

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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 12 от 26.12.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Механика материалов

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
15.03.03 - Прикладная механика

Направленность образовательной программы
Инженерное приложение суперкомпьютерного моделирования

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.01 Механика материалов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
<i>ПК-2: Умеет извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, научных сайтов и т.д., анализировать полученную информацию для применения в научной работе, а также публично представлять полученные результаты с учетом уровня аудитории</i>	<i>ПК-2.1: Умеет извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, научных сайтов и т.д. ПК-2.2: Знает методы анализа полученной информации, умеет применять ее в научной работе ПК-2.3: Имеет практический опыт публичного представления полученных результатов в соответствии с уровнем аудитории</i>	<i>ПК-2.1: Умеет извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, научных сайтов и т.д. ПК-2.2: Знает методы анализа полученной информации, умеет применять ее в научной работе ПК-2.3: Владеет навыками публичного представления полученных результатов в соответствии с уровнем аудитории</i>	<i>Задания</i>	<i>Экзамен: Контрольные вопросы Задания Зачёт: Контрольные вопросы</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

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

Промежуточная аттестация	36 Экзамен, Зачёт
---------------------------------	------------------------------------

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
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	17	2	5	7	10
13. Прочность при циклических напряжениях	19	4	5	9	10
14. Энергетические методы расчета деформаций упругих систем	20	4	4	8	12
Аттестация	36				
КСР	3			3	
Итого	288	48	64	115	137

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Понятия механики материалов. Ключевые слова механики материалов. Перемещения и деформации. Напряжения. Закон Гука.

2. 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.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

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

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Что такое напряжение?

В каких единицах измеряются напряжения? Какие напряжения выделяют? Как они работают в поперечном сечении?

Какие деформации вызывают какие напряжения?

Как обозначаются нормальные и касательные напряжения?

Что означают индексы для нормальных и касательных напряжений?

Когда известно напряженное состояние в точке деформируемого твердого тела?

Сформулируйте закон взаимности касательных напряжений.

Какие площадки и напряжения называют главными?

По какому правилу нумеруются главные напряжения?

Какие бывают типы напряженного состояния в точке?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы

		знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Перемещения и деформации.
2. Напряжения. Закон Гука
3. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Модуль продольной упругости. Коэффициент поперечной деформации Пуассона
4. Касательные напряжения при растяжении стержня
5. Компоненты расчетной схемы
6. Модель материала. Модель геометрии.
7. Модель нагрузок
8. Диаграмма растяжения стержня
9. Принципы и гипотезы механики материалов
10. Напряженное состояние в точке. Вектор напряжений на криволинейной площадке
11. Закон парности касательных напряжений
12. Перечень геометрических характеристик. Центробежный момент инерции сечения. Статические моменты сечения
13. Чистый сдвиг. Деформации при сдвиге. Закон Гука при сдвиге
14. Что такое кручение. Напряжения и деформации при кручении стержня с круглым поперечным сечением
15. Кручение стержня с некруглым поперечным сечением
16. Зачем нужно приводить к главным центральным осям
17. Соотношения между распределенной нагрузкой, перерезывающей силой, изгибающим моментом при изгибе. Порядок построения эпюр $M(x)$ и Q_y
18. Нормальные напряжения при изгибе. Касательные напряжения при изгибе
19. Основные понятия и определения изгиба. Связь кривизны балки с изгибающим моментом
20. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки
21. Универсальное уравнение изогнутой оси балки. Метод начальных параметров

22. Главные напряжения в плоском случае
23. Критерии прочности и пластичности
24. Понятие об устойчивости. Задача Эйлера об устойчивости сжатого стержня. Влияние условий закрепления концов
25. Границы применимости решения Эйлера. Формула Ясинского
26. Техническая теория удара
27. Динамический коэффициент при ударе. Понятие о приведенной массе ударяемой системы.
28. Скорость движения точки соударения в момент удара. Формула для динамического коэффициента.
29. Основные характеристики циклического нагружения. Виды циклов
30. Кривая усталости Вёлера. Предел выносливости
31. Предел выносливости при асимметричном цикле. Диаграмма предельных напряжений Смита. Диаграмма предельных амплитуд Хейга

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Перемещения и деформации.
2. Напряжения. Закон Гука
3. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Модуль продольной упругости. Коэффициент поперечной деформации Пуассона
4. Касательные напряжения при растяжении стержня
5. Компоненты расчетной схемы

6. Модель материала. Модель геометрии.
7. Модель нагрузок
8. Диаграмма растяжения стержня
9. Принципы и гипотезы механики материалов
10. Напряженное состояние в точке. Вектор напряжений на косоугольной площадке

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2

Как определяется изгибающий момент M_x (M_y) в произвольном сечении балки?

При какой деформации возникает изгибающий момент M_x (или M_y) в произвольном сечении балки?

Запишите интегральные зависимости между внутренними силовыми факторами и напряжениями

Какие исследования проводятся для определения напряжений, возникающих от каждого внутреннего силового фактора (ВСФ) и закона распределения напряжений по сечению балки?

Что устанавливает геометрическое исследование и на чем оно основывается?

Сформулируйте гипотезу плоских поперечных сечений Я. Бернулли.

Какие исследования проводятся для определения напряжений, возникающих от каждого внутреннего силового фактора (ВСФ) и закона распределения напряжений по сечению балки?

Что устанавливает геометрическое исследование и на чем оно основывается?

Сформулируйте гипотезу плоских поперечных сечений Я. Бернулли.

Что определяет физическое исследование и на чем оно основывается?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок

Оценка	Критерии оценивания
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Сборник задач по сопротивлению материалов / Беляев Н. М., Паршин Л. К., Мельников Б. Е., Шерстнев В. А. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 432 с. - Рекомендовано Учебно-методическим объединением по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям и специальностям в области техники и технологий. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-0865-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799485&idb=0>.
2. Феодосьев Всеволод Иванович. Сопротивление материалов : [учеб. для вузов]. - 9-е изд., перераб. - М. : Наука, 1986. - 512 с. : ил. - 1.10., 33 экз.
3. Работнов Юрий Николаевич. Сопротивление материалов : [учеб. пособие для ун-тов]. - М. : Физматгиз, 1962. - 455 с. : с черт. - 0.88., 20 экз.

Дополнительная литература:

1. Работнов Юрий Николаевич. Механика деформируемого твердого тела : [учеб. пособие для мех.-мат. и физ. специальностей ун-тов]. - 2-е изд., испр. - М. : Наука, 1988. - 711, [1] с. : ил. - 1.80., 12 экз.
2. Сборник задач по сопротивлению материалов / Беляев Н. М., Паршин Л. К., Мельников Б. Е., Шерстнев В. А. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 432 с. - Рекомендовано Учебно-методическим объединением по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям и специальностям в области техники и технологий. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-0865-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799485&idb=0>.

3. Новицкий Петр Васильевич. Оценка погрешностей результатов измерений : справочник. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1991. - 301 с. : ил. - 3.00., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

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

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), 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 ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 15.03.03 - Прикладная механика.

Автор(ы): Киселев Владимир Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 10.10.2023 г., протокол № 2.