



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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

» 2017г.

Рабочая программа дисциплины

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Направление подготовки	09.06.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Математическое моделирование и управление физико-механическими процессами
Научная специальность	05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Математическое моделирование систем и процессов (ММСП) Вычислительная математика и механика (ВМиМ) Строительные конструкции и вычислительная механика (СКиВМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: 5	Зачёт: 4

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 875 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ММСП

Протокол от «12» мая 2017г. № 13.

Зав. кафедрой д.физ.-мат.н., профессор
(учёная степень, звание)

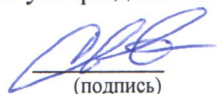

(подпись)

Трусов П.В.
(Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ВМиМ

Протокол от «1» июня 2017г. № 11.

Зав. кафедрой д.техн.н., профессор
(учёная степень, звание)


(подпись)

Труфанов Н.А.
(Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры СКИВМ

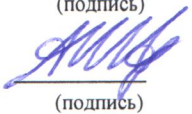
Протокол от «29» мая 2017г. № 11/17.

Зав. кафедрой д.техн.н., профессор
(учёная степень, звание)


(подпись)

Кашеварова Г.Г.
(Фамилия И.О.)

Разработчик программы к.физ.-мат.н., доцент
(учёная степень, звание)


(подпись)

Швейкин А.И.
(Фамилия И.О.)

Руководитель программы д.физ.-мат.н., профессор
(учёная степень, звание)


(подпись)

Трусов П.В.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК


(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области математического моделирования физико-механических процессов и систем, в том числе – по использованию численных методов при математическом моделировании и по разработке необходимого программного обеспечения.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение методологией математического моделирования и вычислительной математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач (ПК-1);
- способность ставить и решать прикладные задачи моделирования физико-механических процессов, создавая необходимое математическое и программное обеспечение (ПК-2).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• *формирование знаний*

- изучение методологии (основных понятий, классификаций, подходов и методов) разработки математических моделей физико-механических процессов и систем;
- изучение основных численных методов вычислительной математики,
- изучение основных положений теории программирования в современных операционных системах, современных технологий программирования,

• *формирование умений*

- формирование умения осуществлять разработку математических моделей физико-механических процессов и систем;
- формирование умения адекватно выбирать и применять численные методы вычислительной математики при математическом моделировании,
- формирование умения создавать программное обеспечение, реализующее математические модели,

• *формирование навыков*

- формирование навыков решения прикладных задач математического моделирования для широкого класса физико-механических процессов и систем;
- формирование навыков разработки и реализации алгоритмов численных методов вычислительной математики при математическом моделировании физико-механических процессов и систем,
- формирование навыков создания программного обеспечения, реализующего математических модели, в современных операционных системах с использованием современных технологий программирования.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методология математического моделирования (основные понятия, классификация, подходы и методы),
- модели различных физико-механических процессов и систем,
- основные численные методы вычислительной математики,
- операционные системы,
- современные технологии программирования.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.01 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» является обязательной дисциплиной вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- методологию (основные понятия, классификацию, подходы и методы) разработки математических моделей физико-механических процессов и систем;
- основные численные методы вычислительной математики;
- основные положения теории программирования в современных операционных системах, современные технологии программирования.

Уметь:

- осуществлять разработку математических моделей физико-механических процессов и систем,
- адекватно выбирать и применять численные методы вычислительной математики для реализации математических моделей,
- создавать программное обеспечение, реализующее математические модели.

Владеть:

- навыками решения прикладных задач математического моделирования для широкого класса физико-механических процессов и систем,
- навыками разработки и реализации алгоритмов численных методов вычислительной математики при математическом моделировании,
- навыками создания программного обеспечения, реализующего математические модели, в современных операционных системах с использованием современных технологий программирования.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

Код ОПК-1	Формулировка компетенции владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности
---------------------	---

Код ОПК-1 Б1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции владеть методологией разработки математических моделей физико-механических процессов и систем
--------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: методологию разработки математических моделей физико-механических процессов и систем	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: применять методологию математического моделирования при разработке моделей физико-механических процессов и систем	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: навыками применения методологии математического моделирования при разработке моделей физико-механических процессов и систем	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции владение методологией математического моделирования и вычислительной математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач
--------------------	--

Код ПК-1 Б1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции владеть методологией выбора, использования, разработки алгоритмов численных методов для реализации математических моделей физико-механических процессов и систем, методологией разработки соответствующего программного обеспечения
-------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: основные численные методы вычислительной математики, основные положения теории программирования, особенности современных операционных систем, современные технологии программирования	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>

<p>Уметь: адекватно выбирать и применять численные методы для решения поставленной задачи; применять современные технологии программирования при разработке программного обеспечения, реализующего математические модели</p>	<p><i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i></p>	<p><i>Собеседование. Творческое задание.</i></p>
<p>Владеть: навыками выбора, использования, разработки численных методов вычислительной математики при математическом моделировании, навыками применения современных технологий при программного обеспечения при разработке программного обеспечения, реализующего математические модели</p>	<p><i>Самостоятельная работа аспирантов.</i></p>	<p><i>Собеседование. Творческое задание.</i></p>

2.3 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

<p>Код ПК-2</p>	<p>Формулировка компетенции способность ставить и решать прикладные задачи моделирования физико-механических процессов, создавая необходимое математическое и программное обеспечение</p>
----------------------------	--

<p>Код ПК-2 Б1.В.01</p>	<p>Формулировка дисциплинарной части компетенции способность разрабатывать математические модели физико-механических процессов с созданием необходимого программного обеспечения</p>
--	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>Знать: примеры решения задач математического моделирования для широкого класса физико-механических процессов и систем</p>	<p><i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i></p>	<p><i>Собеседование.</i></p>
<p>Уметь: разрабатывать математические модели физико-механических процессов с созданием необходимого программного обеспечения</p>	<p><i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i></p>	<p><i>Собеседование. Творческое задание.</i></p>
<p>Владеть: навыками решения прикладных задач математического моделирования для широкого класса физико-механических процессов с созданием необходимого программного обеспечения в современных операционных системах с использованием современных технологий программирования</p>	<p><i>Самостоятельная работа аспирантов.</i></p>	<p><i>Собеседование. Творческое задание.</i></p>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы
 Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч	
		4 семестр	5 семестр
1	Аудиторная работа	12	
	В том числе:		
	Лекции (Л)	5	-
	Практические занятия (ПЗ)	-	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	
	Самостоятельная работа (СР)	66	30
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-	36
	Форма итогового контроля:	Зачет	Кандидатский экзамен

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1		1				10	
	2		1				14	
	3		1				14	
Всего по разделу:			3				38	
2	4		1				14	
Всего по разделу:			1				14	
3	5		1				14	
Всего по разделу:			1				14	
Итого (4 семестр)			5		1		66	
4	6			2			10	
Всего по разделу:				2			10	
5	7			1			4	
	8			1			6	
Всего по разделу:				2			10	
6	9			1			4	
	10			1			6	
Всего по разделу:				2			10	
Итого (5 семестр)				6			30	
Промежуточная аттестация						36		
Итого:		10	5	6	1	36	144/4	

4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

Раздел 1. Методология разработки математических моделей физико-механических процессов и систем.

(Л – 3, СР – 38)

Тема 1. Моделирование как метод научного познания. Определение модели и ее свойства. Определение и классификация математических моделей.

Тема 2. Этапы разработки математической модели. Содержательная, концептуальная и математическая постановка задачи моделирования. Выбор метода решения задачи моделирования. Проверка адекватности модели.

Тема 3. Моделирование в условиях неопределенности. Описание стохастической неопределенности. Исследование устойчивости математической модели.

Раздел 2. Основные численные методы вычислительной математики.

(Л – 1, СР – 14)

Тема 4. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.

Раздел 3. Теория программирования в современных операционных системах и современные технологии программирования.

(Л – 1, СР – 14)

Тема 5. Основные этапы, методы, средства и стандарты разработки программного обеспечения, системы программирования (принципы организации, состав и схема работы), операционные системы.

4.2.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (5 семестр)

Раздел 4. Применение методологии математического моделирования к решению прикладных задач описания физико-механических процессов и систем

(ПЗ – 2, СР – 10)

Тема 6. Решение задач математического моделирования для широкого класса физико-механических процессов и систем.

Раздел 5. Применение численных методов при математическом моделировании.

(ПЗ – 2, СР – 10)

Тема 7. Примеры применения численных методов в известных решениях задач математического моделирования для широкого класса физико-механических процессов и систем.

Тема 8. Разработка и реализация алгоритмов числительных методов при математическом моделировании физико-механических процессов и систем.

Раздел 6. Применение современных технологий программирования при создании программного обеспечения, реализующего математические модели.

(ПЗ – 2, СР – 10)

Тема 9. Примеры применения современных технологий программирования при создании программного обеспечения.

Тема 10. Разработка программного обеспечения, реализующего математические модели, с применением современных технологий программирования.

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий (из пункта 4.2.2)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	6	Разработка математических моделей физико-механических процессов и систем.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	7	Примеры применения численных методов при математическом моделировании.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
3	8	Разработка и реализация алгоритмов числительных методов при математическом моделировании физико-механических процессов и систем	Творческое задание.	Темы творческих заданий.
4	9	Примеры применения современных технологий программирования при создании программного обеспечения, реализующего математические модели	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
5	10	Разработка программного обеспечения, реализующего математические модели, с применением современных технологий программирования.	Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

(Привести список тем учебной дисциплины, с указанием количества часов, отведенных на тему, наименования и представления оценочного средства)

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

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Классификация математических моделей, примеры.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Выбор метода решения задачи моделирования. Проверка адекватности модели.	Творческое задание	Темы творческих заданий
3	3	Описание стохастической неопределенности. Исследование устойчивости математической модели.	Творческое задание	Темы творческих заданий
4	4	Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	Системы программирования (принципы организации, состав и схема работы), операционные системы.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Примеры математических моделей физико-механических процессов и систем.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий
7	7	Примеры применения численных методов при математическом моделировании.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
8	8	Разработка и реализация алгоритмов числительных методов при математическом моделировании	Творческое задание	Темы творческих заданий
9	9	Примеры применения современных технологий программирования при создании программного обеспечения	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
10	10	Разработка программного обеспечения, реализующего математические модели, с применением современных технологий программирования	Творческое задание	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» 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;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» представлен в виде приложения к рабочей программы дисциплины.

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<p>Б1.В.01 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»</p>	<p>БЛОК 1</p>								
<p><i>(индекс и полное название дисциплины)</i></p>	<p><i>(цикл дисциплины/блок)</i></p>								
<p>09.06.01/ 05.13.18</p>	<table border="1"><tr><td data-bbox="710 495 788 546"></td><td data-bbox="788 495 1158 546">базовая часть цикла</td><td data-bbox="1158 495 1236 546"></td><td data-bbox="1236 495 1528 546">обязательная</td></tr><tr><td data-bbox="710 546 788 622">x</td><td data-bbox="788 546 1158 622">вариативная часть цикла</td><td data-bbox="1158 546 1236 622">x</td><td data-bbox="1236 546 1528 622">по выбору аспиранта</td></tr></table>		базовая часть цикла		обязательная	x	вариативная часть цикла	x	по выбору аспиранта
	базовая часть цикла		обязательная						
x	вариативная часть цикла	x	по выбору аспиранта						
<p><i>код направления / шифр научной специальности</i></p>	<p>Информатика и вычислительная техника / Математическое моделирование и управление физико-механическими процессами</p> <p><i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i></p>								
<p>2017 <i>(год утверждения учебного плана)</i></p>	<p>Семестр(-ы): 4,5</p> <p>Количество аспирантов:</p>								

Факультет(ы):

Факультет прикладной математики и механики

Строительный факультет

Кафедра(ы):

Математическое моделирование систем и процессов (ММСП)

Вычислительная математика и механика (ВМиМ)

Строительные конструкции и вычислительная механика (СКиВМ)

тел. 8(342)239-12-97;
alexsh59@bk.ru
(контактная информация)

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

(Привести список основной и дополнительной учебной литературы).

Таблица 5

№	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		
1	Барботько А.И. Основы теории математического моделирования : учебное пособие для вузов / А. И. Барботько, А. О. Гладышкин. - Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 209 с.	10
2	Зубко И.Ю., Няшина Н.Д. Математическое моделирование: дискретные подходы и численные методы: учеб. пособие. — Пермь: Изд-во ПИПУ. 2012. — 365 с.	5+ЭБ
3	Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов / Н. Г. Чикуров. - Москва: РИОР, ИНФРА-М, 2013. – 398 с.	1
4	Леушин И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник для вузов / И. О. Леушин. - Москва: ФОРУМ, 2015. – 206 с.	2
5	Зарубин В. С. Моделирование : учебное пособие для вузов / В. С. Зарубин. - Москва: Академия, 2013. – 336 с.	3
6	Киреев В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - Санкт-Петербург[и др.]: Лань, 2015. – 447 с.	2
7	Бахвалов Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2013. – 240 с.	2
8	Васильев А.Н. Java. Объектно-ориентированное программирование. Базовый курс по объектно-ориентированному программированию: учебное пособие для магистров и бакалавров. Санкт-Петербург[и др.] : Питер, 2013. – 396 с.	1
9	Гамма Э. [и др.] Приёмы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2015 . – 366 с.	11
10	Страуструп Б. Язык программирования C++. – М.: БИНОМ, 2012. – 1135 с.	6
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1.	Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А.Самарский, А.П.Михайлов .— 2-е изд., испр.— М. : Физматлит, 2005 .— 316 с.	20
2.	Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / В.Н.Ашихмин, М.Б.Гитман, И.Э.Келлер, О.Б.Наймарк, В.Ю.Столбов, П.В.Трусов, П.Г.Фрик. Под ред. П.В.Трусова. - М.:«Логос», 2007. — 439 с.	50
3.	Карпенков С.Х.. Концепции современного естествознания : учеб. для вузов / С.Х.Карпенков .— 6-е изд., перераб. и доп.— М. :	5

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
	Вышш. шк., 2005 .— 535 с.	
4.	Гитман М. Б. Введение в стохастическую оптимизацию : учебное пособие для вузов / М. Б. Гитман. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	Электронная библиотека ПНИПУ
5.	Самарский А.А. Введение в численные методы : учебное пособие для вузов / А. А. Самарский ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова .— 3-е изд., стер .— Санкт-Петербург : Лань, 2005 .— 288 с.	50
6.	Бахвалов Н.С. Численные методы : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова .— 6-е изд .— Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008 .— 636 с.	1
7.	Вержбицкий В.М. Основы численных методов : учебник для вузов / В. М. Вержбицкий .— 3-е изд., стер.— Москва : Вышш. шк., 2009 .— 840 с.	15
8.	Демидович Б.П. Основы вычислительной математики : учебное пособие / Б.П. Демидович , И.А. Марон .— 6-е изд., стер .— СПб : Лань, 2007 .— 664 с.	85
9.	Дж. Рихтер Windows для профессионалов: создание эффективных Win32-приложений с учетом специфики 64-разрядной версии Windows - СПб : "Питер" 2001. 722 с.	3
10.	Керниган Б.В., Пайк Р. Unix-универсальная среда программирования - М.: Финансы и статистика. 1992. 304 с.	24
11.	Таненбаум, Эндрю. Современные операционные системы. 3-е изд. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2012 . 1115 с.	6
12.	Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие для вузов / В. Л. Бройдо, О. П. Ильина .— 3-е изд .— СПб : Питер, 2008 .— 765 с.	31
13.	Кнут Д.Э. Искусство программирования. – М.: Вильямс, 2002. Т.1. Основные алгоритмы.- 712 с.	20
14.	Кнут Д.Э. Искусство программирования. – М.: Вильямс, 2003. Т.2. Получисленные алгоритмы.- 828 с.	20
15.	Кнут Д.Э. Искусство программирования. – М.: Вильямс, 2003. Т.3. Сортировка и поиск.- 822 с.	20
16.	Румянцев П.В. Азбука программирования в Win32 API. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 310 с.	3
2.2 Периодические издания		
1	<i>Вестник ПНИПУ. Механика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. А. А. Ташкинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, с 2012 г.</i> http://vestnik.pstu.ru/mechanics/about/inf/	
2	<i>Прикладная математика и вопросы управления/ Applied Mathematics and Control Sciences: журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В.Ю.Столбова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, с 2010 г.</i> http://vestnik.pstu.ru/matmech/about/inf/	

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
3	<i>Вычислительная механика сплошных сред : журнал / Российская академия наук, Уральское отделение; Институт механики сплошных сред. - Пермь: ИМСС УрО РАН, с 2008 г.</i> http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser96485	
4	<i>Проблемы управления / Control Sciences : научно-технический журнал. - Москва: СенСиДат-Контроль, с 2002 г.</i> http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser146437	
5	<i>Мехатроника, автоматизация, управление : теоретический и прикладной научно-технический журнал. - Москва: Новые технологии, Мехатроника, автоматизация, управление, с 1998 г.</i> http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser144663	
6	<i>Математическое моделирование : журнал. - Москва: Наука, с 1989 г.</i> http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145033	
7	<i>Успехи математических наук : журнал. - Москва: Наука, с 1936 г.</i> http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145355	
8	<i>Известия Российской академии наук. Серия математическая : научный журнал. - Москва: Наука, с 1937 г.</i> http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145210	
9	<i>Журнал вычислительной математики и математической физики. - Москва: Наука, с 1961 г.</i> http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser144951	
10	<i>Прикладная механика и техническая физика : журнал. - Новосибирск: СО РАН, с 1960 г.</i> http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145580	
11	<i>Известия Российской академии наук. Механика твердого тела : научный журнал. - Москва: Наука, с 1966 г.</i> http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUser145433	
12	<i>Журналы издательств Elsevier, Springer и др., доступные в e-library</i> http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ)
2.3 Нормативно-технические издания		
2.4 Официальные издания		

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», требующихся при освоении дисциплины

8.3.1 Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / [Электрон. б-ка дис.](http://diss.rsl.ru) – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.
6. EBSCO Databases [Электронный ресурс] : [полнотекстовые базы данных журн. и кн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам на ин. яз.] / EBSCO Publishing. – Ipswich, 2016. – Режим доступа: <http://search.ebscohost.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
7. SAGE Journals [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / SAGE Publications. – Los Angeles, 2016. – Режим доступа: <http://online.sagepub.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
8. Science [Электронный ресурс] : [электрон. версия еженед. междисциплинар. науч. журн. на англ. яз.] / The American Association for the Advancement of Science (AAAS). – Washington, 2016. – Режим доступа: <http://www.sciencemag.org/magazine>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
9. Taylor & Francis Online [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / [Informa UK Ltd.](http://www.tandfonline.com) – London, 2016. – Режим доступа: <http://www.tandfonline.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
10. Российский индекс научного цитирования [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на рус. яз.] / [Науч. электрон. б-ка.](http://elibrary.ru/project_risc.asp) – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: http://elibrary.ru/project_risc.asp, свободный. – Загл. с экрана.
11. Электронно-библиотечная система Библиокомплектатор [Электронный ресурс] : [платформа и полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Ай Пи Эр Медиа, Ай Пи Ар Букс. – [Саратов, 2016]. – Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
12. Национальна Электронная Библиотека [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн. по всем отраслям знания] / М-во культуры Рос. Федерации. – [Москва, 2016]. – Режим доступа: <http://нэб.рф>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

13. *Annual Reviews* [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по обществ., естеств. и техн. наукам на англ. яз. : архив за 1932-2008 гг.] / *Annual Reviews*. – Palo Alto, 2016. – Режим доступа: <http://www.annualreviews.org>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

14. *IOPscience* [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по физ. наукам на англ. яз.] / *Institute of Physics, IOP Publishing Limited*. – Bristol, 2016. – Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/journals>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

15. *JSTOR: Arts & Sciences VII Collection* [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., обществ. и естеств. наукам на англ. яз.] / *ИТНАКА*. – New York, 2000-2016. – Режим доступа: <http://www.jstor.org>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

16. *Nature* [Электронный ресурс] : [электрон. версия междунар. еженед. междисциплинар. науч. журн. на англ. яз.] / *Macmillan Publishers Limited*. – London, 2016. – Режим доступа: <http://www.nature.com/nature/index.html>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

17. *Oxford University Press. Journals* [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультимедийный журн. на англ. яз.] / *Oxford University Press*. – Oxford, 2015. – Режим доступа: <http://www.oxfordjournals.org>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

18. *ScienceDirect* [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. науч. журн. и кн. по обществ., естеств. и техн. наукам на англ. яз.] / *Elsevier B. V.* – Amsterdam, 2016. – Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

19. *Scopus* [Электронный ресурс] : [мультимедийный реф.-библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / *Elsevier B. V.* – Amsterdam, 2016. – Режим доступа: <http://www.scopus.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

20. *Springer* [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн., кн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам, протоколы исследований на англ. и нем. яз.] / *Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media*. – Cham, 2016. – Режим доступа: <http://link.springer.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

21. *Web of Science* [Электронный ресурс] : [мультимедийный реф.-библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / *Thomson Reuters*. – New York, 2016. – Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

22. *Wiley Online Library* [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультимедийный журн. на англ. яз.] / *John Wiley & Sons, Inc.* – Hoboken, 1999-2016. – Режим доступа: <http://www.onlinelibrary.wiley.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

23. *zbMATH* [Электронный ресурс] : [реф.-библиограф. и аналит. база данных по математике на англ. яз.] / *FIZ Karlsruhe GmbH*. – Berlin, 2016. – Режим доступа: <https://zbmath.org>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

24. *Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU* [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : мультимедийный электрон. версии журн. на ин. яз.] /

Науч. электрон. б-ка. – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.3.1.1 Информационные справочные системы

1. *Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.*

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

*Научная библиотека ПНИПУ. Бесплатные интернет-ресурсы
<http://lib.pstu.ru/readers/links.html>*

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

Таблица 6

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Пер. номер лицензии	Назначение программного продукта
	Практическое, самостоятельная работа	Windows 10	66232645	Операционная система
1	Практическое, самостоятельная работа	Borland Pascal 7	76330	Разработка программного обеспечения
2	Практическое, самостоятельная работа	Delphi 2007 for Win32 Enterprise	PO-398ESD	Разработка программного обеспечения
3	Практическое, самостоятельная работа	C++ Builder 2007 Enterprise	PO-398ESD	Разработка программного обеспечения
4	Практическое, самостоятельная работа	Mathematica Professional Version Class A Educational	сет *L3263-7820*	Пакет математических вычислений
5	Практическое, самостоятельная работа	Microsoft Visual Studio Community 2015	свободно распространяемое программное обеспечение	Разработка программного обеспечения
6	Самостоятельная работа	Mathcad 14 University Classroom	SE14RYMMEV00 02-FLEX	Пакет прикладных программ для выполнения математических и научно-технических расчетов
7	Самостоятельная работа	Simulink 7,4 Classroom concurrent	568405	Пакет прикладных программ для выполнения математических и научно-технических расчетов
8	Самостоятельная работа	MATLAB 7,9 Classroom	568405	Пакет прикладных программ для выполнения математических и научно-технических расчетов
6	Самостоятельная работа	Office Professional 2013	62445253	Пакет прикладных программы для работы с текстовыми документами

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

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра ММСП	317	70	10
2	Аудитории, оборудованные ноутбуком, видеопроектором	Кафедра ММСП	316, 318	51×2	40×2

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ 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.	Персональные компьютеры AQUARIUS PRO P30 S48 (локальная компьютерная сеть)	10	Оперативное управление	317
2.	Проектор Panasonic	1	Оперативное управление	317
3.	Проекционный экран Da-Lite	1	Оперативное управление	317
4.	Проектор Sanyo Projector PLC-SU70	1	Оперативное управление	316
5.	Экран Draper Luma	1	Оперативное управление	316
6.	Ноутбук ASUS X553MA	1	Оперативное управление	316
7.	Видеопроектор Toshiba TLP - X3000a	1	Оперативное управление	318
8.	Экран настенный ViewStar	1	Оперативное управление	318
9.	Ноутбук ASUS X553MA	1	Оперативное управление	318

Лист регистрации изменений

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

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев
» 2017г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Направление подготовки	09.06.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Математическое моделирование и управление физико-механическими процессами
Научная специальность	05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Математическое моделирование систем и процессов (ММСП) Вычислительная математика и механика (ВМиМ) Строительные конструкции и вычислительная механика (СКиВМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: 5	Зачёт: 4

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» разработан на основании следующих нормативных документов:

- **Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 875 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника.**
- **Общая характеристика программы аспирантуры;**
- **Паспорт научной специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);**
- **Программа кандидатского минимума по научной специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».**

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ММСП

Протокол от «12» мая 2017г. № 13.

Зав. кафедрой д.физ.-мат.н., профессор
(учёная степень, звание)

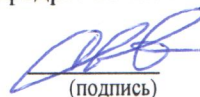

(подпись)

Трусов П.В.
(Фамилия И.О.)

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ВМиМ

Протокол от «1» июня 2017г. № 11.

Зав. кафедрой д.техн.н., профессор
(учёная степень, звание)


(подпись)

Труфанов Н.А.
(Фамилия И.О.)

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры СКИВМ

Протокол от «29» мая 2017г. № 11/17.

Зав. кафедрой д.техн.н., профессор
(учёная степень, звание)


(подпись)

Кашеварова Г.Г.
(Фамилия И.О.)

Руководитель д.физ.-мат.н., профессор
программы (учёная степень, звание)


(подпись)

Трусов П.В.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации


(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

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

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.01 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

ОПК-1. владеть методологией разработки математических моделей физико-механических процессов и систем,

ПК-1. владеть методологией выбора, использования, разработки алгоритмов численных методов для реализации математических моделей физико-механических процессов и систем, методологией разработки соответствующего программного обеспечения,

ПК-2. способность разрабатывать математические модели физико-механических процессов с созданием необходимого программного обеспечения.

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторные лекционные занятия, в 5 семестре - практические занятия, в 4 и 5 семестрах – самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	4 семестр		5 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Кандидатский экзамен
Усвоенные знания				
3.1 методологию разработки математических моделей физико-механических процессов и систем	С	ТВ		ТВ
3.2 основные численные методы вычислительной математики, основные положения теории программирования, особенности современных операционных систем, современные технологии программирования	С	ТВ		ТВ
3.3 примеры решения задач математического моделирования для широкого класса физико-механических процессов и систем			С	ТВ
Освоенные умения				
У.1 применять методологию математического моделирования при разработке моделей физико-механических процессов и систем	ПЗ	ТЗ	ПЗ	ТЗ
У.2 адекватно выбирать и применять численные методы для решения поставленной задачи;			ПЗ	ТЗ

применять современные технологии программирования при разработке программного обеспечения, реализующего математические модели				
У.3 разрабатывать математические модели физико-механических процессов с созданием необходимого программного обеспечения			ПЗ	ТЗ
Приобретенные владения				
В.1 навыками применения методологии математического моделирования при разработке моделей физико-механических процессов и систем	ПЗ	ТЗ	ПЗ	ТЗ
В.2 навыками выбора, использования, разработки численных методов вычислительной математики при математическом моделировании, навыками применения современных технологий при программного обеспечения при разработке программного обеспечения, реализующего математические модели			ПЗ	ТЗ
В.3 навыками решения прикладных задач математического моделирования для широкого класса физико-механических процессов с созданием необходимого программного обеспечения в современных операционных системах с использованием современных технологий программирования			ПЗ	ТЗ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности (с предоставлением фрагмента отчета о НИР, отражающего результаты освоения соответствующих частей компетенций).

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) 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.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

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.

• 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.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое 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.
Незачтено	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета и 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время кандидатского экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на **зачете**

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

Таблица 5

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на **кандидатском экзамене**

Оценка	Критерии оценивания
5	Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов. Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и

Оценка	Критерии оценивания
	систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 6

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

**Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций
на кандидатском экзамене**

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
5	Аспирант получил по дисциплине оценку «отлично»
4	Аспирант получил по дисциплине оценку «хорошо»
3	Аспирант получил по дисциплине оценку «удовлетворительно»
2	Аспирант получил по дисциплине оценку «неудовлетворительно»

3. 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.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Практическое задание (4 семестр):

Обозначить этапы математического моделирования в рамках выполнения научно-исследовательской деятельности.

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Моделирование как метод научного познания.
2. Определение модели и ее свойства
3. Основные положения и этапы построения алгоритма реализации метода конечных элементов.
4. Преобразование Фурье
5. Основные этапы, методы, средства и стандарты разработки программного обеспечения.

4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

Обозначить этапы разработки заданной модели физико-механического процесса или системы. *(В качестве модели рассматривается любая подходящая из статей в текущем выпуске научного журнала по соответствующей тематике.)*

4.4 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на кандидатском экзамене по дисциплине:

Перечень контрольных вопросов для сдачи кандидатского экзамена по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» разработан на основе утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации Программы экзамена кандидатского минимума с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

1. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы
2. Случайные величины и векторы
3. Моделирование в условиях неопределенности
4. Вычислительные методы линейной алгебры
5. Языки программирования высокого уровня

4.5 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на кандидатском экзамене по дисциплине:

1. Обоснованно выбрать численный метод и реализовать его для заданной математической модели физико-механического процесса *(В качестве модели рассматривается любая подходящая из статей в текущем выпуске научного журнала по соответствующей тематике.)*
2. Разработать модель заданного физико-механического процесса или системы (полет футбольного мяча по воздуху вокруг препятствия, движение карандаша на столе в самолете, хлопок хлыста, игра на бильярде и др.)

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета и кандидатского экзамена в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ММСП».



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)**

Направление
**09.06.01 Информатика и вычислительная
техника**

Программа
Математическое моделирование и управление
физико-механическими процессами

Кафедра
Математическое моделирование систем
и процессов

Дисциплина
«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»
Кандидатский экзамен (5 семестр)

БИЛЕТ № 1

1. Моделирование как метод научного познания (*контроль знаний*)
2. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей (*контроль знаний*)
3. Разработать модель заданного физико-механического процесса или системы: полет футбольного мяча по воздуху вокруг препятствия (*контроль умений и владений*)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

П.В. Трусов

« ____ » _____ 201 ____ г.