Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 08.07.2026 11:50:57
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ / А.С. Соколов /

«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сопротивление материалов»

Направление подготовки

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль

Средства автоматизации и базы данных для проектирования технологических производств

Квалификация

Бакалавр

Формы обучения

Очно-заочная

Москва, 2025г.

Разработчик(и):

Старший преподаватель /М.Н. Лукьянов/

Старший преподаватель /М.Р. Рыбакова/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»,
д.ф-м.н., доцент /А.А. Скворцов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы....4
3. Структура и содержание дисциплины....5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость....5
3.2 Тематический план изучения дисциплины....5
3.3 Содержание дисциплины....6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....7
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....8
4.1 Нормативные документы и ГОСТы....8
4.2 Основная литература....8
4.3 Дополнительная литература....8
4.4 Электронные образовательные ресурсы....8
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....8
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....8
6. Методические рекомендации....9
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....9
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....10
7. Фонд оценочных средств....11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения....11
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения....12
7.3 Оценочные средства....14

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Сопротивление материалов» следует отнести:

– формирование теоретических знаний о методах решения задач прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций; знаний и навыков в области теоретического и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций при простых и сложных видах нагружения

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра, в том числе формирование умений по решению задач прочности, жесткости и устойчивости; умений по определению механических характеристик материалов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Сопротивление материалов» следует отнести:

– освоение методов расчета элементов конструкций на прочность, жесткость, устойчивость и усталость, определения механических характеристик материалов, теоретического и экспериментального определения напряженно-деформированного состояния при простых и сложных видах нагружения, определения рациональных форм сечений элементов конструкций при различных видах нагружения.

Обучение по дисциплине «Сопротивление материалов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-5 Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	ИОПК-5.1. Знает основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда ИОПК-5.2. Использует основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда ИОПК-5.3. Владеет навыками изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к учебным дисциплинам обязательной части блока Б1 «Дисциплины и модули» образовательной программы «Средства автоматизации и базы данных для проектирования технологических производств»

направления 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, квалификация (степень) – бакалавр.
Освоение дисциплины «Сопротивление материалов» в 4-м семестре необходимо для последующего освоения дисциплин «Процессы и аппараты отрасли», «Материаловедение».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			4	
1	**Аудиторные занятия**	**36**	36	
	В том числе:			
1.1	Лекции	10	10	
1.2	Семинарские/практические занятия	16	16	
1.3	Лабораторные занятия	10	10	
2	**Самостоятельная работа**	**108**	108	
	В том числе:			
2.1	Доклад, сообщение			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	экзамен	
	Итого	**144**	144	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1 Очная-заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		сего	Аудиторная работа				**амостоятельная работа**
			екции	Семинарские/ практические занятия	аборатор ные заняти я	рактическая подготовка	
1.1	Основные понятия, метод сечений.	24	2	2	2		18
1.2	Растяжение – сжатие, физико-механические характеристики материалов	24	2	2	2		18

1.3	Чистый сдвиг.	24	2	2	2		18
1.4	Кручение.	24	2	2	2		18
1.5	Геометрические характеристики поперечных сечений бруса	24	1	4	1		18
1.6	Изгиб	24	1	4	1		18
	Итого	**144**	**10**	**16**	**10**		

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия, метод сечений.

Цели и задачи курса. История развития науки о прочности. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Напряжение. Связь напряжений с внутренними силовыми факторами. Деформации и перемещения. Объекты расчета и расчетные схемы. Основные гипотезы и допущения.

Тема 2. Растяжение – сжатие, физико-механические характеристики материалов.

Определения. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при растяжении – сжатии прямого бруса. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Напряжения на наклонных площадках. Потенциальная энергия упругих деформаций. Испытание материалов на растяжение – сжатие. Механические характеристики. Диаграммы растяжения реальные и схематизированные. Предельная нагрузка. Условия прочности. Статически неопределимые задачи на растяжение – сжатие. Учет монтажных зазоров и температуры.

Тема 3. Чистый сдвиг.

Определение. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон парности касательных напряжений. Закон Гука при сдвиге. Напряжения на наклонных площадках при сдвиге. Потенциальная энергия упругих деформаций. Связь между модулями упругости первого и второго рода. Условия прочности.

Тема 4. Кручение.

Определение. Кручение бруса круглого поперечного сечения. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации. Потенциальная энергия деформации. Расчеты на прочность и жесткость. Кручение бруса прямоугольного поперечного сечения. Депланация сечения. Статически неопределимые задачи на кручение. Расчет винтовых цилиндрических пружин. Определение напряжений в пружинах. Различные способы определения перемещений в пружинах.

Тема 5. Геометрические характеристики поперечных сечений бруса.

Площадь. Статические моменты. Осевые и центробежные моменты инерции. Полярный момент инерции. Радиус инерции. Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе и при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции. Определение положения главных осей и вычисление значений главных моментов инерции различных поперечных сечений.

Тема 6. Изгиб

Определение. Внутренние силовые факторы. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки. Нормальное напряжение при чистом изгибе. Формулы для определения нормальных и касательных напряжений в поперечных сечениях бруса при поперечном изгибе. Условие статической прочности. Рациональные формы сечения балок. Потенциальная энергия. Дифференциальное уравнение упругой оси балки. Определение перемещений. Интеграл Мора. Правило Верещагина. Теорема Кастильяно. Балка равного сопротивления.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия
3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1. «Испытательные машины и измерительные приборы»
Лабораторная работа №2. Испытание материалов на растяжение.
Лабораторная работа №3 «Испытание материалов на сжатие»
Лабораторная работа №4. «Определение модуля Юнга и коэффициента Пуассона»
Лабораторная работа №5. «Испытание материалов на удар»
Лабораторная работа №6. «Исследование напряженно-деформированного состояния тонкостенной трубы при кручении»
Лабораторная работа №7. «Определение напряжений в балке при плоском чистом изгибе»
Лабораторная работа №8 «Определение перемещений в балке при поперечном изгибе»
Лабораторная работа №9 «Исследование напряженно-деформированного состояния консольной балки равного сопротивления изгибу»

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрено

4.2 Основная литература

1. Атапин, В. Г. Сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов / В. Г. Атапин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 438 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15962-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://biblio-online.ru/bcode/583469.

4.3 Дополнительная литература

1) *Асадулина, Е. Ю.* Техническая механика: сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов / Е. Ю. Асадулина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 244 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20614-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://biblio-online.ru/bcode/585288.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

ЭОР не разработан

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Программное обеспечение не предусмотрено.

Рабочая тетрадь к лабораторным работам по курсу «Сопротивление материалов»

URL: http://mospolytech.ru/index.php?id=4434

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Не предусмотрено

5. Материально-техническое обеспечение

Специализированная лаборатория кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» оснащенная:

- Учебная испытательная машина МИ-40КУ

- Лабораторный комплекс ЛКСМ-1К
- Универсальный учебный комплекс по сопротивлению материалов СМ-1 (2 шт)
- Универсальный комплекс для проведения лабораторных работ СМ-2 (2 шт)
- Маятниковый копер МК-300

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;

четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;

познакомится с видами учебной работы;

изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации

мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия,
дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Зачет по дисциплине проводится в форме письменного зачета с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных билетах. В билет вносится два теоретических и один практический вопрос из различных разделов дисциплины для более полной проверки знаний студентов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий зачет лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

Углубление и расширение теоретической подготовки;

Формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;

Развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

Использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной

работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине

«Сопротивление материалов»:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Практические работы	Оформленные отчеты (журнал) практических(лабораторных) работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено/не зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Тест	Оценка преподавателя «зачтено/не зачтено», если результат тестирования по шкале (пункт 7.2.3) составляет более 55 %.
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1 Шкала оценивания практической работы

Шкала оценивания	Описание
Неудовлетворительно	Не выполнены требования к написанию и защите практической работы: неправильно оформлена работа, неправильно подсчитаны значения, не сформулирован вывод.
Удовлетворительно	Выполнены не все требования к написанию и защите практической работы: неправильно оформлена работа, неправильно сформулирован вывод, но правильно подсчитаны значения.
Хорошо	Выполнены все требования, но с недочетами: незначительные ошибки в оформлении работы, неточности в формулировке выводов. Правильно подсчитаны значения.
Отлично	Выполнены все требования к написанию и защите практической работы: верно подсчитаны значения, сформулирован вывод, соблюдены требования к оформлению.

7.2.2 Шкала оценивания контрольной работы

Шкала оценивания	Описание
Неудовлетворительно	Не выполнено одно или более заданий. Студент демонстрирует неточное и неполное знание терминов, не умеет их правильно применять, не способен анализировать содержание исторических документов, обобщать, делать выводы для правильного ответа на вопросы заданий.
Удовлетворительно	Ответы даны на все задания. Студент демонстрирует знания терминов, умение правильно их применять. Умеет аргументировать свою точку зрения. При этом могут быть допущены ошибки, неточности при выполнении заданий.
Хорошо	Ответы даны на все задания. Студент демонстрирует знания терминов, умение правильно их применять, способен анализировать, обобщать фактический и теоретический материал, формулирует конкретные выводы, устанавливает причинно-

	следственные связи. Умеет аргументировать свою точку зрения. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности при выполнении заданий.
Отлично	Ответы даны на все задания. Студент демонстрирует знания терминов, умение правильно их применять, способен анализировать, обобщать фактический и теоретический материал, формулирует конкретные выводы, устанавливает причинно-следственные связи. Умеет аргументировать свою точку зрения.

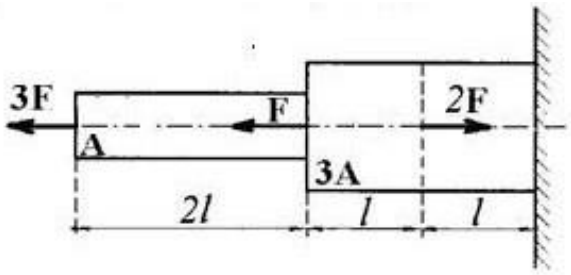
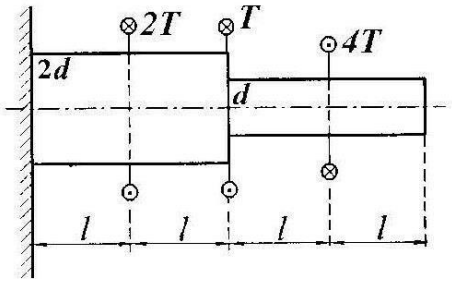
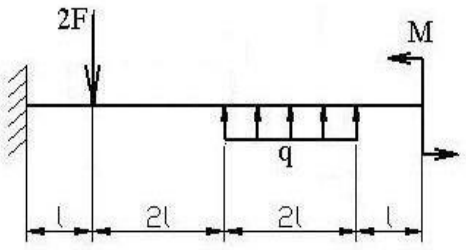
7.2.3 Шкала оценивания тестов

Оценка	Количество правильных ответов
Отлично	от 86% до 100%
Хорошо	от 71% до 85%
Удовлетворительно	от 56% до 70%
Неудовлетворительно	55% и менее правильных ответов

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1. Примеры контрольных работ по дисциплине «Сопротивление материалов»

	Для заданного ступенчатого бруса необходимо: 1. Построить эпюры нормальных сил, нормальных напряжений и перемещений сечений 2. Определить работу внешних сил и потенциальную энергию деформации
	Для заданного ступенчатого вала, имеющего круглое поперечное сечение, необходимо: Построить эпюры крутящих моментов, касательных напряжений и углов взаимного поворота сечений.
	Для заданной консольной балки необходимо: Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Принять: $F=ql$, $M= ql^2$

7.3.1.2 Примеры тестовых заданий по дисциплине «Сопротивление материалов»

Вопрос №1. Основными видами испытаний материалов являются:

1). испытания на твердость и ударную вязкость;

2). испытания на кручение;

3). испытания на растяжение и сжатие.

Вопрос №2. Какой метод применяют для определения внутренних сил в сечениях стержня?

1). метод начальных параметров;

2). метод независимости действия сил;

3). метод сечений.

Вопрос №3. Свойство твердых тел возвращаться к своим первоначальным размерам после прекращения действия внешних сил называется:

1). устойчивостью;

2). упругостью;

3). прочностью.

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к экзамену по дисциплине «Сопротивление материалов»

1. Цели и задачи курса. История развития науки о прочности. Основные гипотезы и допущения. Объекты расчета и расчетные схемы
2. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Внутренние силовые факторы
3. Напряжение. Связь напряжений с внутренними силовыми факторами
4. Деформации и перемещения
5. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при растяжении – сжатии прямого бруса
6. Напряжения на наклонных площадках. Потенциальная энергия упругих деформаций
7. Закон Гука. Коэффициент Пуассона
8. Испытание материалов на растяжение – сжатие. Механические характеристики. Диаграммы растяжения реальные и схематизированные
9. Предельная нагрузка. Условия прочности при растяжении-сжатии
10. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон парности касательных напряжений
11. Напряжения на наклонных площадках при сдвиге
12. Потенциальная энергия упругих деформаций при сдвиге. Условия прочности и жесткости
13. Связь между модулями упругости первого и второго рода. Закон Гука при сдвиге
14. Площадь. Статические моменты. Осевые и центробежные моменты инерции. Полярный момент инерции. Радиус инерции
15. Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе осей
16. Зависимость между моментами инерции при повороте осей
17. Главные оси и главные моменты инерции. Определение положения главных осей и вычисление значений главных моментов инерции различных поперечных сечений
18. Кручение бруса круглого поперечного сечения. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при кручении
19. Потенциальная энергия деформации при кручении. Расчеты на прочность и жесткость при кручении

20. Расчет винтовых цилиндрических пружин. Определение напряжений в пружинах. Различные способы определения перемещений в пружинах
21. Кручение бруса прямоугольного поперечного сечения. Депланация сечения
22. Статически неопределимые задачи на кручение
23. Изгиб. Внутренние силовые факторы при изгибе. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов
24. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки
25. Нормальное напряжение при чистом изгибе
26. Касательных напряжений в поперечных сечениях бруса при поперечном изгибе
27. Условие статической прочности. Рациональные формы сечения балок. Потенциальная энергия
28. Дифференциальное уравнение упругой оси балки
29. Интеграл Мора и правило Верещагина
30. Балка равного сопротивления изгибу