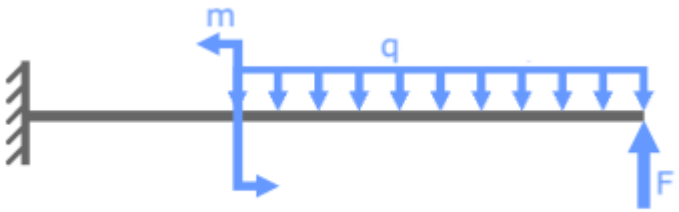
$$[F] = [\sigma] \cdot A_1 = 160 \cdot 10^6 \cdot 1{,}2 \cdot 10^{-4} = 19{,}2 \cdot 10^3\, H = 19{,}2 кН$$

Таким образом для обеспечения заданной прочности продольная растягивающая сила, приложенная к стержню, не должна превышать значения [F]=19,2 кН.

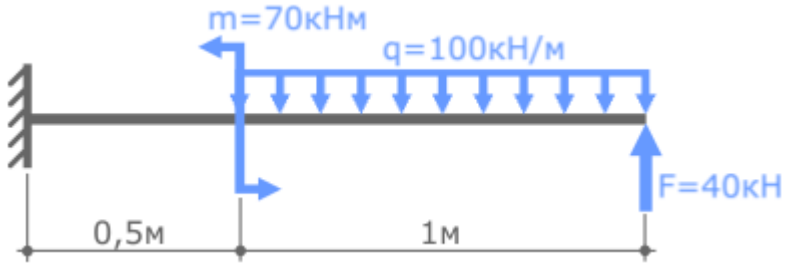
Задание 3. Пример решения

Приложим к балке систему внешних нагрузок:

- Сосредоточенную поперечную силу F
- Изгибающий момент m
- Равномерно распределенную нагрузку q



Укажем величину заданных усилий и продольные размеры участков балки.



Это расчетная схема для решения задачи.

Проверим эту балку на прочность при следующих данных:

Сечение балки – двутавр №24.

Допустимые напряжения для материала балки [σ]=160 МПа.

Прежде чем приступить к решению проанализируем задачу.

Чтобы проверить балку на прочность надо определить величину максимальных напряжений σ_{max} в ее сечениях и сравнить их с допустимыми [σ].

В случае если максимальные напряжения окажутся меньше, либо равны допустимым (т.е. $\sigma_{max} \le [\sigma]$) прочность балки будет обеспечена.

Если же найденные напряжения превысят величину допустимых (т.е. $\sigma_{max} > [\sigma]$) значит балка не прочная.

Условие прочности при плоском поперечном изгибе:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} \le [\sigma]$$

Здесь M_x – внутренний изгибающий момент, W_x – осевой момент сопротивления сечения балки.

У балки постоянного сечения, форма и размеры сечения одинаковы по всей ее длине, следовательно, W_x=const.

Тогда очевидно, что наибольшими напряжения окажутся в сечении, где будет

максимальный изгибающий момент M_x.

Определить максимальный изгибающий момент $M_{x\,max}$ в балке можно только по его эпюре.

Для построения эпюр сначала надо определить опорные реакции.

Ниже приведены ссылки на каждый этап решения данной задачи.

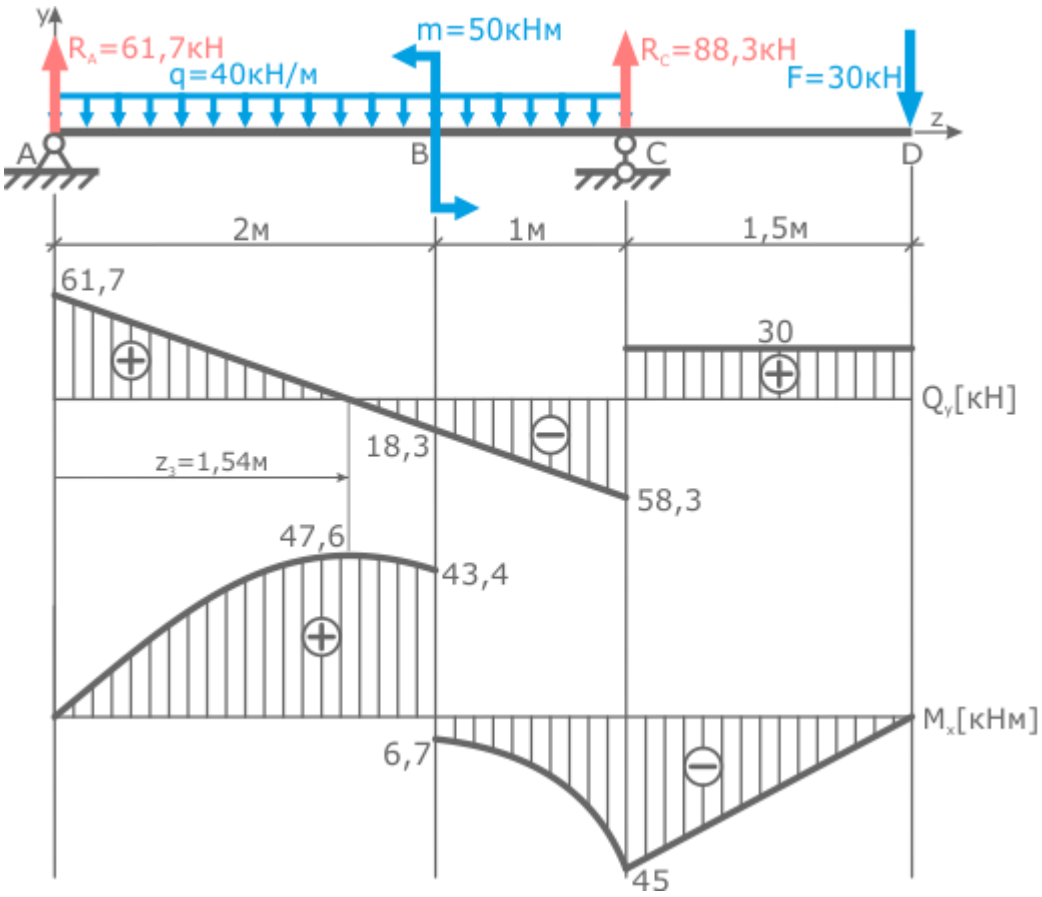
Порядок проверки балки на прочность при изгибе:

1. Рассчитываются опорные реакции балки,
2. Строятся эпюры Q_y и M_x,
3. Определяется опасное сечение балки,
4. Рассчитываются максимальные нормальные напряжения,
5. Полученные напряжения сравниваются с допустимыми, и делается заключение о прочности балки,
6. В случае если прочность не обеспечена, подбираются новые размеры сечения, обеспечивающие прочность.

Задание 4. Пример решения

Построим эпюру нормальных напряжений для двутаврового сечения балки при ее поперечном изгибе.

Эпюру σ будем строить для сечения балки в точке С, где величина изгибающего момента составляет 45 кН·м. В этом месте сжимаются нижние слои балки (т.к. в рассматриваемом сечении знак изгибающего момента отрицательный).



В предыдущем пункте решения задачи для балки по условию прочности был выбран двутавр под номером 24а, для которого из соответствующего сортамента прокатной стали выпишем следующие данные:

1. Осевой момент инерции сечения: $I_x = 3800$ см^4,
2. Высота сечения: h = 240 мм,
3. Толщина полки (горизонтальной части двутавра): t = 9,8 мм.

Нормальные напряжения σ в произвольной точке поперечного сечения балки рассчитываются по формуле

$$\sigma = \frac{M_x}{I_x} \cdot y$$

где M_x – величина изгибающего момента в соответствующем сечении,

I_x – момент инерции сечения относительно оси x,

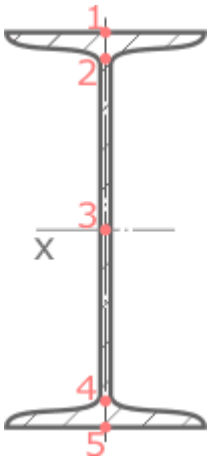
y – расстояние от оси x до рассматриваемой точки поперечного сечения балки.

M_x и I_x для всех точек сечения одинаковы, следовательно, изменение величины нормальных напряжений зависит от положения точки сечения.

Переменная y имеет первую степень, т.е. зависимость линейная, поэтому для построения эпюры достаточно найти значения σ в двух точках.

Двутавровое сечение имеет пять характерных точек: Крайняя верхняя и нижняя

точки (1 и 5 соответственно), центральная точка (3) и точки 2 и 4, где стенка переходит в полку.



На оси x координата y=0, следовательно, нормальные напряжения в точке 3 отсутствуют

$$\sigma_3 = 0$$

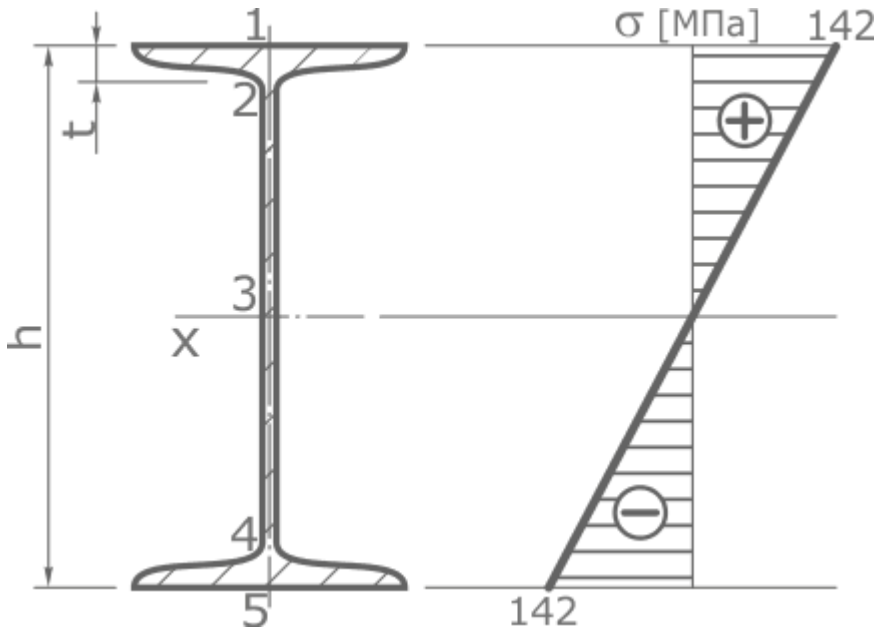
Наибольшая величина нормальных напряжений будет на максимальном удалении от центра сечения, в точках 1 и 5.

$$\sigma_1 = \sigma_{\max} = \frac{M_x}{I_x} \cdot y_1 = \frac{M_x}{I_x} \cdot \frac{h}{2} = \frac{45 \cdot 10^3 \cdot 0{,}24}{3800 \cdot 10^{-8} \cdot 2} = 142 МПа$$

В указанном сечении балки сжимаются нижние слои, следовательно, верхние растягиваются. Поэтому в верхней точке 1 напряжения положительны (растягивающие) соответственно в точке 5 напряжения отрицательны (сжимающие), т.е.:

$$\sigma_5 = -\sigma_1 = -142 МПа$$

Так как сечение симметрично относительно оси x напряжения в т. 1 и 5 будут равны по величине, но противоположны по знаку.



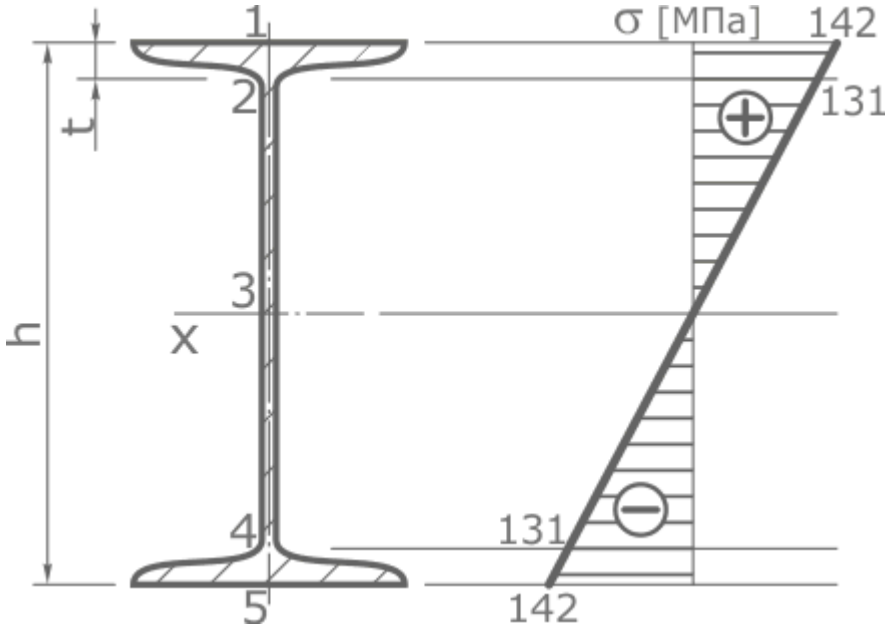
Отложив полученные значения, соединим их прямой линией.

Как видно, максимальные напряжения не превышают допустимых значений, что говорит о том, что выбранный номер двутавра обеспечивает необходимую прочность балки.

В дальнейшем, при проверке сечения на прочность, нам потребуются значения нормальных напряжений в точках 2 и 4. Рассчитаем их:

$$\sigma_2 = -\sigma_4 = \frac{M_x}{I_x} \cdot y_2 = \frac{M_x}{I_x} \cdot \left(\frac{h}{2} - t \right) =$$

$$= \frac{45 \cdot 10^3}{3800 \cdot 10^{-8}} \cdot \left(\frac{0{,}24}{2} - 9{,}8 \cdot 10^{-3} \right) = 131 МПа$$



5.3. Пример заданий на лабораторную работу.

Лабораторная работа. «Определение максимального напряжения и напряжения разрушения в образцах при сжатии».

Этапы выполнения лабораторной работы:

1. Изучить правила техники безопасности.
2. Ознакомиться с описанием лабораторной установки и приборов, необходимых для выполнения лабораторной работы.
3. Выполнить экспериментальную часть лабораторной работы.
4. Зафиксировать полученные результаты.
5. Обработать и оформить результаты лабораторной работы.

5.4. Вопросы для защиты лабораторных работ.

1. Бочкообразность возникает из-за трения между торцами образца и плитами пресса. Чтобы избежать её, используют смазку или специальные разрезные подкладки.
2. Плоскость скалывания образуется под углом ~45° к оси нагружения. В этой плоскости действуют максимальные касательные напряжения.
3. Выигрыш в силе в гидравлическом прессе получается за счет разницы площадей поршней (силовых цилиндров), что следует из закона Паскаля.
4. Если напряжение не превышает предел пропорциональности, образец деформируется упруго – после снятия нагрузки он полностью восстанавливает свою первоначальную форму и размеры.

5. 5. Вопросы к экзамену.

1. Наука о прочности, жесткости и устойчивости конструктивных элементов под нагрузками.
2. Растяжение/сжатие, изгиб, сдвиг, кручение, сложное сопротивление. Изменение формы и размеров под воздействием нагрузки.
3. Способность элемента сопротивляться деформациям.
4. Изменение формы и размеров под воздействием нагрузки.
5. Способность элемента сопротивляться деформациям.
6. Нормальные (растягивающие/сжимающие) и касательные.
7. Совокупность напряжений и деформаций в точке материала.
8. Напряжение пропорционально деформации: $\sigma = E \cdot \varepsilon$.
9. Константа, характеризующая жесткость материала.
10. Максимальных напряжений, энергии деформации, теории пластичности.

11. Параметр, отражающий распределение материала относительно оси.
12. Точка, в которой равнодействующая силы уравновешивает сечение.
13. W=I/y, где I — момент инерции, y — расстояние до оси.
14. Характеристика сечения, r=□I/A.
15. Характеризует распределение материала относительно оси.
16. Нормальные напряжения, равномерное распределение по сечению.
17. Нормальные напряжения, определяются формулой $\sigma=M \cdot y/I$.
18. Возникает при воздействии момента, расчет по формуле $\tau=T \cdot r / J$.
19. Касательные напряжения, возникают при воздействии силы вдоль сечения.
20. Сочетание растяжения, изгиба, сдвига и кручения.
21. Способность сохранять положение равновесия.
22. Геометрия, материал, нагрузка, длина элемента.
23. $P_{кр} = 2 \cdot \pi \cdot E \cdot I / L2$.
24. Общая и локальная потеря устойчивости.
25. Анализ по формуле Эйлера или упрощенным методикам.
26. Материал деформируется в пределах упругости без остаточной деформации.
27. Описание поведения материалов после предела упругости.
28. Упругая зона, пластическая зона, разрушение.
29. Пластичные имеют большую зону пластической деформации.
30. Анализ разрушения хрупкого материала на сдвиг.
31. Строительство, машиностроение, авиастроение.
32. Металлы, сплавы, бетон, полимеры, композиты.
33. Температура изменяет упругие свойства и прочность материала.
34. Использование эпюр моментов и напряжений.
35. Учет нагрузок, деформаций и устойчивости.
36. Графическое отображение распределения напряжений по сечению.
37. На основе уравнений равновесия.
38. Линейное распределение, максимум в центре.
39. Нагрузка влияет на форму и величину изгибов.
40. Последовательное сложение сил.
41. Использование САПР и компьютерного моделирования.
42. Метод конечных элементов, численные расчеты.
43. Сравнение с экспериментальными данными, стандартами.
44. ГОСТ, ISO, нормативные документы.
45. Разработка новых материалов, цифровизация, устойчивое проектирование