

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ
Декан строительного факультета
Д.В. Панфилов
_____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Нелинейная механика»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа Теория и проектирование зданий и сооружений

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

_____/Шапиро Д.М./

Заведующий кафедрой
Строительной механики

_____/Ефрюшин С.В./

Руководитель ОПОП

_____/Сафронов В.С./

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели преподавания дисциплины

Обучение теоретическим знаниям, инженерным и вычислительным идеям, которые необходимы для применения на практике решений нелинейных задач строительного проектирования. Обучение использованию при проектировании объектов строительства сооружений современных специальных программных комплексов и программ, реализующих физически нелинейные решения средствами МКЭ (владение основными идеями, приёмами их алгоритмизации).

1.2. Задачи освоения дисциплины

В результате обучения учащиеся должны получить следующие знания и представления:

- 1) о видах нелинейности строительных материалов и конструкций;
- 2) о расчётных моделях конструкций из современных строительных материалов (стали, железобетона, бетона, геоматериалов) и грунтовых оснований;
- 3) о методах решения физически нелинейных задач и расчетах строительных конструкций;
- 4) о теории пластического течения, ассоциированном и неассоциированном законах течения;
- 5) о современных нелинейных (упругопластических) методах расчёта, деформационных моделях объектов строительства и средствах их реализации на основе МКЭ с использованием современных программных комплексов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Нелинейная механика» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

Дисциплина «Нелинейная механика» относится к числу завершающих инженерную подготовку, изучается на третьем семестре магистерской подготовки.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Нелинейная механика» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Овладение знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования

ПК-2 - Способностью вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

ПК-3 - Способностью разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать теоретические основы современных методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования
	владеть современными методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования
ПК-2	знать современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
	уметь применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
	владеть практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
ПК-3	знать современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок
	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,
	владеть практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Нелинейная механика» составляет 4 з.е.
Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	81	81
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации – зачёт с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Практ. зан.	СРС	Всего, час
1	Классическая строительная механика. Фундаментальные понятия и положения	<p>Формы расчётных областей, системы координат: пространственная, плоская (плоское напряжённое состояние, плоская деформация), осесимметричная задачи.</p> <p>Практические примеры расчётной схематизации строительных конструкций и объектов строительства. Правила знаков перемещений, усилий, напряжений.</p> <p>Диаграмма Прандтля как двухмерная аналогия линейных соотношений и границ перехода от линейного деформирования к предельным состояниям (текучести, предельного напряжённого состояния,</p>	2	-	13	22

		разрушения, потери устойчивости). Понятие о единственности решений линейной строительной механики и различии форм предельных напряжённых состояний бетона, стали, грунта.				
2	Общее понятие и виды нелинейности	Представление о нелинейном деформировании как отклонении от соотношений Коши и Гука. Виды физической нелинейности стали, бетона, грунта. О геометрической нелинейности: два вида геометрической нелинейности; примеры задач расчёта устойчивости: задача Эйлера, сжато-изогнутая балка, формула Бубнова. Конструктивная нелинейность. О «технологической (генетической) нелинейности».	2	-	5	14
3	Расчёт методом конечных элементов стержневых и континуальных систем	Теоретические основы, идеи, постулаты: общие положения, связь с методом перемещений, теорией упругости (общность и различия). Вариационный способ решения задач теории упругости. Принцип Лагранжа и метод Ритца. Линейная классическая версия, реализация в форме метода перемещений: - матрицы жёсткости конечных элементов на примерах плоского стержня, треугольника, четырёхузлового прямо-угольника; - общая и местная системы координат, глобальная матрица жёсткости, решение системы уравнений; - завершающие процедуры расчёта МКЭ. Расчёт тонких плит средствами МКЭ: теория и реализация. Программные комплексы на основе МКЭ для расчёта объектов строительства на примерах программ <i>LIRA, Midas</i>	2	6	13	28

		<i>civil</i> и др.				
4	Методы решения физически нелинейных задач	Общее понятие о решении физически нелинейных задач средствами МКЭ. Методы упругих решений и Ньютона-Рафсона. Описание, графические иллюстрации, простейшие примеры, ускорение сходимости итерации.	2	2	5	16
5	Понятие о расчётной модели материала (грунта). Условия текучести упруго-пластических тел	Понятие об условиях текучести и их графической форме. Уравнения Треска–Сен-Венана (третья классическая теория прочности) и Губера–Мизеса (четвёртая энергетическая теория прочности): записи, объяснение, графические изображения. Закон Кулона и предельное напряжённое состояние грунта. Уравнение Мора-Кулона. Уравнение Мизеса-Шлейхера-Боткина. Графические изображения на плоскости и в пространстве. Физические иллюстрации. Обобщение условий текучести.	2	4	5	18
6	Теория пластического течения. Ассоциированный и неассоциированный законы течения	Теория деформирования упругопластических тел (сред) на стадии пластического течения (векторы деформаций, дилатансия: изменение объёма при формоизмерении) Понятие о пластическом потенциале. Пластические потенциалы и векторы пластических деформаций ассоциированных и неассоциированных законов течения по условиям текучести стальных конструкций (Треска–Сен-Венана, Губера–Мизеса) и грунтов (Мора-Кулона, Мизеса-Шлейхера-Боткина).	2	-	7	16
7	Разрешающие уравнения упруго-пластических задач	Общий подход к получению разрешающих уравнений. Разрешающие уравнения для условий текучести стальных конструкций и грунтов.	2	-	5	14
8	Нелинейный расчёт	Модель грунта. Постановка и	2	-	5	14

	геотехнических объектов	решение упругопластической задачи. Программное обеспечение и критерии предельных состояний. Примеры решения научно-технических задач.				
9	Деформационный нелинейный расчёт изгибаемых и внецентренно сжатых железобетонных конструкций	Описание деформационной нелинейной модели железобетонных конструкций в соответствии с СП 63.13330.2011. Решение задач о распределении напряжений и деформаций в сечениях железобетонных конструкций. Геометрические характеристики сечений. Пространственный нелинейный расчёт плитно-балочных систем на примерах мостовых пролетных строений. Пример расчётного анализа сечения внецентренно сжатой (растянутой) стойки.	2	6	23	38
Итого			18	18	81	117

5.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-ёмкость (час)
1.	3, 4, 9	Нелинейный расчёт плитно-балочного мостового пролётного строения методом упругих решений с использованием МКЭ (с помощью ВК LIRA или Midas civil).	12
2.	3, 4, 7	Нелинейный расчёт балок из идеально упруго-пластического материала	6

5.3. Лабораторный практикум

Не предусматривается

6. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

Не предусмотрена

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать (знать теоретические основы современных методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования)	знание теоретических основ современных методов проектирования и мониторинга	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	умение использовать специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть современными методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования)	владение современными методами проектирования и мониторинга	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знать современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	знание современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	умение применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	владеть практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	владение практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах
ПК-3	знать современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	знание современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах
	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,	умение организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах
	владеть практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов	владение практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	знать (знать теоретические основы современных методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования)	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть современными методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	методы расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования)		ответы	верный ответ во всех задачах		
ПК-2	знать современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Решение стандартных практически задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,	Решение стандартных практически задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию
(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач
(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач
(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачёту

1. Основные виды физической нелинейности.
2. Понятие о методе упругих решений.
3. Понятие о методе Ньютона-Рафсона.
4. Понятие о расчётной модели материала (грунта).
5. Напряжённое состояние в точке. Круг Мора.
6. Напряжённое состояние в пространстве. Инварианты.
7. Диаграмма Прандтля. Теория пластического течения.
8. Третья классическая теория прочности. Условие предельного напряжённого состояния (текучести) Сен-Венана-Треска.
9. Четвёртая энергетическая теория прочности. Условие предельного напряжённого состояния (текучести) Губера-Мизеса.
10. Ассоциированный и неассоциированный законы текучести. Понятие о дилатансии.
11. Понятие о нелинейном деформировании железобетонных конструкций.

7.2.5. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачёт проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 5 баллами, задача оценивается в 10 баллов. Требуемое количество набранных баллов – 15.

7.2.6 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Классическая строительная механика. Фундаментальные понятия и положения	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, защита реферата,
2	Общее понятие и виды нелинейности	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, защита реферата
3	Расчёт методом конечных элементов стержневых и континуальных систем	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа, защита реферата

4	Методы решения физически нелинейных задач	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест
5	Понятие о расчётной модели материала (грунта). Условия текучести упруго-пластических тел	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест
6	Теория пластического течения. Ассоциированный и неассоциированный законы течения.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест
7	Разрешающие уравнения упруго-пластических задач.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа
8	Нелинейный расчёт геотехнических объектов	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест
9	Деформационный нелинейный расчёт изгибаемых и внецентренно сжатых железобетонных конструкций.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, контрольная работа

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 20 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

Основная литература:

1. Шапиро Д. М. Метод конечных элементов в строительном проектировании. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 176 с.
2. ГОСТ 27751-2014 Надёжность строительных конструкций и оснований.

Дополнительная литература:

1. Свод правил СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции.
2. Свод правил СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
3. Свод правил СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.
4. Шапиро Д. М. Теория и расчётные модели оснований и объектов геотехники. – М.: Издательство АСВ, 2016. – 180 с.
5. Шапиро Д. М. Нелинейная механика грунтов: учебное пособие.– Воронеж: изд-во ВГТУ, 2019. – 118 с.
6. Шапиро Д. М., Сухарева А. Я. Инженерный метод нелинейного расчёта плитно-балочных систем, применяемых в мостостроении // Научный журнал «Строительная механика и конструкции», 2019. – №3 (22). – С. 52–61.
7. Шапиро Д. М., Тарасов А. А. Деформационный нелинейный расчёт внецентренно сжатых железобетонных конструкций // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2018. – №1. – С. 109 – 120.

Периодические издания

- 1.«Строительная механика и конструкции» (научно-технический журнал, ВГТУ)

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.2.1 Перечень лицензионного программного обеспечения

Программные конечно-элементные комплексы ЛИРА-САПР-2014 , SCAD-2013, вычислительная статистическая программа STADIA разработки Московского государственного университета (НПО «Информатика и компьютеры»).

8.2.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Консультирование посредством электронной почты.
2. <http://www.cchgeu.ru>. Учебный портал ВГТУ.
3. <http://cchgeu.ru/university/library/elektronnyy-katalog/> Электронный каталог Научной Библиотеки ВГТУ.
4. elibrary.ru;
5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.
6. <https://картанауки.рф/>.

7. dwg.ru.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В наличии имеется специализированная учебная аудитория (компьютерный класс, ауд. № 2121).

Она оснащена специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие вычислительной техники из расчёта один ПК на одного студента.

Также, аудитория оборудована, как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения лекционных и практических занятий, а также проведения конференций (проектор, интерактивная доска, персональный компьютер или ноутбук).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Нелинейная механика» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому

	<p>усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>