

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель программы аспирантуры

 Г.Д. Трифанов  
д.т.н., профессор кафедры ГЭМ

« 28 » « мая » 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры**

**«Динамика и прочность горных и транспортных машин»**

Научная специальность	2.8.8. Геотехнология, горные машины
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Геотехнология, горные машины
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Горная электромеханика
Форма обучения	Очная
Курс: 3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра:	
Зачет: 5 семестр	

## **1. Общие положения**

Рабочая программа дисциплины «Динамика и прочность горных и транспортных машин» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)".

- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)".

- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета.

- Базовый план по программе аспирантуры.

- Паспорт научной специальности.

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области проектирования и эксплуатации горных и транспортных машин с учетом их динамики и изменения технического состояния во времени.

**1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Динамика и прочность горных и транспортных машин» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- нормативно-техническую документацию и методики проектирования горных и транспортных машин;

- методы математического описания работы горных и транспортных машин;

- методы поиска и проведения литературного обзора статей, книг, патентов и диссертаций с целью изучения современных и актуальных проблем в области проектирования горных и транспортных машин.

### **Уметь:**

- учитывать требования нормативно-технической документации при внесении изменений в работу горных и транспортных машин;

- составлять математические модели и проводить анализ работы горных и транспортных машины;

- искать актуальную информацию о современных методах проектирования и расчета горных и транспортных машин.

### **Владеть:**

- навыками разработки мер по увеличению эффективности работы горных и транспортных машин с учетом технических, экономических, санитарных, экологических и эргономических норм;

- навыками описания и анализа работы горных и транспортных машин при различных режимах эксплуатации и горно-геологических условиях;

- навыками работы с программными средствами и методами поиска литературных источников.

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1. Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	17
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6
2	Самостоятельная работа (СР)	55
	Форма итогового контроля:	Зачет

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Основы проведения математического анализа работы горных и транспортных машин (Л – 2; ПЗ – 3, СР – 25)

Тема 1. Задачи науки о динамике машин. Модель работы горных машин без учета вязкоупругих свойств трансмиссии.

Основные понятия и определения. Цель и задачи дисциплины. Математическое и компьютерное моделирование процессов функционирования горных и транспортных машин.

Тема 2. Динамика одно- и двухмассовых механических систем

Эквивалентная схема привода горной машины. Механические системы. Упругие свойства элементов трансмиссии. Приводы горных и транспортных машин. Механические характеристики приводов горных и транспортных машин.

Раздел 2. Исследование динамических процессов в горных и транспортных машинах. Снижение динамических нагрузок (Л – 3; ПЗ – 3, СР – 30)

Тема 3. Ограничение динамических нагрузок на элементы горных и транспортных машин.

Источники динамических нагрузок. Методы снижения динамических нагрузок приводов горных и транспортных машин на этапах проектирования. Снижение динамических нагрузок при функционировании горных и транспортных машин.

Тема 4. Статика и динамика гибкой однородной нити.

Допущения и методики решения задач статики и динамики гибкой однородной нити при математическом моделировании процессов функционирования шахтной подъемной установки.

Тема 5. Динамические процессы многомассовых механических систем.

Моделирование и исследование динамических процессов многомассовых механических систем на примере привода планетарно-дискового исполнительного органа комбайна «Урал-20Р».

Тема 6. Динамика машин с учетом распределенной массы упругих элементов.

Понятие приведенной и распределенной массы. Исследование динамики многоканатных подъемных машин с учетом распределенной массы подъемных канатов.

#### 4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2. Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	2	Изучение основных инструментов и методов построения математических моделей в программной среде mathcad	Собеседование <i>Практическое задание</i>	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	3	Моделирование системы с регулируемым торможением, поддерживающим заданное замедление	Собеседование <i>Практическое задание</i>	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	4	Расчет математической модели траектории гибкой однородной тяжелой нити	Собеседование <i>Практическое задание</i>	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	5	Анализ процесса разгона машины, имеющей привод постоянного тока с независимым возбуждением	Собеседование <i>Практическое задание</i>	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	6	Определении собственных функций задач динамики машин	Собеседование <i>Практическое задание</i>	Вопросы по темам / разделам дисциплины

#### 4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3. Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Методы и средства математического моделирования. Основные законы динамики	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Динамические процессы, возникающие при работе горных машин	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Варианты изменения интенсивности нарастания тормозного усилия	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Влияние поперечных колебаний упругой нити на продольные	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	Анализ процесса разгона машины, имеющей асинхронный электродвигатель с фазным ротором	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

6	6	Основные динамические нагрузки, испытываемые горными машинами, влияние динамических нагрузок на долговечность машин	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
---	---	---	---------------	--

### 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Динамика и прочность горных и транспортных машин» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

### 6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

#### 6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Поезжаева Е. В. Теория механизмов и механика систем машин : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	100
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебно-методические, научные издания</b>		
1	Степанов А.Г. Динамика машин / А. Г. Степанов; Российская академия наук, Уральское отделение; Горный институт.— Екатеринбург: УрО РАН, 1999.— 392 с.	53
2	Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере : учебное пособие для вузов / П. Г. Белов .— М. : Academia, 2003 .— 506 с.	21
3	Дьяконов В.П. MathCAD 7.0 в математике, физике и в Internet / В.П. Дьяконов, И.В.Абраменкова.— Москва: Нолидж, 1999-345 с.	27
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Горное оборудование и электромеханика	
2	Известия вузов «Горный журнал»	
3	Горная промышленность	
4	Устойчивое развитие горных территорий	

<b>№</b>	<b>Библиографическое описание</b> (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	<b>Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий</b>
1	2	3
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	ГОСТ 23336-78. Машины вычислительные аналоговые и аналого-цифровые. Правила выполнения схем и моделирования	Техэксперт
<b>2.4 Официальные издания</b>		
	-	

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 5

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 6

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)</b>	<b>Кол-во, ед.</b>	<b>Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)</b>	<b>Номер аудитории</b>
1	2	3	4	5
1	Персональный компьютер в комплекте (экран, системный блок, клавиатура, мышь)	8	Оперативное управление	444

## 8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

#### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

#### • Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

#### • Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Таблица 7. Шкала оценивания результатов освоения на зачете

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

### 8.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (5 семестр) по дисциплине. Отметка «зачтено» ставится при выполнении аспирантом всех практических заданий, защиты отчетов по ним и ответов на теоретические вопросы.

#### • Практические задания

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется практическое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Критерии оценивания защиты отчета практического задания отображены в шкале, приведенной в таблице 8.

Таблица 8

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил практическое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил практическое задание.

• **Теоретические вопросы**

Для оценки **знаний** при проведении зачета аспиранту задаются теоретические вопросы.

Критерии оценивания ответов на теоретические вопросы, приведенной в таблице 9.

Таблица 9

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.

**9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений;
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

**10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины**

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи зачета по дисциплине «Динамика и прочность горных и транспортных машин» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

**10.1 Темы практических заданий:**

1. Изучение основных инструментов и методов построения математических моделей в программной среде MathCAD.

2. Моделирование системы с регулируемым торможением, поддерживающим заданное замедление.
3. Расчет математической модели траектории гибкой однородной тяжелой нити.
4. Анализ процесса разгона машины, имеющей привод постоянного тока с независимым возбуждением.
5. Определении собственных функций задач динамики машин.

### **10.2 Типовые творческие задания для проверки освоенных умений при текущем контроле:**

1. Построение и описание модели шахтной подъемной установкой, представленной в виде одномассовой системы.
2. Моделирование подъемной установки и определение нагрузок на барабан подъемной машины.
3. Построение моделей деталей и узлов горных машин.
4. Определение динамической составляющей нагрузок, испытываемых горными машинами.
5. Построение простейших статических систем, описывающих работу горных машины.
6. Определение и расчет сил резания на исполнительном органе горных машин.

### **10.3 Перечень типовых контрольных вопросов для оценивания знаний на зачете по дисциплине:**

1. Перечислить основные средства и инструменты для построения моделей в компьютерной среде MathCAD.
2. Перечислить известные законы, используемые в математическом моделировании для описания динамических процессов.
3. Дать описание принципу Даламбера в математическом моделировании.
4. Какими моделями можно описать канат шахтной подъемной установки в пролете между зданием подъемной машины и копром.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ГЭМ».

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		