

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

«23» «мая» 2022 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

**«Исследование динамических процессов в горных машинах с
использованием современных вычислительных технологий и
оборудования»**

| | |
|--|-------------------------------------|
| 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: 2 | Семестр (ы): 3 |

Виды контроля с указанием семестра:
Зачет: 3 семестр

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Исследование динамических процессов в горных машинах с использованием современных вычислительных технологий и оборудования» 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, эксплуатации, исследования параметров работы и оценки эффективности использования горных машин и оборудования.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Исследование динамических процессов в горных машинах с использованием современных вычислительных технологий и оборудования» является дисциплиной по выбору 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:

- применяемое в работе российских и международных исследовательских коллективов современное программное обеспечение и способы, позволяющие моделировать и изучать динамические системы;

- новые решения в области построения и моделирования горных машин приводов, оборудования, технологических систем и процессов;

- современные способы и средства мониторинга технического состояния горных машин.

Уметь:

- использовать современное программное обеспечение и способы моделирования динамических систем различных российских и международных исследовательских коллективов;

- научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования горных машин и процессов;

- использовать способы и средства мониторинга технического состояния горных машин для моделирования процессов работы оборудования.

Владеть:

- навыками работы в современных программных средах моделирования динамических систем различных российских и международных исследовательских коллективов;

– навыками проведения исследований горных машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства с целью изучения динамических процессов, происходящих при их эксплуатации;

– навыками разработки и эффективного внедрения способов и средства мониторинга технического состояния горных машин.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1. Объем и виды учебной работы

| № п.п. | Вид учебной работы | Трудоемкость, ч |
|--------|---------------------------------------|-----------------|
| | | 3 семестр |
| 1 | Аудиторная работа | 39 |
| | В том числе: | |
| | Лекции (Л) | - |
| | Практические занятия (ПЗ) | 32 |
| | Контроль самостоятельной работы (КСР) | 7 |
| 2 | Самостоятельная работа (СР) | 69 |
| | Форма итогового контроля: | Зачет |

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Применение современных компьютерных систем для моделирования машин и процессов (ПР – 12, СР – 30)

Тема 1. Программные среды моделирования.

Персональный компьютер. Программное обеспечение Ansys, Компас, MathCAD.

Тема 2. Применение различных методов для моделирования процессов.

Математические методы моделирования. Основные законы динамики. Современные вычислительные технологии.

Раздел 2. Моделирование динамических процессов возникающих при работе горных машин (ПР – 20, СР – 39)

Тема 3. Моделирование процессов работы горных машин в программных средах Ansys, MathCAD, Компас.

Разработка компьютерных моделей. Оценка достоверностей моделей. Компьютерное и математическое моделирование процессов работы горных машин в программных средах Ansys, MathCAD, Компас.

Тема 4. Исследование динамических процессов в горных машинах в программной среде Ansys.

Моделирование. Динамические системы. Горные машины.

Тема 5. Исследование динамических процессов, возникающих при работе горного оборудования в программных средах MathCAD и Компас.

Моделирование. Динамические процессы в горных машинах. Компас. MathCAD.

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 | 1 | Изучение основных инструментов сред компьютерного моделирования | Собеседование <i>Практическое задание</i> | Вопросы по темам / разделам дисциплины |
| 2 | 2 | Описание основных законов динамики в средах компьютерного моделирования | Собеседование <i>Практическое задание</i> | Вопросы по темам / разделам дисциплины |
| 3 | 3 | Создание цифровых двойников горных машин и моделирование их работы в программных средах | Собеседование <i>Практическое задание</i> | Вопросы по темам / разделам дисциплины |
| 4 | 4 | Разработка математических и компьютерных моделей процесса функционирования горного оборудование в программной среде Ansys | Собеседование <i>Практическое задание</i> | Вопросы по темам / разделам дисциплины |
| 5 | 5 | Разработка математических и компьютерных моделей процесса функционирования горного оборудование в программных средах Компас и MathCAD | 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 | Программные среды моделирования, используемые в России и за рубежом | Собеседование | Вопросы по темам / разделам дисциплины |
| 2 | 2 | Методы и средства математического моделирования. Основные законы динамики | Собеседование | Вопросы по темам / разделам дисциплины |

| | | | | |
|---|---|--|---------------|--|
| 3 | 3 | Использование математического моделирования в горном машиностроении | Собеседование | Вопросы по темам / разделам дисциплины |
| 4 | 4 | Динамические процессы, возникающие при работе горных машин | Собеседование | Вопросы по темам / разделам дисциплины |
| 5 | 5 | Основные динамические нагрузки, испытываемые горными машинами, влияние на их долговечность | Собеседование | Вопросы по темам / разделам дисциплины |

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Исследование динамических процессов в горных машинах с использованием современных вычислительных технологий и оборудования» 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 |
| 1 Основная литература | | |
| I | Иосилевич Г. Б. Прикладная механика : учебник для вузов / Г. Б. Иосилевич, П. А. Лебедев, В. С. Стреляев. - Москва: Альянс, 2013 | 21 |
| 2 Дополнительная литература | | |
| 2.1 Учебно-методические, научные издания | | |
| I | Яризов А.Д. Моделирование систем (раздел "Применение статистического моделирования в горном деле, статистическая оптимизация"): учебное пособие для вузов / А. Д. Яризов; Московский горный институт.— Москва: Изд-во МГИ, 1977.— 48 с. | 1+1 на кафедре |

| № | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке + кафедре; местонахождение электронных изданий |
|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 2 | Дьяконов В.П. MathCAD 7.0 в математике, физике и в Internet / В.П. Дьяконов, И.В.Абраменкова.— Москва: Нолидж, 1999-345 с. | 27 |
| 3 | Степанов А.Г. Динамика машин / А. Г. Степанов; Российская академия наук, Уральское отделение; Горный институт.— Екатеринбург: УрО РАН, 1999.— 392 с. | 53 |
| 2.2 Периодические издания | | |
| 1 | Горное оборудование и электромеханика | |
| 2 | Известия вузов «Горный журнал» | |
| 3 | Горная промышленность | |
| 4 | Устойчивое развитие горных территорий | |
| 2.3 Нормативно-технические издания | | |
| 1 | ГОСТ 23336-78. Машины вычислительные аналоговые и аналого-цифровые. Правила выполнения схем и моделирования | <i>Техэксперт</i> |
| 2.4 Официальные издания | | |
| 1 | - | |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 5

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

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

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 6

| № п.п. | Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование) | Кол-во ед. | Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.) | Номер аудитории |
|--------|--|------------|--|-----------------|
| 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 (3 семестр) по дисциплине. Отметка «зачтено» ставится при выполнении аспирантом всех практических заданий, защиты отчетов по ним и ответов на теоритические 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 табл. 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 применение полученных знаний и умений , 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 теоритические вопросы.

Критерии оценивания ответов на теоритические 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 знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. |
| <i>Незачтено</i> | При ответе на теоретический вопрос аспирант продемонстрировал фрагментарные знания 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 «Исследование динамических процессов в горных машинах с использованием современных вычислительных технологий и оборудования» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

10.1 Темы практических заданий:

1. Изучение основных инструментов сред компьютерного моделирования
2. Описание основных законов динамики в средах компьютерного моделирования
3. Разработка математических и компьютерных моделей процессов функционирования горных машин в программных средах
4. Моделирование работы горного оборудования в программной среде Ansys
5. Моделирование динамических процессов в горных машинах в программных средах Компас, MathCAD

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 исполнительных органах 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 средах компьютерного моделирования.
2. Перечислить известные законы, используемые в математическом моделировании для описания динамических процессов.
3. Дать описание принципу Даламбера в математическом моделировании.
4. Описать методы построения сложных деталей в компьютерной среде Компас

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

Лист регистрации изменений

| № п.п. | Содержание изменения | Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой |
|-------------------|-----------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |