Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 15:56:56
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /М.Р. Рыбакова/
«27» февраля 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерный анализ динамики машин»

Направление подготовки
23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Образовательная программа
«Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва 2025 г.

Разработчик(и):

Доцент /И.Г. Руковицын /

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Динамика, прочность машин
и сопротивление материалов»,
д.ф-м.н., доцент /А.А. Скворцов/

1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Компьютерный анализ динамики машин» являются:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению;
- формирование знаний и умений численному анализу динамических процессов в машинах и конструкциях;
- углубление знаний в области программ численного расчета машин и конструкций.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Компьютерный анализ динамики машин» относится к числу учебных дисциплин по выбору (Б.1.3) основной образовательной программы (ООП) магистратуры.

«Компьютерный анализ динамики машин» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– Математическое моделирование транспортно-технологических комплексов;
– Статистическая динамика;
– Метод конечных элементов;
– Технология конструирования и расчет наземных транспортных систем;
– Проблемы динамики и прочности транспортно-технологических комплексов;
– Динамика транспортно-технологических комплексов;
– Моделирование и проектирование транспортно-технологических комплексов;
– Компьютерное моделирование и прочностной анализ;
– Основы решения нелинейных задач прочности;
– Основы решения задач динамики.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

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 6 зачетных единиц (216 академических часов, из них 86 часов – аудиторная нагрузка и 130 часов – самостоятельная работа студента). Дисциплина изучается на втором курсе в третьем семестре (8 часов – лекции, 46 часов – практические занятия) и четвертом семестре (32 часа – практические занятия). Структура и содержание по видам учебных работ представлены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. Введение в динамику.

Введение в курс, предмет лекций. Основные положения инженерного анализа, дискретные и непрерывные системы, типы задач: статика, динамика и задачи на собственные значения. Расчетные схемы и математические модели конструктивных элементов и узлов машин для исследования динамики. Методы дискретизации.

Раздел 2. Компьютерное моделирование задач динамики с помощью метода конечного элемента.

Применение метода конечных элементов при решении задач динамики. Конечные элементы и применение. Классификация задач динамики. Особенности моделирования.

Раздел 3. Виды динамических воздействий на машины.

Вибрационные, ударные, периодические и случайные воздействия. Переходные процессы. Влияние демпфирования. Характеристики внешних динамических воздействий. Источники внутренних возмущений в конструкциях. Основные положения теории виброзащиты. Параметры демпфирования и их взаимосвязь.

Раздел 4. Практические примеры решения задач динамики машин.

Практическое применение прикладных компьютерных программных комплексов для решения задач динамики машин. Расчет собственных частот и форм колебаний (терминология и теория, процедуры). Модальный анализ с учетом начального напряженного состояния и/или больших перемещений. Расчет конструкций при циклической симметрии. Особенности решения осесимметричных задач. Модальный анализ с учетом демпфирования. Гармонический анализ. Спектральный сейсмический анализ. Спектральная плотность мощности. Расчет при случайной вибрации. Динамический анализ переходных процессов в линейной постановке. Нелинейные расчеты. Выбор шага интегрирования. Практическая сходимость.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины предусматривает проведение групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий.

Предполагаются следующие формы проведения занятий: решение тематических задач и вопросов по различным разделам курса дисциплины на семинарах, лабораторных работах, проведение текущего контроля знаний студентов посредством опросов и проверки решаемых задач.

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

Используются варианты контрольных вопросов и задач самостоятельной работы студентов на семинарах, а также для домашних заданий.

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

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

В результате освоения дисциплины 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 формируются поэтапно в ходе освоения дисциплин, 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, описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине.

ПК - 1 Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов				
Показатель	Критерий оценивания			
	2	3	4	5
Знать: - основные понятия и методы расчета динамики машин.	Обучающийся не знает основные понятия и методы расчета динамики машин.	Обучающийся слабо знает основные понятия и методы расчета динамики машин.	Обучающийся хорошо знает основные понятия и методы расчета динамики машин.	Обучающийся отлично знает основные понятия и методы расчета динамики машин.
Уметь: - применять методы применять методы динамического расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических машин.	Обучающийся не умеет применять методы динамического расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических машин.	Обучающийся с трудом умеет применять методы динамического расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических машин.	Обучающийся хорошо умеет применять методы динамического расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических машин.	Обучающийся отлично умеет применять методы динамического расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических машин, легко выбирает нужный критерий.
Владеть: - современными языками программирования, конечно-элементными и оптимизационными комплексами.	Обучающийся не владеет современными языками программирования, конечно-элементными и оптимизационными комплексами.	Обучающийся слабо владеет современными языками программирования, конечно-элементными и оптимизационными комплексами.	Обучающийся хорошо владеет современными языками программировани я, конечно-элементными и оптимизационными комплексами.	Обучающийся отлично владеет современными языками программирования, конечно-элементными и оптимизационными комплексами.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 «Компьютерный анализ динамики машин».

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.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. 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.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Компьютерное моделирование и прочностной анализ».

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	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.
Хорошо	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 допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями,

	умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. Допускает ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. 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.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Вульфсон, И. И. Динамика машин. Колебания: учебное пособие для вузов / И. И. Вульфсон. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 275 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04587-1. URL: https://urait.ru/bcode/491984

б) дополнительная литература:

1. Детали машин и основы конструирования: учебник и практикум для вузов / Е. А. Самойлов [и др.] ; под редакцией Е. А. Самойлова, В. В. Джамая. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 419 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12069-1.
URL: https://urait.ru/bcode/498830

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение:

1) Операционная система Windows 7(или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984214, 61984216,61984217, 61984219, 61984213, 61984218, 61984215.

2) Офисные приложения Microsoft Office 2013(или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984042
3) ANSYS Academic Teaching Mechanical, Лицензия №664946.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru в разделе «Кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов».

Электронный образовательный ресурс «Компьютерный анализ динамики машин»
https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=5498

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированный компьютерный класс кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов» (содержит столы, стулья, маркерная доска, компьютеры с прикладным тематическим программным обеспечением, подвесной проектор с интерактивной доской, выход в сеть «Интернет»), учебные аудитории (содержит столы учебные со скамьями, аудиторная доска).

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 специальную литературу;
4. Развитие познавательных способностей студентов, самостоятельности, ответственности и организованности.

Изучение дисциплины неразрывно связано с самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. При этом студент сам планирует свою самостоятельную работу, что создает более благоприятную обстановку и 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.

Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10 минут. 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.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих - практические занятия, лабораторные работы и консультирование. Преподаватель должен 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 занятиями преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам.

После каждого 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.

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

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Компьютерный анализ динамики машин» по направлению подготовки магистров 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы (профиль «Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов»)»

(магистр)

п/п	Раздел	Се-ме-стр	Неде-ля се-местра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттеста-ции	
				л	п/с	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К/р	Э	З
семестр 3															
1	Раздел 1. Введение в динамику.	3		2	2		4								
2	Раздел 2. Компьютерное моделирование задач динамики с помощью метода конечного элемента.	3		2	22		24								
3	Раздел 3. Виды динамических воздействий на машины.	3		4	22		26								
Всего за третий семестр				8	46		54								
Семестр 4															
4	Раздел 4. Практические примеры решения задач динамики машин.				32		76								
Всего за четвертый семестр					32		76								+

Приложение 2.

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»
Профили:	«Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов»
Формы обучения:	очная
Виды профессиональной деятельности:	проектно-конструкторская.
Кафедра:	Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Компьютерный анализ динамики машин»

Составитель: **к.т.н. Руковицын И.Г.**

Москва, 2025 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Компьютерный анализ динамики машин				
ФГОС ВО **23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»**				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:				
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства**
индекс	**формулировка**			
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	самостоятельная работа, практические занятия, опрос на практических занятиях	УО, Зач, Э

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине *Компьютерный анализ динамики 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
2	Зачет (Зач.)	Средство проведения промежуточной аттестации по результатам выполнения всех видов учебной работы в течении семестра с проставлением оценки «зачтено» или «незачтено».	Примеры зачетных билетов

Приложение 2.

Фонды оценочных средств по дисциплине «Компьютерный анализ динамики машин» по направлению подготовки 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы».

Пример зачетного билета

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

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина «Компьютерный анализ динамики машин»
Для 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Основные задачи оптимального проектирования.

2. Вариационные методы.

Утверждено на заседании кафедры « ____ » _____ 2025 г., протокол № ____

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

Вопросы к зачету и экзамену по дисциплине «Компьютерный анализ динамики машин».

1. Основные положения инженерного анализа, дискретные и непрерывные системы, типы задач: статика, динамика и задачи на собственные значения.
2. Анализ дискретных систем: задача теории упругости.
3. Основные требования к математическим моделям.
4. Метод «непосредственных жесткостей».
5. Вариационная постановка задачи.
6. Основные положения теории упругости.
7. Определение напряжённо-деформированного состояния элементов конструкции.
8. Геометрические уравнения. Дифференциальные уравнения равновесия. Физические уравнения.
9. Использование матричной формы записи уравнений для решения задачи определение напряжённо-деформированного состояния элементов фермы.
10. Формирование общей схемы исследования. Вывод уравнения для одного элемента.
11. Обобщение уравнений для всех элементов конструкции.
12. Задание граничных условий и нагрузок. Системы координат.
13. Основные положения метода конечных элементов.
14. Метод конечных элементов в перемещениях.
15. Конечные элементы и применение.

Пример вопросов для устного опроса.

1. Перечислить основные типов конечных элементов?
2. Когда применяются балочные конечные элементы?
3. Когда применяются «оболочечные» конечные элементы?
4. Что такое объёмные эллиптические конечные элементы?
5. Что такое плоское напряжённое состояние?
6. Что такое конечные элементы?
7. Для чего нужны функции перемещения?
8. Написать пример матриц упругости и жёсткости.
9. Как определяются напряженя методом конечных элементов?
10. Что такое осесимметричное напряжённо-деформированное состояние?
11. Что такое полная и начальная деформация?
12. Как составляются матрицы упругости и жёсткости?
13. Что такое узловые силы?
14. Преимущества использования тетраэдрального конечного элемента.
15. Что такое деформация?