

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины
МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
01.03.03 Механика и математическое моделирование

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Механика материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.01, «Механика материалов» относится к части ООП направления подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-6 Владение навыками самостоятельного анализа поставленной задачи, выбора корректного метода ее решения, построения алгоритма и его реализации	ПК-6.1. Умеет самостоятельно анализировать задачу, выбирать методы решения, создавать алгоритм решения и реализовывать его.	Умеет самостоятельно применять полученные знания для анализа объекта исследования, создавать алгоритм решения и реализовывать его при решении задач механики материалов	Выполнение заданий
	ПК-6.2. Владеет навыками решения практических задач, анализа результатов решения	Владеет навыками выполнения расчетно-графических работ, анализа результатов решения	Собеседование по отчетам о выполненных работах

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	8 з.е.
Часов по учебному плану	288
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	48
- занятия семинарского типа	64
Контроль самостоятельной работы (КСР)	3
самостоятельная работа	137

3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения							
№	Наименование разделов и тем дисциплины	Всего(часы)	в том числе				СР, часы
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
			из них				
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1.	Понятия механики материалов	20	4	5		9	11
2.	Растяжение и сжатие	20	4	5		9	11
3.	Постановка задачи механики материалов	20	4	5		9	11
4.	Напряженное состояние в точке	12	2	3		5	7
5.	Геометрические характеристики поперечных сечений стержня	20	4	5		9	11
6.	Сдвиг	12	2	3		5	7
7.	Кручение	20	4	5		9	11
8.	Изгиб	26	6	8		14	12
9.	Главные оси напряжений и главные напряжения	19	4	5		9	10
10.	Критерии прочности и пластичности	12	2	3		5	7
11.	Устойчивость прямых стержней	12	2	3		5	7
12.	Удар	19	4	5		9	10
13.	Прочность при циклических напряжениях	19	4	5		9	10
14.	Энергетические методы расчета деформаций упругих систем	18	4	4		6	12
	В т.ч. текущий контроль	3				3	
	Итого:	252	48	64		115	137

Краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

- Понятия механики материалов.** Ключевые слова механики материалов. Перемещения и деформации. Напряжения. Закон Гука.
- Растяжение и сжатие.** Расчетная схема. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Модуль продольной упругости. Коэффициент поперечной деформации Пуассона. Касательные напряжения при растяжении стержня.

3. **Постановка задачи механики материалов.** Компоненты расчетной схемы. Модель материала. Модель геометрии. Модель нагрузок. Модель разрушения. Диаграмма растяжения. Принципы и гипотезы механики материалов. Виды нагружения стержня.
4. **Напряженное состояние в точке.** Тензор напряжений. Закон парности касательных напряжений.
5. **Геометрические характеристики поперечных сечений стержня.** Перечень геометрических характеристик. Изменение геометрических характеристик при параллельном переносе осей. Изменение моментов инерции при повороте осей. Главные оси инерции. Главные моменты инерции. Вычисления моментов инерции сечений простой формы.
6. **Сдвиг.** Чистый сдвиг. Деформации при сдвиге. Закон Гука при сдвиге. Срез болтов.
7. **Кручение.** Что такое кручение. Напряжения и деформации при кручении. Кручение стержней, с поперечным сечением в форме кольца. Кручение стержня с некруглым поперечным сечением.
8. **Изгиб.** Зачем нужно приводить к главным центральным осям. Правило знаков в плоском изгибе. Соотношения между распределенной нагрузкой, перерезывающей силой, изгибающим моментом при изгибе. Построение эпюр M_x и Q_y . Нормальные напряжения при изгибе. Касательные напряжения при изгибе. Деформация балок в плоском изгибе. Связь кривизны балки с изгибающим моментом. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Универсальное уравнение изогнутой оси балки. Метод начальных параметров.
9. **Главные оси напряжений и главные напряжения.** Главные напряжения в плоском случае. Главные напряжения в трехмерном случае.
10. **Критерии прочности и пластичности.**
11. **Устойчивость прямых стержней.** Понятие об устойчивости. Задача Эйлера. Влияние условий закрепления концов. Границы применимости решения Эйлера. Формула Ясинского.
12. **Удар.** Техническая теория удара. Динамический коэффициент при ударе. Понятие о приведенной массе ударяемой системы. Скорость движения точки соударения в момент удара. Формула для динамического коэффициента.
13. **Прочность при циклических напряжениях.** Понятие об усталости материалов. Основные характеристики циклического нагружения. Виды циклов. Кривая усталости Вёлера. Предел выносливости Кривая усталости Вёлера. Предел выносливости. Предел выносливости при асимметричном цикле. Диаграмма предельных напряжений Смита. Диаграмма предельных амплитуд Хейга. Факторы, влияющие на усталостную прочность материалов.
14. **Энергетические методы расчета деформаций упругих систем.** Потенциальная энергия деформации в общем случае нагружения. Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Теорема Кастильяно. Метод нулевой фиктивной силы. Метод Максвелла-Мора. Способ Верещагина.

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 64 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: выполнения расчетно-графических работ, анализа результатов решения.
- компетенций – ПК-6.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет), включающий выполнение заданий. Итоговая аттестация проходит в традиционной форме (экзамен), включающий изложение теоретических вопросов и выполнение типовых заданий.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде освоения теоретических разделов, решения сопутствующих задач по темам и самостоятельной работы студентов в процессе выполнения расчетно-графических работ.

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы. (порядок их выполнения, форма контроля):

- самостоятельная теоретическая подготовка к занятиям практического типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях практического типа),
- выполнение расчетно-графических работ по темам.

Формами контроля самостоятельной работы студентов, соответственно, являются:

- решение типовых задач (может проходить как в письменной форме, так и в форме решения у доски)
- сдача расчетно-графических работ по темам

Зачет может выставляться автоматически при условии успешного выполнения всех запланированных на семестр работ. По теоретической части и типовым задачам проводится экзамен.

Примеры общих теоретических вопросов и заданий для собеседований приведены в п. 5.2

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме контрольных вопросов теоретического характера, контрольных вопросов к описанию расчетно-графических работ и контрольных заданий для собеседования.

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		<u>Знания</u>	<u>Умения</u>	<u>Навыки</u>
плохо	не зачтено	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа
неудовлетворительно		Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
удовлетворительно	зачтено	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
хорошо		Уровень знаний в	Продemonстрированы	Продemonстрированы

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		Знания	Умения	Навыки
		объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
	очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
	отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
	превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
Не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы для оценки формирования компетенции ПК-6

№	Вопрос
1.	Деформирование. Прочность. Жесткость. Устойчивость.
2.	Место механики материалов
3.	Вектор полного перемещения
4.	Линейная деформация, угол сдвига
5.	Полное, нормальное, касательное напряжение
6.	Закон Гука при растяжении
7.	Модуль продольной упругости
8.	Коэффициент поперечной деформации
9.	Модель, Расчетная схема
10.	Сплошной, однородный, изотропный, упругий, пластичный, вязкий материал
11.	Ползучесть. Усталость
12.	Стержень, оболочка, массив
13.	Активные, реактивные, объемные, поверхностные, статические, динамические нагрузки
14.	Виды опор
15.	Диаграмма растяжения
16.	Принцип независимости действия сил
17.	Принцип Сен-Венана
18.	Гипотеза плоских сечений
19.	Гипотеза об отсутствии начальных напряжений
20.	Гипотеза об отсутствии моментных напряжений
21.	Принцип начальных размеров
22.	Метод сечений
23.	Нормальная сила, перерезывающие силы, крутящий момент изгибающие моменты
24.	Вектор напряжения на произвольно ориентированной площадке
25.	Закон парности касательных напряжений
26.	Площадь, статические моменты, осевые, полярный, центробежный, центральные, главные моменты инерции
27.	Чистый сдвиг
28.	Закон Гука при сдвиге
29.	Напряжения и деформации при кручении, относительный угол закручивания
30.	Гипотезы кручения стержня круглого сечения
31.	Депланация
32.	Плоский изгиб. Чистый изгиб
33.	Соотношения между распределенной нагрузкой, перерезывающей силой, изгибающим моментом при изгибе
34.	Статически определимые и неопределимые задачи
35.	Нормальные напряжения при изгибе
36.	Формула Журавского
37.	Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки
38.	Главные оси напряжений
39.	Одно- дву-, трехосные напряженные состояния
40.	Эквивалентное напряжение в теориях прочности
41.	Понятие устойчивости стержня

42.	Формула Ясинского
43.	Гипотезы технической теории удара
44.	Динамический коэффициент
45.	Понятие об усталости материалов
46.	Характеристики и виды циклов
47.	Кривая усталости Вёлера. Предел выносливости

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки формирования компетенции ПК-6

№	Задание
1.	Расчет напряжений.
2.	Расчет деформаций.
3.	Построение эпюр

5.2.3. Типовые тестовые задания/ задачи для оценки формирования компетенции ПК-6

Расчетно-графические работы

1. Растяжение-сжатие составной колонны.
2. Равновесие жесткого бруса.
3. Расчет плоских ферм.
4. Геометрические характеристики плоских сечений.
5. Кручение составного вала.
6. Изгиб. Консольная балка.
7. Изгиб. Двухопорная балка.
8. Касательные и главные напряжения при изгибе.
9. Перемещения при изгибе.

5.2.4. Темы курсовых работ, эссе, рефератов

Курсовые работы Учебным планом по данной дисциплине не предусмотрены

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Сборник задач по сопротивлению материалов: Учебное пособие / Под ред. Л. К. Паршина. — 4е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 432 с.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=60042&DB=1>
2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М.: Наука, 1967. 552 с.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=80337&DB=1>,
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=80338&DB=1>,
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=80339&DB=1>
3. Работнов Ю.Н. Сопротивление материалов. М.: ГИФМЛ, 1962. 458 с.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=467681&DB=1>,
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=80306&DB=1>,
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Rabotnov1962ru.djvu>

б) дополнительная литература:

1. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1988. 712 с.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=85835&DB=1>,
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=85836&DB=1>
2. Беляев Н.М. Сборник задач по сопротивлению материалов. М.: Наука, 1968. -351 с.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=79669&DB=1>
3. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. 248 с.
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=66863&DB=1>,
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=66864&DB=1>

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы
(в соответствии с содержанием дисциплины)**

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.03 Механика и математическое моделирование.

Автор

к.т.н., доцент Жидков А.В.

Заведующий кафедрой
теоретической, компьютерной и
экспериментальной механики

д.ф.-м.н., профессор Игумнов Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.