

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.10.2023 14:12:39
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана транспортного факультета
/М.Н. Лукьянов/

“ 10 ” 08 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы решения нелинейных задач прочности»

Направление подготовки

23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

(Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов)

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очная

Москва 2022 г.

1 Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы решения нелинейных задач прочности» является:

– формирование знаний о современных численных алгоритмах, методах моделирования и инженерного исследования конструкций машин для нелинейного анализа напряженно-деформированного состояния и прочности их деталей и узлов с учетом упругопластических свойств конструкционных материалов, геометрически нелинейных деформаций, контактного взаимодействия элементов, освоение предназначенного для этого универсального программного обеспечения метода конечных элементов;

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы (Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов)».

1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины «Основы решения нелинейных задач прочности» являются:

- ознакомление студентов с широко применяемыми методами и подходами к нелинейному анализу напряженно-деформированного состояния и прочности, а также ознакомление с современным программным обеспечением, реализующим данные методы для расчета напряженно-деформированного в нелинейной постановке деталей и узлов наземных транспортных машин.

– изучение эффективных и высокопроизводительных численных алгоритмов, используемых в современных вычислительных комплексах для анализа напряженно-деформированного состояния машин в нелинейной постановке.

- знакомство с основами расчетного моделирования конструкций мобильных машин с использованием одной из универсальных программ метода конечных элементов и одной из универсальных программ трехмерного автоматизированного проектирования.

2 Место дисциплины в структуре основных образовательных программ

Дисциплина «Основы решения нелинейных задач прочности» относится к элективным дисциплинам основной образовательной программы (ООП) по направлению подготовки 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы (Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов)».

Дисциплины, с которыми связан курс «Основы решения задач динамики» являются:

- метод конечных элементов
- основы решения задач динамики;
- компьютерное моделирование и прочностной анализ;
- проблемы динамики и прочности транспортно-технологических комплексов;
- вычислительная механика и компьютерный инжиниринг;

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов	ИПК-1.1 Систематизирует инженерные данные с учетом технических требований ИПК-1.2 Определяет методики расчетов систем АТС и их компонентов ИПК-1.3 Анализирует влияние ключевых факторов на выходные характеристики АТС и их компонентов ИПК-1.4 Анализирует прочностные свойства материалов и прочностные свойства компонентов АТС, связанных особенностями конструкций ИПК-1.5 Анализирует лучшие практики разработки АТС и их компонентов

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, т.е. 72 академических часов (из них 42 часа – самостоятельная работа студентов).

Дисциплина читается на первом курсе в **первом** семестре. Проводятся семинары – 2 часа в неделю (30 часов), форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Основы решения нелинейных задач прочности» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

Тема 1. Введение.

Обзор типов нелинейных задач прочности при проектировании наземных транспортных средств (расчет деталей с учетом упругопластических свойств конструкционных материалов, задачи геометрически нелинейного деформирования, задачи контактного взаимодействия).

Современное программное обеспечение для решения нелинейных задач прочности.

Обзор эффективных и производительных численных алгоритмов, реализуемых в программных комплексах для решения нелинейных задач прочности.

Сравнительный анализ различных расчетных подходов для решения нелинейных задач. Демонстрация результатов выполненных в нелинейной постановке расчетных исследований конструкций наземных транспортных средств. Проблемы точности, адекватности и экономичности расчетных моделей для нелинейного анализа.

Тема 2. Основы теории пластичности.

Испытания материалов на растяжение-сжатие. Основные механические характеристики материалов. Диаграмма деформирования материала (условная, действительная). Схематизация диаграммы деформирования. Напряженное состояние в точке. Разложение тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор. Инварианты тензора напряжений. Интенсивность напряжений. Изображение напряженного состояния в пространстве главных напряжений. Девиаторная плоскость. Деформированное состояние. Разложение тензора деформаций на шаровой тензор и девиатор. Инварианты тензора деформаций. Интенсивность деформаций. Связь между компонентами тензоров, а также величинами интенсивности напряжений и деформаций в пределах упругости. Условия начала пластичности для изотропного тела (условия Треска-Сен-Венана, условия Хубера-Мизеса).

Поверхность пластичности. Мера упрочнения, Постулат Друкера. Теорема о максимуме работы пластической деформации. Ассоциированный закон течения. Теория течения с изотропным упрочнением. Уравнения Прандтля-Рейсса. Теория малых упругопластических деформаций (деформационная теория).

Тема 3. Сведения из геометрически нелинейной теории упругости.

Тензор нелинейных деформаций Грина. Второй тензор напряжений Пиолы-Кирхгоффа. Тензор напряжений Эйлера. Уравнения равновесия и граничные условия в нелинейной теории упругости.

Тема 4. Конечно-элементные формулировки решения нелинейных задач прочности.

Вариационные принципы - основа формирования разрешающих уравнений МКЭ нелинейного анализа прочности конструкций. Вывод матричных уравнений МКЭ для решения нелинейных задач прочности в приращения (подход Лагранжа, модифицированный подход Лагранжа). Матрицы МКЭ для задач в приращениях - касательной жесткости, влияния начальных напряжений (геометрической жесткости), влияния начальных перемещений и др.

Тема 5. Эффективные численные алгоритмы решения нелинейных задач прочности с использованием метода конечных- элементов.

Метод переменных параметров упругости для решения упругопластической задачи по деформационной теории. Методы дополнительных деформаций и дополнительных напряжений для решения упругопластической задачи по деформационной теории.

Метод Ньютона для решения геометрически и физически нелинейных задач конечно-элементного анализа. Квазиньютоновские методы (Бройдена, BFGS). Обеспечение глобальной сходимости метода Ньютона (линейный поиск, локально-ограниченный оптимальный шаг).

Arc-length метод и метод продолжения по параметру Шалашилина для решения существенно нелинейных задач.

Явные и неявные схемы прямого интегрирования по времени нелинейных динамических уравнений.

Тема 6. Особенности решения контактных задач методом конечных элементов

Обзор типов контактных конечных элементов. Использование метода штрафных функций для отражения контактного взаимодействия в системе. Метод множителей Лагранжа при решении контактной задачи.

Тема 7. Пути повышения точности расчетного нелинейного анализа, выполняемого методом конечных элементов

Погрешности, возникающие при нелинейном конечно-элементном анализе конструкций наземных транспортных средств. Пути повышения точности выполняемого методом конечных элементов расчетного нелинейного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций машин.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Основы решения нелинейных задач прочности» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению практических занятий в компьютерных лабораториях вуза;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов в области численных методов и нелинейной механики.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению расчетных модельных задач на практических занятиях и их защита.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-1 Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5

<p>знать: теоретические вопросы в области нелинейной теории упругости, теории пластичности, численных алгоритмов для решения нелинейных задач прочностного анализа конструкций машин с использованием современных вычислительных средств.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие теоретических знаний нелинейной теории упругости, теории пластичности, численных алгоритмов для решения нелинейных задач прочностного анализа конструкций машин с использованием современных вычислительных средств.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполные теоретические знания в области нелинейной теории упругости, теории пластичности, численных алгоритмов для решения нелинейных задач прочностного анализа конструкций машин с использованием современных вычислительных средств. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичные теоретические знания в области нелинейной теории упругости, теории пластичности, численных алгоритмов для решения нелинейных задач прочностного анализа конструкций машин с использованием современных вычислительных средств, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полные теоретические знания в области нелинейной теории упругости, теории пластичности, численных алгоритмов для решения нелинейных задач прочностного анализа конструкций машин с использованием современных вычислительных средств, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>уметь: составлять расчетные модели для основных конструктивных элементов машин для нелинейного прочностного анализа; выполнять на ЭВМ расчеты напряженно-деформированного состояния и осуществлять</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: составлять расчетные модели для основных конструктивных элементов машин для нелинейного прочностного анализа; выполнять на ЭВМ расчеты напряженно-деформированного состояния и осуществлять оценку прочностных конструктивных</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: составлять расчетные модели для основных конструктивных элементов машин для нелинейного прочностного анализа; выполнять на ЭВМ расчеты напряженно-</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: составлять расчетные модели для основных конструктивных элементов машин для нелинейного прочностного анализа; выполнять на ЭВМ расчеты напряженно-деформированного состояния и</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: составлять расчетные модели для основных конструктивных элементов машин для нелинейного прочностного анализа;</p>

<p>оценку прочности конструктивных элементов машин в нелинейной постановке.</p>	<p>элементов машин в нелинейной постановке.</p>	<p>деформированного состояния и осуществлять оценку прочности конструктивных элементов машин в нелинейной постановке.</p> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>осуществлять оценку прочности конструктивных элементов машин в нелинейной постановке.</p> <p>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>выполнять на ЭВМ расчеты напряженно-деформированного состояния и осуществлять оценку прочности конструктивных элементов машин в нелинейной постановке. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p>владеть: методами нелинейной механики применительно к элементам машин, ориентированными на использование современных вычислительных средств.</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами нелинейной механики применительно к элементам машин, ориентированными на использование современных вычислительных средств.</p>	<p>Обучающийся не в полной мере владеет методами нелинейной механики применительно к элементам машин, ориентированными на использование современных вычислительных средств.</p> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами нелинейной механики применительно к элементам машин, ориентированными на использование современных вычислительных средств.</p> <p>Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами нелинейной механики применительно к элементам машин, ориентированными на использование современных вычислительных средств. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>

		применении навыков в новых ситуациях.		
--	--	---------------------------------------	--	--

ПК-1 Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: вычислительные алгоритмы, применяемые в современном программном обеспечении для решения прикладных задач нелинейного прочностного анализа.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний в области вычислительных алгоритмов, применяемых в современном программном обеспечении для решения прикладных задач нелинейного прочностного анализа.	Обучающийся демонстрирует неполные знания в области вычислительных алгоритмов, применяемых в современном программном обеспечении для решения прикладных задач нелинейного прочностного анализа. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду	Обучающийся демонстрирует частичные знания в области вычислительных алгоритмов, применяемых в современном программном обеспечении для решения прикладных задач нелинейного прочностного анализа, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полные знания в области вычислительных алгоритмов, применяемых в современном программном обеспечении для решения прикладных задач нелинейного прочностного анализа, свободно оперирует

		показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.		приобретенными знаниями.
<p>уметь: представлять отдельные конструктивные элементы машин (в частности - рам, кузовов, деталей двигателей) в виде расчетных моделей; использовать современное программное обеспечение для нелинейного анализа напряженно деформированного состояния и прочности деталей и узлов машин.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: представлять отдельные конструктивные элементы машин (в частности - рам, кузовов, деталей двигателей) в виде расчетных моделей; использовать современное программное обеспечение для нелинейного анализа напряженно деформированного состояния и прочности деталей и узлов машин.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений:</p> <p>представлять отдельные конструктивные элементы машин (в частности - рам, кузовов, деталей двигателей) в виде расчетных моделей; использовать современное программное обеспечение для нелинейного анализа напряженно деформированного состояния и прочности деталей и узлов машин.</p> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:</p> <p>представлять отдельные конструктивные элементы машин (в частности - рам, кузовов, деталей двигателей) в виде расчетных моделей; использовать современное программное обеспечение для нелинейного анализа напряженно деформированного состояния и прочности деталей и узлов машин.</p> <p>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений:</p> <p>представлять отдельные конструктивные элементы машин (в частности - рам, кузовов, деталей двигателей) в виде расчетных моделей; использовать современное программное обеспечение для нелинейного анализа напряженно деформированного состояния и прочности деталей и узлов машин.</p> <p>Свободно оперирует приобретенными умениями,</p>

				применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<p>владеть: навыками использования одной из современных вычислительных программ, реализующей метод конечных элементов для расчета напряженно деформированного состояния деталей и узлов мобильных машин в нелинейной постановке.</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками использования одной из современных вычислительных программ, реализующей метод конечных элементов для расчета напряженно деформированного состояния деталей и узлов мобильных машин в нелинейной постановке.</p>	<p>Обучающийся не в полной мере владеет навыками использования одной из современных вычислительных программ, реализующей метод конечных элементов для расчета напряженно деформированного состояния деталей и узлов мобильных машин в нелинейной постановке.</p> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично владеет навыками использования одной из современных вычислительных программ, реализующей метод конечных элементов для расчета напряженно деформированного состояния деталей и узлов мобильных машин в нелинейной постановке. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет навыками использования одной из современных вычислительных программ, реализующей метод конечных элементов для расчета напряженно деформированного состояния деталей и узлов мобильных машин в нелинейной постановке. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета 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 «Основы решения нелинейных задач прочности»: прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы.

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 или обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков по предмету. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации

	<p>или</p> <p>обучающийся демонстрирует значительные ошибки, проявляет недостаточность знаний, умений и владения навыками по нескольким темам предмета. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении умений и навыков в новых ситуациях.</p>
Не зачтено	<p>Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом.</p> <p>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.</p>

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

основная литература:

1. Вольмир, А. С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек : учебное пособие для вузов / А. С. Вольмир. — 2-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 439 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06872-6.
URL: <https://urait.ru/bcode/493080>
2. Малинин, Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести : учебник для вузов / Н. Н. Малинин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 402 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05330-2.
URL: <https://urait.ru/bcode/492950>

б) дополнительная литература:

3. Малинин, Н. Н. Технологические задачи пластичности и ползучести : учебное пособие для вузов / Н. Н. Малинин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 121 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10115-7.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение:

- универсальная программа метода конечных элементов, применяемая на предприятиях машиностроения;
- универсальная программа 3-D проектирования, применяемая на предприятиях машиностроения;
- офисное программное обеспечение.

Интернет-ресурсы не предусмотрены.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Компьютерный класс : столы, стулья, маркерная доска, компьютеры, подвесной проектор, настенный проекционный экран. Рабочее место преподавателя: стол, стул .

Аудитория для лекционных и практических занятий общего фонда , столы учебные со скамьями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

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, правовую, 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 итоговым зачетам и экзаменам.

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

9.1 Методические указания по выполнению и оформлению выполненных практических заданий по дисциплине «Основы решения нелинейных задач прочности»

9.1.1 Требования к оформлению выполненных практических заданий

- Выполненное практическое задание должно быть оформлено на листах формата А4 со следующими полями:
 - Левое - 25 мм.
 - Верхнее - 15 мм.
 - Правое - 15 мм.
 - Нижнее - 15 мм.
- Выполненное практическое задание должно иметь титульный лист. Пример оформления титульного листа показан в приложении.
- Выполненное практическое задание должно содержать следующие разделы:
 - Содержание.
 - Введение.
 - Основная часть.
 - Заключение.
 - Список использованной литературы.
 - Приложения (не являются обязательной частью отчета).
- Страницы отчета должны быть пронумерованы. Нумерация начинается со второй страницы. На титульном листе номер странице не проставляется.
- В основной части находятся все пронумерованные главы, параграфы и подпараграфы.

Нумерация параграфов и подпараграфов производится следующим образом:

- Первая цифра обозначает номер главы.

- Вторая цифра - порядковый номер параграфа.
- Третья цифра - порядковый номер подпараграфа.

Например, параграф 2 и подпараграф 5 параграфа 2 главы 3:

- **III Описание расчетной схемы**
- **3.2 Граничные условия**
- **3.2.5 Граничные условия по перемещениям**

Нумерация рисунков производится следующим образом:

- Первая цифра обозначает номер главы.
- Вторая цифра - порядковый номер рисунка в главе.

Например, рисунок в главе 3, имеющий порядковый номер 11:

- Рис. 3.11. Диалоговое окно ввода исходных данных

Точка в конце названия главы, параграфа, подпараграфа и рисунка не ставится.

Название главы пишется заглавными полужирными буквами. Названия параграфов и подпараграфов пишутся строчными полужирными буквами, за исключением первой буквы, заглавной. Подпараграфы могут быть выделены курсивом.

- Нумерация использованной литературы производится либо в алфавитном порядке, либо по мере ссылок на нее в тексте курсовой работы.

Примеры оформления литературы.

Книги:

- Бидерман В.Л. – Теория механических колебаний. – М.: Высш. школа, 1980. – 408 с.
- Bathe K.J. – Finite Element Procedures. Prentice Hall, 1996. - 1037 p.

Журналы:

- Борисов Ю.С., Благовещенский Ю.Н., Дмитриченко С.С., Панкратов Н.М. Анализ применимости уравнений и исследование формы кривой усталости // Заводская лаборатория. Диагностика материалов, №10, 2000. С. 41-52.
- Bator J.L., Bathe K.J., Ho L.W. A study of three-node triangular plate bending elements // Int. J. Numer. Meth. Engng, v.15, 1980. P. 1771 – 1812.

9.1.2 Требования к содержанию разделов практического задания

1. В **содержании** должны быть представлены названия всех глав, параграфов и подпараграфов с указанием номеров начальных страниц.

2. Во **введении** обосновывается актуальность и ставится цель работы, перечисляются решаемые задачи и дается краткое содержание всех глав.

Теоретическая работа может носить описательный или методический характер.

3. В **основной части** подробно описывается последовательность решения задачи.

Примерный план основной части

- Постановка задачи. Сведения об объекте исследования и области машиностроения.
- Теоретические основы решения задачи, используемые алгоритмы.
- Описание программного обеспечения
- Исходные данные, описание расчетной схемы.
- Характеристики модели МКЭ. Количество элементов, узлов, степеней свободы.
- Описание типов конечных элементов.
- Информация об условиях закрепления и нагружения.
- Последовательность формирования модели средствами программы МКЭ, особенности подготовки модели.
- Информация о процессе решения задачи.
- Сведения о компьютере, характеристиках программы МКЭ (название, версия, возможности), необходимых вычислительных ресурсах, времени решения.
- Анализ результатов расчетов.

4. В **заключении** дается краткая оценка и основные выводы выполненной работы.

5. В **приложение** выносятся информационный материал, не требующий детального рассмотрения в основной части (например, таблицы, графики, рисунки, листинги программ и т.п.)

9.1.3 Требования к выполнению практических заданий

1. Практическое задание должно быть оформлено согласно требованиям указанным выше.
2. Содержание практического задания должно соответствовать перечисленным выше требованиям.
3. Практическое задание должно быть сдано за две недели до окончания семестра.

10.Методические рекомендации для преподавателя

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;
- познакомиться 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 четко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категориальный аппарат.

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

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию

собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

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

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

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

*Направление подготовки: 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы
ОП (профиль): «Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-
технологических комплексов»
Форма обучения: очная*

Кафедра: Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Основы решения нелинейных задач прочности»

Направление подготовки

**23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы
(Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-
технологических комплексов)**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Зачетные задания.

Москва, 2022 год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Основы решения нелинейных задач прочности					
ФГОС ВО 3					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов	<p>ИПК-1.1 Систематизирует инженерные данные с учетом технических требований</p> <p>ИПК-1.2 Определяет методики расчетов систем АТС и их компонентов</p> <p>ИПК-1.3 Анализирует влияние ключевых факторов на выходные характеристики АТС и их компонентов</p> <p>ИПК-1.4 Анализирует прочностные свойства материалов и прочностные свойства компонентов АТС, связанных особенностями конструкций</p> <p>ИПК-1.5 Анализирует лучшие практики разработки АТС и их компонентов</p>	самостоятельная работа, практические занятия	УО,	<p>Базовый уровень</p> <p>- способен работать с компьютером (в том числе в режиме удаленного доступа) и с программными средствами общего и специального назначения для решения нелинейных задач прочности.</p> <p>Повышенный уровень</p> <p>- способен самостоятельно работать с компьютером (в том числе в режиме удаленного доступа) и с программными средствами общего и специального назначения для решения нелинейных задач прочности;</p> <p>- способен самостоятельно составлять расчетные модели для основных конструктивных элементов машин для нелинейного прочностного анализа и выполнять на ЭВМ расчеты напряженно-деформированного состояния и осуществлять оценку прочности</p>

		<p>владеть:</p> <p>- методами нелинейной механики применительно к элементам машин,</p>			<p>конструктивных элементов машин в нелинейной постановке .</p>
ПК-1	<p>Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов</p>	<p>ИПК-1.1 Систематизирует инженерные данные с учетом технических требований</p> <p>ИПК-1.2 Определяет методики расчетов систем АТС и их компонентов</p> <p>ИПК-1.3 Анализирует влияние ключевых факторов на выходные характеристики АТС и их компонентов</p> <p>ИПК-1.4 Анализирует прочностные свойства материалов и прочностные свойства компонентов АТС, связанных особенностями конструкций</p> <p>ИПК-1.5 Анализирует лучшие практики разработки АТС и их компонентов</p>	<p>Самостоятельная работа, практические занятия</p>	<p>УО,</p>	<p>Базовый уровень:</p> <p>- способен представлять отдельные конструктивные элементы машин (в частности - рам, кузовов, деталей двигателей) в виде расчетных моделей.</p> <p>Повышенный уровень:</p> <p>- способен самостоятельно представлять отдельные конструктивные элементы машин (в частности - рам, кузовов, деталей двигателей) в виде расчетных моделей;</p> <p>- способен самостоятельно использовать современное программное обеспечение для нелинейного анализа напряженно деформированного состояния и прочности деталей и узлов машин.</p>

**Перечень оценочных средств по дисциплине
«Основы решения нелинейных задач прочности»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1 семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Обзор типов нелинейных задач при обеспечении прочности конструкций наземных транспортных средств.
2. Механические свойства конструкционных материалов за пределами упругости.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Обзор методов и алгоритмов решения нелинейных задач прочности.
2. Диаграмма растяжения. Диаграмма сжатия. Диаграмма деформирования материала.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Обзор программного обеспечения для решения нелинейных задач прочности.
2. Схематизация диаграмм деформирования материала.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Разложение тензора напряжений на шаровой и девиатор.
2. Эффект Баушингера.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Инварианты тензора напряжений, девиатора напряжений.
2. Условие начала пластических деформаций в форме Хубера-Мизеса.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Интенсивность напряжений, интенсивность касательных напряжений.
Девиаторная плоскость.
2. Условие начала пластических деформаций в форме Треска-Сен-Венана.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 7

1. Разложение тензора деформаций на шаровой и девиатор
2. Поверхность пластичности. Меры упрочнения.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 8

1. Инварианты тензора деформаций, девиатора деформаций.
2. Постулат Друкера.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 9

1. Зависимости между напряжениями и деформациями в пределах упругости. Объемный модуль упругости. Связь между девиатором деформаций и девиатором напряжений. Связь между интенсивностью деформаций и интенсивностью напряжений.
2. Теорема о максимуме пластической работы.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 10

1. Метод Ньютона как основа алгоритмов решения геометрически-нелинейных и физически-нелинейных задач прочности.
2. Метод переменных параметров упругости для решения упруго-пластической задачи по деформационной теории.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 11

1. Теория течения с изотропным упрочнением.
2. Нелинейные деформации. Постановка геометрически-нелинейных задач прочности.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 12

1. Уравнения течения Прандтля-Рейса.
2. Обзор моделей гиперупругих материалов.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 13

1. Теория малых упруго-пластических деформаций (деформационная теория).
2. Постановка и обзор методов решения конструкционно-нелинейных задач (задач контактного взаимодействия).
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 14

1. Обеспечение глобальной сходимости метода Ньютона при решении нелинейных задач прочности.
2. Ассоциированный закон течения.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 15

1. Квазиньютоновские алгоритмы решения нелинейных задач прочности.
2. Постановка задачи оценки качеств пассивной безопасности кузова транспортного средства при аварийном столкновении.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина - Основы решения нелинейных задач прочности

Направление - 23.04.02. Наземные транспортно-технологические комплексы

Курс 1, семестр 1

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 16

1. Моделирование нелинейного деформирования конструкции транспортного средства при аварийном столкновении.
2. Конечно-элементные формулировки решения нелинейных задач прочности.
3. Задача.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., Протокол № __

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

ВОПРОСЫ ДЛЯ УСТНОГО ОПРОСА

1. Испытания материалов на растяжение-сжатие.
2. Основные механические характеристики материалов.
3. Диаграмма деформирования материала (условная, действительная).
4. Схематизация диаграммы деформирования.
5. Напряженное состояние в точке.
6. Разложение тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор.
7. Инварианты тензора напряжений.
8. Интенсивность напряжений.
9. Изображение напряженного состояния в пространстве главных напряжений.
10. Девиаторная плоскость
11. Разложение тензора деформаций на шаровой тензор и девиатор.
12. Инварианты тензора деформаций.
13. Интенсивность деформаций.
14. Связь между компонентами тензоров, а также величинами интенсивности напряжений и деформаций в пределах упругости.
15. Условия начала пластичности для изотропного тела (условия Треска-Сен-Венана, условия Хубера-Мизеса).
16. Поверхность пластичности.
17. Мера упрочнения, Постулат Друкера.
18. Теорема о максимуме работы пластической деформации.
19. Ассоциированный закон течения.
20. Теория течения с изотропным упрочнением.
21. Уравнения Прандтля-Рейсса.
22. Теория малых упругопластических деформаций (деформационная теория).
23. Тензор нелинейных деформаций Грина.
24. Второй тензор напряжений Пиолы-Кирхгоффа.
25. Тензор напряжений Эйлера.
26. Уравнения равновесия и граничные условия в нелинейной теории упругости.
27. Вариационные принципы - основа формирования разрешающих уравнений МКЭ нелинейного анализа прочности конструкций.
28. Вывод матричных уравнений МКЭ для решения нелинейных задач прочности в приращениях (подход Лагранжа, модифицированный подход Лагранжа).
29. Матрицы МКЭ для задач в приращениях - касательной жесткости, влияния начальных напряжений (геометрической жесткости), влияния начальных перемещений и др.
30. Метод переменных параметров упругости для решения упругопластической задачи по деформационной теории.
31. Методы дополнительных деформаций и дополнительных напряжений для решения упругопластической задачи по деформационной теории.

32. Метод Ньютона для решения геометрически и физически нелинейных задач конечно-элементного анализа.
33. Квазиньютоновские методы (Бройдена, BFGS).
34. Обеспечение глобальной сходимости метода Ньютона (линейный поиск, локально-ограниченный оптимальный шаг).
35. Arc-length метод и метод продолжения по параметру Шалашилина для решения существенно нелинейных задач.
36. Явные схемы прямого интегрирования по времени нелинейных динамических уравнений.
37. Неявные схемы прямого интегрирования по времени нелинейных динамических уравнений.

- 38.. Использование метода штрафных функций для отражения контактного взаимодействия в системе.
39. Метод множителей Лагранжа при решении контактной задачи.
40. Погрешности, возникающие при нелинейном конечно-элементном анализе конструкций наземных транспортных средств.
41. Пути повышения точности выполняемого методом конечных элементов расчетного нелинейного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций машин.