Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.05.2026 09:30:53
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана

_____ /М.Р. Рыбакова/

«26» февраля 2026г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
# Динамика и прочность машин

Направление подготовки

**23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства"**

Профиль: **Перспективные автомобили**

Квалификация (степень) выпускника

**инженер**

Форма обучения

**очная**

Москва 2026 г.

## 1 Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины «Динамика и прочность машин» является:

– формирование знаний о методах обеспечения прочности конструкций автомобилей и тракторов, методах совершенствования их динамических характеристик, получение навыков разработки и осуществления мероприятий по повышению прочности несущих конструкций транспортно-технологических средств;

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой инженера по направлению подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (профиль: Спортивные транспортные средства).

### 1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины «Динамика и прочность машин» являются:

- изучение специальных вопросов динамики и прочности конструкций автомобилей и тракторов, знакомство с методами получения нагрузок для расчета на прочность несущих систем машин, изучение критериев оценки прочности, освоение методик расчета и проектирования на основе современного программного обеспечения моделирования динамических характеристик и расчета напряженно-деформированного состояния конструкций.

- ознакомление студентов с экспериментальными и расчетными методами, используемыми при обеспечении прочности конструкций, в частности, с расчетными подходами на основе метода конечных элементов для исследования напряженно-деформированного деталей и узлов автомобилей и тракторов.

- 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.

## 1. Место дисциплины в структуре основных образовательных программ (ООП)

Дисциплина входит в обязательную часть блока 1 ООП специалитета (Б1.1.22).

Курсами, с которыми содержательно и методически связана дисциплина «Динамика и прочность машин» являются:

- линейная алгебра (Б1.1.39.1);
- математический анализ (Б1.1.39.1);
- физика (Б1.1.39.3);
- численные методы (Б1.1.39.5)
- детали машин и основы конструирования (Б1.1.18);
- сопротивление материалов (Б1.1.19).

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями: ПК-4 (Способен выполнить инженерные расчеты АТС).

| Код и содержание компетенции | Индикаторы достижения компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| ПК-4. Способен выполнить инженерные расчеты АТС | ИПК-4.1. Обладает знаниями методов и программнотехнических средств выполнения расчетов, методик проведения расчетов систем АТС и их компонентов, физических и механических характеристик конструкционных материалов АТС и их компонентов для выполнения инженерных расчетов АТС.<br><br>ИПК-4.2. Умеет применять знания методов и программнотехнических средств выполнения расчетов, методик проведения расчетов систем АТС и их компонентов, физических и механических характеристик конструкционных материалов АТС и их компонентов для выполнения инженерных расчетов АТС.<br><br>ИПК-4.3. владеет навыками выполнения инженерных расчетов АТС. | **знать:**<br>• теоретические вопросы, связанные с применением современных численных методов механики для анализа прочностных и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов.<br>• формы взаимодействия программного обеспечения трехмерного проектирования и программ метода конечных элементов при совместной работе в составе коллектива исполнителей, связанной с проектированием и расчетным анализом прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов<br>**уметь:**<br>• осуществлять рациональный выбор расчетных схем, конечно-элементных моделей, схем нагружения и закрепления при исследованиях прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов.<br>• осуществлять обмен данными между программами трехмерного проектирования и программ метода конечных элементов при проектировании и расчетном анализе прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов.<br>**владеть:**<br>• навыками использования современных численных методов механики, ориентированными на применение компьютерных инструментов, для расчета напряженно деформированного состояния и динамических характеристик деталей и узлов конструкций транспортно- |

| | | |
|---|---|---|
| | | технологических комплексов.<br>• навыками передачи данных из программ трехмерного проектирования в вычислительную программу, реализующую метод конечных элементов, для расчета напряженно деформированного состояния и динамических характеристик деталей и узлов транспортно-технологических комплексов |

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, т.е. - 72 академических часа (из них самостоятельной работы – 36 часов, лекций – 18 часов и 18 часов практических (семинарских) занятий). Структура и содержание разделов дисциплины приведены в Приложении 1.

| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
|---|---|---|
| | | **7** |
| Общая трудоемкость | 72 (2 з.е.) | 72 (2 з.е.) |
| Аудиторные занятия (всего) | 36 | 36 |
| В том числе | | |
| лекции | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | | |
| Самостоятельная работа студента | 36 | 36 |
| Курсовая работа | нет | нет |
| Курсовой проект | нет | нет |
| Вид промежуточной аттестации | | Зачёт |

**Содержание разделов дисциплины**

**Тема 1. Введение.**

Обзор типов несущих систем мобильных машин, как объекта для анализа напряженно-деформированного состояния, динамических характеристик и оценки прочности. Обзор типичных наиболее тяжелых режимов нагружения несущих систем мобильных машин. Обзор методов исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) несущих систем мобильных машин. Обзор критериев оценки прочности и типов предельного состояния несущих систем мобильных машин. Сопоставление типичных расчетных моделей, видов нагружения, методов исследования НДС и критериев оценки прочности реальных несущих конструкций автомобилей и тракторов с расчетными схемами, видами

нагрузок, методами расчета НДС и критериями оценки прочности, изучаемыми студентами в курсе сопротивления материалов. Предмет динамики и прочности. Понятие о методах обеспечения прочности конструкций автомобилей и тракторов. Роль расчетных методов при обеспечении прочности. Основные направления работ по обеспечению прочности кузовов и рам автомобилей и тракторов. Программное обеспечение для расчетов напряженно-деформированного состояния и динамических характеристик конструкций автомобилей и тракторов.

**Тема 2. Виды предельного состояния несущих систем машин и критерии оценки прочности.**

Прочность при статическом нагружении. Гипотезы прочности. Усталостная прочность. Кривая усталости. Малоцикловая, многоцикловая усталость, неограниченная долговечность. Уравнение кривой усталости в степенной форме. Предел выносливости образца при симметричном цикле. Предел выносливости детали. Факторы, влияющие на изменение предела выносливости детали по отношению к пределу выносливости образца. Влияние асимметрии цикла нагружения на характеристики сопротивления усталости. Диаграмма предельных амплитуд. Коэффициент запаса прочности по критерию сопротивления усталости. Накопление повреждений в конструкции. Гипотеза линейного суммирования повреждений. Расчет долговечности детали с использованием гипотезы линейного суммирования повреждений. Методы схематизации случайных процессов нагружения. Расчеты конструкций на усталостную прочность. Предельные состояния при потере устойчивости. Предельные состояния по критериям износа, коррозии.

**Тема 3. Методы определения нагрузок для расчета на прочность несущих систем автомобилей и тракторов**

Типичные наиболее тяжелые режимы нагружения несущих конструкций мобильных машин при эксплуатации. Методы испытаний для исследования нагрузочных режимов. Методы оценки параметров случайных процессов наргужения. Методы схематизации случайных процессов нагружения. Метод схематизации - полных циклов Дмитриченко С.С.. Метод схематизации - потока дождя Оценка прочности несущих конструкций мобильных машин при случайных нагрузках.

**Тема 4. Способы моделирования конструкций рам и кузовов автомобилей и тракторов для расчета напряженно-деформированного состояния и оценки прочности.**

Виды расчетных схем несущих систем мобильных машин. Особенности моделирования элементов и узлов несущих систем мобильных машин. Этапы создания расчетных схем несущих систем мобильных машин (на примере кузова автомобиля). Особенности расчетных схем несущих систем мобильных машин (на примере кузова автомобиля) и способы моделирования. Методы исследования концентрации напряжений в элементах кузова автомобиля с помощью метода конечных элементов. Основные этапы выполнения расчетного анализа кузовов

автомобилей методом конечных элементов. Погрешности при расчетах методом конечных элементов несущих конструкций мобильных машин. Преимущества и недостатки расчетных подходов при обеспечении прочности несущих систем мобильных машин. Пути повышения точности конечно- элементного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций автомобилей и тракторов.

**Тема 5. Особенности расчета на прочность сварных конструкций.**

Типы сварных соединений и их свойства. Предельные состояния сварных соединений. Концентрация напряжений в сварных соединениях. Испытания сварных соединений. Методы расчета на прочность сварных конструкций. Особенности расчета на прочность сварных конструкций. Особенности моделирования сварных узлов несущих систем. Концентрация напряжений в сварных конструкциях кузовов автомобилей. Применение метода конечных элементов для исследования концентрации напряжений в сварных конструкциях. Причины появления усталостных повреждений в сварных конструкциях

**Тема 6. Конструкторско-технологические методы повышения прочности сварных конструкций.**

Правила конструирования сварных узлов несущих систем мобильных машин с улучшенными характеристиками прочности. Технологические меры повышения прочности сварных конструкций.

**Тема 7. Виброзащита конструкций машин.**

Виброизоляция конструкций. Демпфирование колебаний. Динамическое гашение колебаний. Колебания вращающихся валов. Расчет колебаний в трансмиссиях.

**Тема 8. Ударозащита конструкций наземных транспортных средств.**

Свойство пассивной безопасности конструкции кузова. Прочность конструкции кузова при ударном нагружении. Постановка задачи моделирования аварийного столкновения транспортных средств.

**5. Образовательные технологии.**

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

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

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

– проведение мастер-классов экспертов и специалистов в области динамики и прочности конструкций машин.

Удельный вес практических занятий определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Динамика и прочность машин». В целом по дисциплине он составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50 % от объема аудиторных занятий.

## 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 работ и их защита.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы контрольных вопросов и вопросов к зачёту приведены в приложении 4.

### 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-4 | Способен выполнить инженерные расчеты АТС |

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).

**Форма промежуточной аттестации: зачёт.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

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

| **ПК-4. Способен выполнить инженерные расчеты АТС.** | | |
|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | |
| | **Не зачтено** | **Зачтено** |
| **знать:**<br><br>теоретические вопросы, связанные с применением современных численных методов механики для анализа прочностных и динамических | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний теоретических вопросов, связанных с применением современных численных методов механики для анализа прочностных и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов. | Обучающийся демонстрирует достаточно полные знания теоретических вопросов, связанных с применением современных численных методов механики для анализа прочностных и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов, оперирует приобретенными знаниями. |

| | | |
|---|---|---|
| характеристик конструкций транспортно-технологически х комплексов. | | |
| **уметь:**<br><br>осуществлять рациональный выбор расчетных схем, конечно-элементных моделей, схем нагружения и закрепления при исследованиях прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологически х комплексов. | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет:<br><br>осуществлять рациональный выбор расчетных схем, конечно-элементных моделей, схем нагружения и закрепления при исследованиях прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов. | Обучающийся демонстрирует достаточное соответствие следующих умений:<br><br>осуществлять рациональный выбор расчетных схем, конечно-элементных моделей, схем нагружения и закрепления при исследованиях прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов.<br><br>Оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:**<br><br>навыками использования современных численных методов механики, ориентированны ми на применение компьютерных инструментов, для расчета напряженно деформированн ого состояния и динамических | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками использования современных численных методов механики, ориентированными на применение компьютерных инструментов, для расчета напряженно деформированного состояния и динамических характеристик деталей и узлов конструкций транспортно-технологических комплексов. | Обучающийся в достаточном объеме владеет навыками использования современных численных методов механики, ориентированными на применение компьютерных инструментов, для расчета напряженно деформированного состояния и динамических характеристик деталей и узлов конструкций транспортно-технологических комплексов.<br><br>Применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

| | | |
|---|---|---|
| характеристик деталей и узлов конструкций транспортно-технологически х комплексов. | | |
| **знать:**<br><br>формы взаимодействия программного обеспечения трехмерного проектирования и программ метода конечных элементов при совместной работе в составе коллектива исполнителей, связанной с проектирован ием и расчетным анализом прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологически х комплексов. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний форм взаимодействия программного обеспечения трехмерного проектирования и программ метода конечных элементов при совместной работе в составе коллектива исполнителей, связанной с проектированием и расчетным анализом прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов. | Обучающийся демонстрирует достаточно полные знания форм взаимодействия программного обеспечения трехмерного проектирования и программ метода конечных элементов при совместной работе в составе коллектива исполнителей, связанной с проектированием и расчетным анализом прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов, оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:**<br><br>осуществлять обмен данными между программами трехмерного | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет:<br><br>осуществлять обмен данными между программами трехмерного проектирования и программ метода конечных элементов при проектировании и расчетном анализе | Обучающийся демонстрирует достаточное соответствие следующих умений:<br><br>осуществлять обмен данными между программами трехмерного проектирования и программ метода |

| | | |
|---|---|---|
| проектирования и программ метода конечных элементов при проектировании и расчетном анализе прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов. | прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов. | конечных элементов при проектировании и расчетном анализе прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов.<br><br>Оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:**<br><br>навыками передачи данных из программ трехмерного проектирования в вычислительную программу, реализующую метод конечных элементов, для расчета напряженно деформированного состояния и динамических характеристик деталей и узлов транспортно-технологических комплексов. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками передачи данных из программ трехмерного проектирования в вычислительную программу, реализующую метод конечных элементов, для расчета напряженно деформированного состояния и динамических характеристик деталей и узлов транспортно-технологических комплексов. | Обучающийся в достаточном объеме владеет навыками передачи данных из программ трехмерного проектирования в вычислительную программу, реализующую метод конечных элементов, для расчета напряженно деформированного состояния и динамических характеристик деталей и узлов транспортно-технологических комплексов.<br><br>Применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

Фонды оценочных средств представлены в приложении 4 к рабочей программе.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

**а) основная литература:**


1. Старовойтов, Э.И. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2010. — 384 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59493.
2. Мишенков, Г.В. Метод конечных элементов в курсе сопротивления материалов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.В. Мишенков, Ю.Н. Самогин, В.П. Чир-ков. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2015. — 472 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71992.


**б) дополнительная литература:**


1. Котович, А.В. Решение задач теории упругости методом конечных элементов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Котович, И.В. Станкевич. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 106 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/52244.
2. Темис, Ю.М. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций мето-дом конечных элементов [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Ю.М. Те-мис, Х.Х. Азметов. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 51 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/52253.


**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.

**г) электронно-образовательные ресурсы**

ЭОР находится в разработке.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Компьютерный класс, оснащённый компьютерами с установленным необходимым программным обеспечением;

Аудитория, оборудованная, проектором и экраном, учебными столами и скамьями.

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

### *9.1.1 Требования к оформлению выполненных расчетных заданий*



### 9.1 Методические указания по выполнению и оформлению расчетных заданий по дисциплине «Динамика и прочность машин»

- Выполненное расчетное задание должно быть оформлено на листах формата А4 со следующими полями:
  - Левое - 25 мм.
  - Верхнее - 15 мм.
  - Правое - 15 мм.
  - Нижнее - 15 мм.
- Выполненное расчетное задание должно иметь титульный лист. Пример оформления титульного листа показан в приложении.
- Выполненное расчетное 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 производятся 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 выполненных расчетных заданий

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. Для курсового проекта, содержащего конкретные задачи, дается постановка задач.

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.

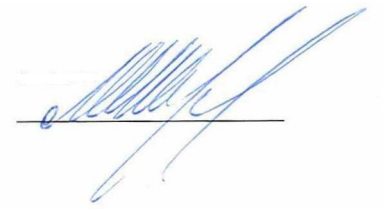
4. В **заключении** дается краткая оценка и основные выводы выполненной работы.

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

### 9.1.3 Требования к выполнению расчетных заданий

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

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и учебным планом по направлению подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (профиль «Спортивные транспортные средства»).

**Программу составил:**
ст. преп.  / М.Н.Лукьянов/

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой
профессор, д.т.н.  /Келлер А.В./

Приложение 1

**Структура и содержание дисциплины «Динамика и прочность машин» Подготовка инженеров по направлению 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (профиль: Перспективные автомобили и электромобили).**

| Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Л | П/С | Лаб. | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Рефер. | К/р | Э | З |
| ***Тема 1. Введение.*** | 7 | 1-2 | 2 | 2 | | 4 | | | | | | | | |
| ***Тема 2. Виды предельного состояния несущих систем машин и критерии оценки прочности.*** | 7 | 3-6 | 4 | 4 | | 6 | | | | | | | | |
| ***Тема 3. Методы определения нагрузок для расчета на прочность несущих систем автомобилей и тракторов.*** | 7 | 7-8 | 2 | 2 | | 4 | | | | | | | | |
| ***Тема 4. Способы моделирования конструкций рам и кузовов автомобилей и тракторов для расчета напряженно-деформированного состояния и оценки прочности.*** | 7 | 9-10 | 2 | 2 | | 4 | | | | | | | | |
| ***Тема 5. Особенности расчета на прочность сварных конструкций.*** | 7 | 11-12 | 2 | 2 | | 4 | | | | | | | | |
| ***Тема 6. Конструкторско-технологические методы повышения прочности сварных конструкций.*** | 7 | 13-14 | 2 | 2 | | 4 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Тема 7. Виброзащита конструкций машин.*** | 7 | 15-16 | 2 | 2 | | 4 | | | | | | | | |
| ***Тема 8. Ударозащита конструкций наземных транспортных средств.*** | 7 | 17-18 | 2 | 2 | | 6 | | | | | | | | |
| **Итого** | | | **18** | **18** | | **36** | | | | | | | | **3** |

Приложение 2 к
рабочей программе

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

Направление подготовки: **23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (профиль: Перспективные автомобили и электромобили).**
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Динамика и прочность машин»

**Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств**
**2. Описание оценочных средств**

*Составитель:*
*Лукьянов М.Н.*

Москва, 2023 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенций** | **Форма оценочного средства** | **Степени уровней освоения компетенций** |
|---|---|---|---|---|---|
| **ИН-ДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВ-КА** | | | | |
| ПК-4 | Способен выполнить инженерные расчеты АТС | **знать:**<br>• теоретические вопросы, связанные с применением современных численных методов механики для анализа прочностных и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов.<br>• формы взаимодействия программного обеспечения трехмерного проектирования и программ метода конечных элементов при совместной работе в составе коллектива исполнителей, связанной с проектированием и расчетным анализом прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов<br>**уметь:**<br>• осуществлять рациональный выбор расчетных схем, конечно-элементных моделей, схем нагружения и закрепления при исследованиях прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических | Самостоя-тельная работа, лекции, практическ ие занятия | УО<br>З | **Базовый уровень:**<br>- способен под руководством наставника применять современные методы исследования динамики и прочности конструкций транспортно-технологических комплексов; применять требуемые критерии прочности с учетом особенностей конструкций транспортно-технологических комплексов.<br>- способен под руководством наставника выполнять в коллективе проектные работы по созданию конструкций транспортно-технологических комплексов; выполнять исследования динамики и прочности конструкций транспортно-технологических комплексов.<br><br>Воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля.<br>**Повышенный уровень:**<br>- способен самостоятельно применять современные методы исследования динамики и прочности конструкций транспортно-технологических комплексов; применять требуемые критерии прочности с учетом особенностей конструкций транспортно- |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | комплексов.<br>• осуществлять обмен данными между программами трехмерного проектирования и программ метода конечных элементов при проектировании и расчетном анализе прочности и динамических характеристик конструкций транспортно-технологических комплексов.<br>**владеть:**<br>• навыками использования современных численных методов механики, ориентированными на применение компьютерных инструментов, для расчета напряженно деформированного состояния и динамических характеристик деталей и узлов конструкций транспортно-технологических комплексов.<br>навыками передачи данных из программ трехмерного проектирования в вычислительную программу, реализующую метод конечных элементов, для расчета напряженно деформированного состояния и динамических характеристик деталей и узлов транспортно-технологических комплексов | | | технологических комплексов.<br>- способен выполнять в коллективе ведущую роль при выполнении проектных работ по созданию конструкций транспортно-технологических комплексов; выполнять исследования динамики и прочности конструкций транспортно-технологических комплексов |

Приложение 3
к рабочей программе

# Перечень оценочных средств по дисциплине «Динамика и прочность машин»

| № 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 |

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Наземные транспортные средства»
Дисциплина - **Динамика и прочность машин**
Направление -23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»
(Профиль: Спортивные транспортные средства).

## Вопросы для контроля знаний (вопросы к зачёту)

1. Обзор типов несущих систем мобильных машин, как объекта для анализа напряженно-деформированного состояния, динамических характеристик и оценки прочности.
2. Сопоставление типичных расчетных моделей, видов нагружения, методов исследования НДС и критериев оценки прочности реальных несущих конструкций автомобилей и тракторов с расчетными схемами, видами нагрузок, методами расчета НДС и критериями оценки прочности, изучаемыми студентами в курсе сопротивления материалов.
3. Основные направления работ по обеспечению прочности кузовов и рам автомобилей и тракторов.
4. Виды предельного состояния несущих систем машин и критерии оценки прочности.
5. Прочность при статическом нагружении. Гипотезы прочности.
6. Понятие об усталостной прочности.
7. Кривая усталости.
8. Уравнение кривой усталости в степенной форме.
9. Малоцикловая, многоцикловая усталость, неограниченная долговечность.
10. Коэффициент асимметрии цикла.
11. Предел выносливости образца при симметричном цикле. Предел выносливости детали.

12. Факторы, влияющие на изменение предела выносливости детали по отношению к пределу выносливости образца.
13. Влияние асимметрии цикла нагружения на характеристики сопротивления усталости.
14. Диаграмма предельных амплитуд.
15. Коэффициент запаса прочности по критерию сопротивления усталости.
16. Накопление повреждений в конструкции. Гипотеза линейного суммирования повреждений.
17. Расчет долговечности детали с использованием гипотезы линейного суммирования повреждений.
18. Расчеты конструкций на усталостную прочность.
19. Предельные состояния при потере устойчивости.
20. Предельные состояния по критериям износа, коррозии.
21. Методы определения нагрузок для расчета на прочность несущих систем автомобилей и тракторов
22. Типичные наиболее тяжелые режимы нагружения несущих конструкций мобильных машин при эксплуатации.
23. Испытания машин для исследования нагрузочных режимов.
24. Коэффициент нерегулярности случайного процесса наргужения.
25. Методы схематизации случайных процессов нагружения.
26. Методы схематизации – максимумов, минимумов.
27. Метод схематизации - экстремумов.
28. Метод схематизации – однопараметрический метод размахов.
29. Метод схематизации – двухпараметрический метод размахов.
30. Метод схематизации - полных циклов Дмитриченко С.С..
31. Метод схематизации - потока дождя
32. Оценка прочности несущих конструкций мобильных машин при случайных нагрузках.
33. Способы моделирования конструкций рам и кузовов автомобилей и тракторов для расчета напряженно-деформированного состояния и оценки прочности.
34. Виды расчетных схем несущих систем мобильных машин.
35. Особенности моделирования элементов и узлов несущих систем мобильных машин.
36. Особенности расчетных схем несущих систем мобильных машин (на примере кузова автомобиля) и способы моделирования.
37. Исследование концентрации напряжений в элементах кузова автомобиля с помощью метода конечных элементов.
38. Основные этапы выполнения расчетного анализа кузовов автомобилей методом конечных элементов.
39. Погрешности при расчетах методом конечных элементов несущих конструкций мобильных машин.

40. Преимущества и недостатки расчетных подходов при обеспечении прочности несущих систем мобильных машин.
41. Пути повышения точности конечно- элементного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций автомобилей и тракторов.
42. Особенности расчета на прочность сварных конструкций.
43. Типы сварных соединений и их свойства.
44. Предельные состояния сварных соединений.
45. Концентрация напряжений в сварных соединениях. Испытания сварных соединений.
46. Методы расчета на прочность сварных конструкций. Особенности расчета на прочность сварных конструкций.
47. Особенности моделирования сварных узлов несущих систем.
48. Концентрация напряжений в сварных конструкциях кузовов автомобилей.
49. Причины появления усталостных повреждений в сварных конструкциях.
50. Конструкторско-технологические методы повышения прочности сварных конструкций.
51. Правила конструирования сварных узлов несущих систем мобильных машин с улучшенными характеристиками прочности.
52. Технологические меры повышения прочности сварных конструкций.
53. Виброзащита конструкций машин.
54. Виброизоляция конструкций.
55. Динамическое гашение колебаний.
56. Колебания вращающихся валов. Расчет колебаний в трансмиссиях.
57. Ударозащита конструкций наземных транспортных средств.
58. Свойство пассивной безопасности конструкции кузова.
59. Прочность конструкции кузова при ударном нагружении.
60. Постановка задачи моделирования аварийного столкновения транспортных средств.
61. Основные понятия метода конечных элементов. Современное программное обеспечение. Последовательность решения задач методом конечных элементов.
62. Конечный элемент (определение). Узлы конечного элемента (определение). Степени свободы конечного элемента (определение). Функции формы конечного элемента (определение).
63. Структура современных программных комплексов метода конечных элементов.
64. Назначение и функции препроцессора в программах метода конечных элементов.
65. Назначение и функции решателя в программах метода конечных элементов.

66. Назначение и функции постпроцессора в программах метода конечных элементов.
67. Напряжения и деформации (понятия, единицы измерения). Выражения деформаций через перемещения. Линейные соотношения между напряжениями и деформациями.
68. Погрешности при выполнении расчетов методом конечных элементов. Способы повышения точности расчетного анализа напряженно-деформированного состояния в задачах МКЭ.
69. Особенности расчетных схем и конечно-элементных моделей деталей, узлов и конструкций автомобилей и тракторов. Основные приемы и способы моделирования деталей, узлов и конструкций автомобилей и тракторов методом конечных элементов.
70. Пути повышения точности выполняемого методом конечных элементов расчетного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций автомобилей и тракторов.