Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 13:48:58
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 /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Прочность машин и аппаратов

Направление подготовки
16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Профиль
Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Доцент, к.т.н. /В.А. Пирожков/

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....5
3. Структура и содержание дисциплины....5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость....5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины....6
   - 3.3. Содержание дисциплины....13
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....14
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....14
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы....14
   - 4.2. Основная литература....15
   - 4.3. Дополнительная литература....15
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы....15
5. Материально-техническое обеспечение....15
6. Методические рекомендации....16
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....16
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....17
7. Фонд оценочных средств....18
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения....18
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения....18
   - 7.3. Оценочные средства....19

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины подготовка студентов к деятельности, связанной с расчетом на прочность машин и аппаратов в условиях непрерывно возрастающих требований к их быстроходности, долговечности, экономичности, облегченности, существенно усложняющих проектирование новых инженерных конструкций.

Задачи дисциплины:

– изучение основ теории напряженно-деформированного состояния элементов машин и аппаратов и видов механического разрушения;

– изучение методов экспериментального исследования напряженного и деформированного состояния реальных и вновь создаваемых технических изделий;

– ознакомление студентов с принципами расчета элементов конструкций, работающих за пределами упругости

Обучение по дисциплине «Прочность машин и аппаратов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1. Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ИОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и модеоирования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Изучение дисциплины основано на знаниях и умениях, полученных при изучении следующих дисциплин:

- Физика
- Теоретическая механика
- Сопротивление материалов

Знания и умения, полученные на дисциплине необходимы для изучения следующих дисциплин:

- Детали машин и основы конструирования
- Основы проектирования низкотемпературных систем

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			5
1	**Аудиторные занятия**	**72**	72
	В том числе:		
	Лекции	18	18
	Семинарские/практические занятия	18	18
	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**36**	36
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**Зачет**	Зачет
	Итого	**72**	72

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Раздел		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Форма аттестации	
			Л.	Пр.	Лаб.	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К.-раб.	Э	З
Пятый семестр														
1.1	Цели и задачи курса «Прочность машин и аппаратов». Объекты изучения. Используемые методы	4	2			2								
1.2	Вводное практическое занятие	4		2		2				+				
2.1	Общие понятия. Физические основы прочности металлов и сплавов. Влияние повышенной температуры на механические свойства. Концентрация напряжений. Классификация разрушений и виды трещин. Основы линейной механики разрушения.	4	2			2								
2.2	Расчет систем при температурном нагружении	4		2		2								

3.1	Особенности разрушения композиционных материалов. Оценка прочности композитов.	4	2			2								
3.2	Расчет пространственной рамы прямоугольного сечения	4		2		2				+				
4.1	Теории прочности: теория наибольших нормальных напряжений; теория наибольших линейных относительных деформаций; теория наибольших касательных напряжений; объединенная теория прочности Мора; энергетическая теория прочности.	4	2			2								
4.2	Расчет пространственной рамы прямоугольного сечения	4		2		2				+				
5.1	Основные особенности расчета пластин и оболочек. Определение напряжений в осесимметрично нагруженных оболочках вращения.	4	2			2								
5.2	Расчет на прочность тонкостенной оболочки вращения	4		2		2				+				
6.1	Изгиб круглых симметрично нагруженных пластин. Определение напряжений и перемещений в круглых пластинах при различных условиях закрепления по	4	2			2								

	контуру. Изгиб прямоугольных пластин.													
6.2	Расчет на прочность тонкостенной оболочки вращения	4		2		2				+				
7.1	Основные соотношения для осесимметричного тела. Вывод разрешающих уравнений. Определение перемещений и напряжений в толстостенном цилиндре. Частные случаи нагружения.	4	2			2								
7.2	Расчет на прочность толстостенной оболочки вращения	4		2		2				+				
8.1	Определение напряжений в составных толстостенных цилиндрах. Температурные напряжения	4	2			2								
8.2	Расчет на прочность толстостенной оболочки вращения	4		2		2				+				
9.1	Требования, предъявляемые к быстровращающимся дискам. Уравнения деформаций и уравнения равновесия. Влияние конструктивных особенностей диска на граничные условия. Быстровращающиеся диски постоянной толщины и диски равной	4	2			2								

	прочности.													
9.2	Расчет быстровращающегося диска	4		2		2								
Всего за 5-ый семестр			18	18		36				3 РГР			+	
ИТОГО			18	18		36				3 РГР			+	

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия.

Введение. Цели и задачи курса «Прочность машин и аппаратов». Объекты изучения. Используемые методы.

Тема 2. Напряженно-деформированное состояние конструкций и виды механических разрушений.

Общие понятия. Физические основы прочности металлов и сплавов. Влияние повышенной температуры на механические свойства. Концентрация напряжений. Классификация разрушений и виды трещин. Основы линейной механики разрушения. Особенности разрушения композиционных материалов. Оценка прочности композитов.

Тема 3. Критерии прочности и пластичности.

Теории прочности: теория наибольших нормальных напряжений; теория наибольших линейных относительных деформаций; теория наибольших касательных напряжений; объединенная теория прочности Мора; энергетическая теория прочности.

Тема 4. Расчет тонкостенных резервуаров и пластин.

Основные особенности расчета пластин и оболочек. Определение напряжений в осесимметрично нагруженных оболочках вращения. Изгиб круглых симметрично нагруженных пластин. Определение напряжений и перемещений в круглых пластинах при различных условиях закрепления по контуру. Изгиб прямоугольных пластин.

Тема 5. Расчет цилиндров высокого давления.

Основные соотношения для осесимметричного тела. Вывод разрешающих уравнений. Определение перемещений и напряжений в толстостенном цилиндре. Частные случаи нагружения. Определение напряжений в составных толстостенных цилиндрах. Температурные напряжения.

Тема 6. Расчет быстровращающихся дисков

Требования, предъявляемые к быстровращающимся дискам. Уравнения деформаций и уравнения равновесия. Влияние конструктивных особенностей диска на граничные условия. Быстровращающиеся диски постоянной толщины и диски равной прочности.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1 «Вводное практическое занятие»
Практическое занятие №2 «Расчет систем при температурном нагружении»
Практическое занятие №3 «Расчет пространственной рамы прямоугольного сечения»
Практическое занятие №4 «Расчет пространственной рамы прямоугольного сечения»
Практическое занятие №5 «Расчет на прочность тонкостенной оболочки вращения»
Практическое занятие №6 «Расчет на прочность тонкостенной оболочки вращения»
Практическое занятие №7 «Расчет на прочность толстостенной оболочки вращения»
Практическое занятие №8 «Расчет на прочность толстостенной оболочки вращения»
Практическое занятие №9 «Расчет быстровращающегося диска»

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р 57837-2017 «Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок»
2. ГОСТ 25.503-97 «Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов»

4.2 Основная литература

1. Валишвили, Н. В. Сопротивление материалов и конструкций: учебник для вузов / Н. В. Валишвили, С. С. Гаврюшин. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 429 с. URL: https://urait.ru/bcode/511770
2. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов: учебник и практикум для вузов / С. Н. Кривошапко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 397с. URL: https://urait.ru/bcode/510729

4.3 Дополнительная литература

1. Детали машин и основы конструирования : учебник и практикум для вузов / Е. А. Самойлов [и др.] ; под редакцией Е. А. Самойлова, В. В. Джамая. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 419 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12069-1. URL: https://urait.ru/bcode/510778

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Курс «Сопротивление материалов» (2 модуль) URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=1150

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для практических занятий кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» (ауд. Н-211а, Н-209) оснащенные:

1. Меловая доска
2. Проектор
3. Настенный экран

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Методика преподавания дисциплины «Прочность машин и аппаратов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых расчетно-графических работ;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме тестирования;

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 исодержание 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 вы-

сказыванию 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 экзаменационных билетах. В билет вносится два теоретических вопроса из различных разделов дисциплины. 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:

1. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
2. Углубление и расширение теоретической подготовки;
3. Формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
4. Развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
5. Использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговому зачету.

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

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта 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 «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Прочность машин и аппаратов»:

- выполнили и защитили три расчетно-графические работы;

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

-Расчетно-графическая работа №1 «Расчет на температурное нагружение и пространственная рама»;

- Расчетно-графическая работа №2 «Расчет тонкостенной и толстостенной оболочек вращения», содержит две задачи посвященных расчету тонкостенной и толстостенной оболочек вращения.

- Расчетно-графическая работа №3 «Расчет быстровращающегося диска», содержит одну задачу по расчету быстровращающегося диска.

Расчетно-графические работы проводятся по индивидуальному заданию.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме письменного зачета с последующим собеседованием по материалам ответа. Для допуска к зачету студенты должны верно выполнить и защитить три расчетно-графические работы, также шесть лабораторных работ. Зачетный билет содержит два теоретических вопроса. Список вопросов, выносимых на зачет выдается студентам на первом занятии. Для подготовки и написания ответа на билет и решение задачи студенту выделяется 35 минут. В процессе проведения собеседования студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, не выходящие за рамки изученного курса.

Образцы тестовых заданий, заданий расчетно-графических работ, контрольных задач и зачетного билета:

Пример экзаменационного билета по курсу «Прочность машин и аппаратов»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина Прочность машин и аппаратов
Направление 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»
Курс 3, семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7.

1. Постановка задачи Ламе о длинной толстостенной трубе, находящейся под действием внутреннего и наружного давлений.
2. Расчет сварных соединений на статическую прочность.

Утверждено на заседании кафедры « » _____ 201_ г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/

Перечень вопросов к зачету

Вопросы к экзамену	Код компетенции
Влияние абсолютных размеров детали на ее предел усталости (выносливости)	**ОПК-1**
Вывод формул для определения эквивалентных напряжений по I и II теориям напряжений	**ОПК-1**
Постановка задачи Ламе о длинной толстостенной трубе, находящейся под действием внутреннего и наружного давлений	**ОПК-1**
Расчет сварных соединений на статическую прочность	**ОПК-1**
Вывод уравнения Лапласа	**ОПК-1**
Особенности оценки прочности изделий при комбинированном нагружении. Понятие эквивалентного нагружения	**ОПК-1**
Расчет на прочность толстостенных труб из линейно-упругого материала. Статическая сторона задачи Ламе.	**ОПК-1**
Метод симметрии в раскрытии статической неопределимости	**ОПК-1**
Вывод формул для определения эквивалентных напряжений по энергетической теории прочности	**ОПК-1**
Физический смысл канонических уравнений метода сил в раскрытии статической неопределимости.	**ОПК-1**
Геометрическая сторона задачи Ламе. Вывод уравнения совместимости деформаций для произвольной точки стенки трубы	**ОПК-1**
Устойчивость стержневых конструкций. Зависимость критических напряжений от гибкости	**ОПК-1**
Расчет на прочность пространственных рам в общем случае нагружения. Понятие эквивалентного момента	**ОПК-1**
Напряженное состояние в произвольной точке толстостенной трубы. Физическая сторона задачи Ламе	**ОПК-1**
Определение перемещений в статически неопределимых конструкциях	**ОПК-1**
Вывод формул для определения эквивалентных напряжений по III и IV теориям прочности	**ОПК-1**
Понятие эффективного коэффициента концентрации напряжений	**ОПК-1**
Вывод формул для определения эквивалентных напряжений в «опасной» точке толстостенной трубы под внутренним давлением по III и IV теориям прочности.	**ОПК-1**
Постановка задачи о расчете напряженно-деформированного состояния диска постоянной толщины, вращающегося с постоянной угловой скоростью. Вывод уравнения совместимости деформаций для произвольной точки диска	**ОПК-1**
Автофретирование толстостенных труб	**ОПК-1**

Расчет на прочность по предельным нагрузкам и предельным напряжениям. Привести примеры.	**ОПК-1**
Энергетический подход к определению перемещений. Интеграл Мора для трехмерного напряженного состояния. Способ Верещагина	**ОПК-1**
Расчет на изгиб прямоугольных пластин под действием равномерно распределенной нагрузки	**ОПК-1**
Решение дифференциального уравнения изгиба осесимметрично нагруженной круглой пластины постоянной толщины	**ОПК-1**
Условные расчеты на прочность. Привести примеры	**ОПК-1**
Определение прогибов, радиальных и окружных моментов в круглых осесимметрично нагруженных пластинах при различных видах опорных закреплений	**ОПК-1**
Вывод разрешающего уравнения для расчета радиальных перемещений точек диска постоянной толщины, вращающегося с постоянной угловой скоростью	**ОПК-1**
Постановка вопроса о прочности. Хрупкое и пластическое разрушение	**ОПК-1**
Понятия эквивалентного напряжения и эквивалентного момента	**ОПК-1**
Сравнительная характеристика основных теорий прочности (их недостатки и преимущества друг перед другом)	**ОПК-1**

Пример задания для выполнения расчетно-графической работы по дисциплине «Прочность машин и аппаратов» для оценки компетенции ОПК-1

Для пространственного бруса прямоугольного поперечного сечения (***h/b=2***), нагруженного внешними силовыми факторами, как показано на рис. 1 Требуется:

1) построить в аксонометрии эпюры изгибающих и крутящих моментов;

2) из условия прочности, с применением различных теорий прочности подобрать размеры поперечного сечения для каждого участка бруса, округлив полученное значение в [*мм*] до ближайшего большего числа из стандартного ряда;

Модуль упругости $E=2\cdot10^5$ *МПа*. Исходные данные выбираются студентам исходя из индивидуального варианта

Конструктивные особенности узлов соединения участков с различными сечениями не рассматривать.

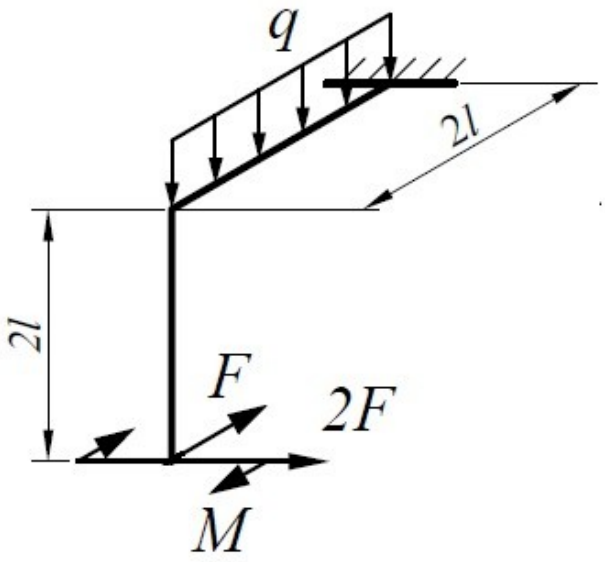


Рис. 1