



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и новациям

В.Н. Кортаев

2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ»

Программа подготовки кадров высшей квалификации

Направление 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность (профиль)
программы аспирантуры

Математическое моделирование, численные ме-
тоды и комплексы программ

Научная специальность

05.13.18 Математическое моделирование, чис-
ленные методы и комплексы программ

Квалификация выпускника:

Исследователь. Преподаватель - исследователь

Выпускающая кафедра:

Информационные технологии и автоматизиро-
ванные системы (ИТАС)

Прикладная математика (ПМ)

Прикладная физика (ПФ)

очная

Форма обучения:

Курс: 2,3

Семестр(-ы): 4,5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч

Виды контроля:

Экзамен: - 5 Зачёт: - 4

Пермь 2017

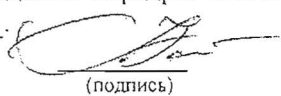
Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»:

- 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.

Программа заслушана и утверждена на заседании кафедры ИТАС

Протокол от «11» 05 2017г. № 13

Зав. кафедрой д-р экон.наук, профессор
(учёная степень, звание)



(подпись)

Файзрахманов Р.А.
(Фамилия И.О.)

Программа заслушана и утверждена на заседании кафедры ПМ

Протокол от «16» 05 2017г. № 4

Зав. кафедрой д-р техн.наук, профессор
(учёная степень, звание)



(подпись)

Первадчук В.П.
(Фамилия И.О.)

Программа заслушана и утверждена на заседании кафедры ПФ

Протокол от «24» 05 2017г. № 17

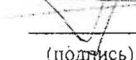
Зав. кафедрой д-р физ.-мат.наук, доцент
(учёная степень, звание)



(подпись)

Брацун Д.А.
(Фамилия И.О.)

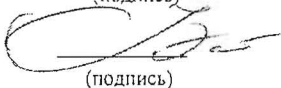
Разработчик программы канд. техн.наук, доцент
(учёная степень, звание)



(подпись)

Кулешов П.В.
(Фамилия И.О.)

Руководитель программы д-р экон.наук, профессор
(учёная степень, звание)



(подпись)

Файзрахманов Р.А.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК



(подпись)

Л.А. Свисткова

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины

Формирование и развитие у аспирантов компетенций в области реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант осваивает следующие компетенции:

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- владение средствами и методами проектирования математического, информационного, алгоритмического, лингвистического и других видов обеспечения автоматизированных систем обработки информации и управления производственными и технологическими процессами (ПК-1).

1.2 Задачи учебной дисциплины

• *формирование знаний*

– изучение современного состояния и тенденций развития соответствующих разделов математического моделирования, численных методов и программирования;

– изучение возможностей использования математического моделирования, численных методов и программирования в своей профессиональной деятельности;

• *формирование умений*

– оперировать современным аппаратом математического моделирования, численных методов и программирования;

• *формирование навыков*

- использования в прикладных исследованиях, статистических методов организации и планирования экспериментов, эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- эффективные численные методы и алгоритмы в виде комплексов проблемно-ориентированных программ.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.

Дисциплина Б1.В.ОД.1.1 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» относится к базовой части цикла профессиональных дисциплин и является обязательной дисциплиной.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные мето-

ды 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:

- современное состояние и тенденции развития соответствующих разделов математического моделирования, численных методов и программирования;
- возможности использования математического моделирования, численных методов и программирования для математического моделирования как непрерывных, так и дискретных процессов.

уметь:

- оперировать современным аппаратом математического моделирования, численных методов и программирования;
- проводить научные исследования, используя математическое моделирование, численные методы и программирование.

владеть:

- методами математического моделирования, современными численными методами;
- современными компьютерными технологиями для реализации соответствующих численных алгоритмов исследования сложных проблем анализа.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1. Б1.В.ОД.1.1

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

Код ОПК-1 Б1.В.ОД.1.1	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность использовать методы теоретических и экспериментальных исследований для обоснованного принятия проектных решений и оценки их качества на основании данных эксперимента.
-----------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: - современное состояние и тенденции развития соответствующих разделов математического моделирования, численных методов и программирования. Уметь: - оперировать современным аппаратом математического моделирования, численных методов и про-	<i>Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>

граммирования. Владеть: - методами математического моделирования, современными численными методами.		
--	--	--

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-3. Б1.В.ОД.1.1

Код ОПК-3	Формулировка компетенции Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности
---------------------	--

Код ОПК-3 Б1.В.ОД.1.1	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность внедрения в практику прикладных исследований, эффективных численных методов и алгоритмов, которые способствуют обоснованному принятию проектных решений.
------------------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: - возможности использования математического моделирования, численных методов и программирования для математического моделирования как непрерывных, так и дискретных процессов. Уметь: - проводить научные исследования, используя математическое моделирование, численные методы и программирование. Владеть: - современными компьютерными технологиями для реализации соответствующих численных алгоритмов исследования сложных проблем анализа.	<i>Лекции</i> <i>Практические занятия.</i> <i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1. Б1.В.ОД.1.1

Код ПК-1	Формулировка компетенции Владение средствами и методами проектирования математического, информационного, алгоритмического, лингвистического и других видов обеспечения автоматизированных систем обработки информации и управления производственными и технологическими процессами
--------------------	--

Код ПК-1 Б1.В.ОД.1.1	Формулировка дисциплинарной части компетенции Владение эффективными численными методами и алгоритмами в виде комплексов проблемно-ориентированных программ, которые позволяют оптимально организовать эксперименты и способствуют обоснованному принятию проектных решений и оценки их качества на основании данных эксперимента.
-----------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: - возможности использования математического моделирования, численных методов и программирования в своей профессиональной деятельности. Уметь: - проводить научные исследования, используя математическое моделирование, численные методы и программирование. Владеть: - современными компьютерными технологиями для реализации соответствующих численных алгоритмов исследования сложных проблем анализа.	<i>Лекции</i> <i>Практические занятия.</i> <i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>

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.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		4 семестр	5 семестр
1	2	3	4
1	Аудиторная работа	12	
	В том числе:		
	- лекции (Л)	5	
	- практические занятия (ПЗ)		6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	
	Самостоятельная работа студентов (СРС)	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 (очная форма обучения)							Трудоёмкость, ч / ЗЕ
		аудиторная работа				КСР	итоговый контроль	самостоятельная работа	
		всего	Л	ПЗ	ЛР				
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	2	2					30	32
	2	3	3			1		36	40
Всего по разделу:		5	5			1		66	72

2	3			6			30	36
Всего по разделу:		6		6			30	36
Промежуточная аттестация						36		36
Итого:		108	5	6		1	36	96
							96	144/4

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

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

Раздел 1. Математическое моделирование и численные методы.

Л - 5 ч, СРС – 66 ч, КСР – 1 ч.

Тема 1. Основные принципы математического моделирования.

Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике, биологии, экономике, социологии. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

Тема 2. Численные методы.

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

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

Раздел 2. Компьютерные технологии.

ПЗ - 6 ч, СРС – 30 ч.

Тема 3. Компьютерные технологии в проведении эксперимента.

Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ. Разработка программ на основе модели передачи сообщений. Стандарт MPI. Разработка программ на основе модели доступа к общей памяти. Стандарт OpenMP.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 3

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	3	Пакеты прикладных программ.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам /разделам дисциплины.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Не предусмотрены.

4.5. Перечень тем семинарских занятий

Не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

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	<i>Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Информационная основа и задачи целевых программ применительно к обоснованию актуальности темы исследований. Информационная система перспективной организации планирования и управления научными исследованиями.</i>	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	<i>Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.</i>	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	<i>Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ. Разработка программ на основе модели передачи сообщений. Стандарт MPI. Разработка программ на основе модели доступа к общей памяти. Стандарт OpenMP.</i>	Собеседование	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

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

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.ОД.1.1 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (индекс и полное название дисциплины)	Блок1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины)
	<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> обязательная <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла <input type="checkbox"/> по выбору аспиранта
09.06.01/ 05.13.18 (код направления подготовки)	Информатика и вычислительная техника/ Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (полное название направления подготовки и профиля)

2017

(год утверждения
учебного плана ООП)

Семестр(-ы): 4,5

Количество групп: 1

Количество студентов: 5

Кулешов П.В.

(фамилия, инициалы преподавателя)

ЭТФ

(факультет)

ИТАС

(кафедра)

доцент

(должность)

(342) 239 13 54

(контактная информация)

СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Щеглов А.Ю., Щеглов К.А. Математические модели и методы формального проектирования систем защиты информационных систем: Учебное пособие. — СПб: Университет ИМТО, 2015. — 93 с.	ЭБС «Лань»
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Щеглов А.Ю. Модели методы и средства контроля доступа к ресурсам вычислительных систем: Учебное пособие. — СПб: Университет ИМТО, 2014. — 95 с.	ЭБС «Лань»

2.2 Периодические издания	
1	Не требуются.
2.3 Нормативно-технические издания	
1	Не требуются.
2.4 Официальные издания	
1	Не требуются.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения 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.*

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. – 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.*

8.3.1.1. Информационные справочные системы

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

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.*

2. *Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.*

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

- | | |
|---|---|
| 1. Национальный открытый университет «ИНТУИТ» | http://www.intuit.ru/ |
| 2. ВАК | http://vak.ed.gov.ru/ |
| 3. Scopus | https://www.scopus.com |
| 4. Web of Science | http://apps.webofknowledge.com |

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Пер. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	Visio Standard 2007	44794863	Графическое представление моделей
2	Практическое	Statistica for Win v.6 Russian Edu Сетевая	123456	Обработка результатов экспериментов
3	Практическое	Office Professional 2013	62445253	Текстовая, табличная обработка информации
4	Практическое	Windows 10	66232645	Настройка и администрирование системного программного обеспечения
5	Практическое	Borland Pascal 7	76330	Программирование алгоритмов
6	Практическое	C++ Builder 2007 Enterprise	PO-398ESD	Программирование алгоритмов
7	Практическое	MATLAB 7,9 Classroom	568405	Обработка результатов экспериментов

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

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 ИТАС	212	60	18
2	Лаборатория	Кафедра ИТАС	214	80	5

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 (Компьютер Aquarius)	18	Оперативное управление	212

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)



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

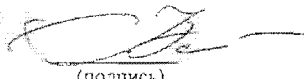
для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

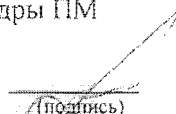
Направление подготовки	09.06.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
Научная специальность	05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Информационные технологии и автоматизированные системы (ИТАС) Прикладная математика (ПМ) Прикладная физика (ПФ)
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 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.

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ИТАС
Протокол от «14» 05 2017г. № 13.
Зав. кафедрой д-р экон.наук, профессор  Файзрахманов Р.А.
(учёная степень, звание) (подпись) (Фамилия И.О.)


ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ПМ
Протокол от «26» 05 2017г. № 9.
Зав. кафедрой д-р техн.наук, профессор  Первадчук В.П.
(учёная степень, звание) (подпись) (Фамилия И.О.)

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ПФ
Протокол от «24» 05 2017г. № 17.
Зав. кафедрой д-р физ.-мат.наук, доцент  Брацун Д.А.
(учёная степень, звание) (подпись) (Фамилия И.О.)

Разработчик канд. техн.наук, доцент  Кулешов П.В.
программы (учёная степень, звание) (подпись) (Фамилия И.О.)

Руководитель д-р экон.наук, профессор  Файзрахманов Р.А.
программы (учёная степень, звание) (подпись) (Фамилия И.О.)

Согласовано:
Начальник УПКВК

 Л.А. Свисткова
(подпись)

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.ОД.1.1 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

ОПК-1. Способность использовать методы теоретических и экспериментальных исследований для обоснованного принятия проектных решений и оценки их качества на основании данных эксперимента.

ОПК-3. Способность внедрения в практику прикладных исследований, эффективных численных методов и алгоритмов, которые способствуют обоснованному принятию проектных решений.

ПК-1. Владение эффективными численными методами и алгоритмами в виде комплексов проблемно-ориентированных программ, которые позволяют оптимально организовать эксперименты и способствуют обоснованному принятию проектных решений и оценки их качества на основании данных эксперимента.

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия, в 5 семестре - практические занятия, а также 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 знать современное состояние и тенденции развития соответствующих разделов математического моделирования, численных методов и программирования	С	ТВ		
3.2 знать возможности использования математического моделирования, численных методов и программирования для математического моделирования как непрерывных, так и дискретных процессов			С	ТВ
Освоенные умения				
У.1 уметь оперировать современным аппаратом математического моделирования, численных методов и программирования	ОТЗ	ПЗ		
У.2 уметь проводить научные исследования, используя			ОТЗ	ПЗ

математическое моделирование, численные методы и программирование				
Приобретенные владения				
В.1 владеть методами математического моделирования, современными численными методами	ОТЗ	ПЗ		
В.2 владеть современными компьютерными технологиями для реализации соответствующих численных алгоритмов исследования сложных проблем анализа			ОТЗ	ПЗ

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.

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, контролирующие 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

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

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	<p>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.</p> <p>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.</p>
<i>Незачтено</i>	<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 усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

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

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>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.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
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</p>

Оценка	Критерии оценивания
	материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.
2	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 освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

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»

Таблица 7

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 Типовые творческие задания:

1. Исследовать модификации симплекс-метода для решений перечисленных видов нелинейного программирования.

2. Исследовать метод градиентного спуска.

3. Исследовать методы решения оптимизационных задач.

4. Исследовать распределенные информационные технологии.

5. Исследовать консервативные разностные методы.

6. Исследовать методы построения разностных схем.

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

1. Основные принципы математического моделирования.

2. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике.

3. Универсальность математических моделей.

4. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.

5. Вариационные принципы построения математических моделей.

6. Методы исследования математических моделей. Устойчивость.

7. Проверка адекватности математических моделей.

8. Математические модели в научных исследованиях.

9. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии.

10. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

11. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.

12. Численное дифференцирование и интегрирование.

13. Численные методы поиска экстремума.

14. Вычислительные методы линейной алгебры.

15. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.

16. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.

17. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
18. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента.
13. Разработка программ на основе модели передачи сообщений.

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

Рассматривается модельная задача Дирихле для уравнения Пуассона с известным точным решением и краевыми условиями.

1. Найти численное решение данной задачи на квадратной сетке методами: Метод Якоби, Метод Гаусса-Зейделя, Метод верхней релаксации.

2. Разработать алгоритм, создать последовательные программы, сравнить методы по количеству итераций, сравнить точное и приближенные решения, оценить погрешность.

3. Построить графическое представление полученных численных решений с использованием подходящего компьютерного пакета.

4. Провести распараллеливание алгоритмов.

5. Проанализировать эффективность и ускорение полученных параллельных программ.

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

Перечень контрольных вопросов для сдачи кандидатского экзамена по специальности 05.06.13 «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. Понятие меры и интеграла Лебега.

2. Метрические и нормированные пространства.

3. Евклидовы пространства. Процесс ортогонализации.

4. Пространства интегрируемых функций.

5. Линейные непрерывные функционалы.

6. Теорема Хана-Банаха.

7. Линейный оператор в конечномерном пространстве, его матрица. Норма линейного оператора. Дифференциальные и интегральные операторы.

8. Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения и системы. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского.

9. Устойчивость по Ляпунову. Теорема об устойчивости по первому приближению.

10. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум.

11. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.

12. Задачи на минимум. Основы вариационного исчисления.

13. Задачи оптимального управления.

14. Принцип максимума.

15. Принцип динамического программирования.

16. Аксиоматика теории вероятностей.

17. Вероятность, условная вероятность. Независимость.

18. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов.

19. Центральная предельная теорема.

20. Элементы теории случайных процессов. Понятие винеровского и

пуассоновского процессов.

21. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
22. Элементы теории проверки статистических гипотез.
23. Неравенство Рао-Крамера.
24. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений.
25. Основы теории информации.
26. Общая проблема решения. Функция потерь.
27. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
28. Автоматизация проектирования.
29. Искусственный интеллект.
30. Распознавание образов.
31. Полиномиальная интерполяция. Сплайн-аппроксимация. Интерполяция рядом Фурье.
32. Проекционно-сеточные методы. Вариационно-сеточные методы
33. Метод конечных элементов.
34. Метод конечных разностей.
35. Численные методы решения задачи Коши.
36. Вычислительные методы линейной алгебры.
37. Интегральные преобразования Фурье, Лапласа.
38. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей.
39. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей
40. Методы исследования математических моделей. Устойчивость моделей. Проверка адекватности математических моделей.
41. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

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

Рассматривается модельная задача Дирихле для уравнения Пуассона с известным точным решением и краевыми условиями.

1. Найти численное решение данной задачи на квадратной сетке методами: Метод Якоби, Метод Гаусса-Зейделя, Метод верхней релаксации.
2. Разработать алгоритм, создать последовательные программы, сравнить методы по количеству итераций, сравнить точное и приближенные решения, оценить погрешность.
3. Построить графическое представление полученных численных решений с использованием подходящего компьютерного пакета.
4. Провести распараллеливание алгоритмов.
5. Проанализировать эффективность и ускорение полученных параллельных программ.

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



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

Направление
09.06.01 Информатика и вычислительная
техника

Программа
Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ

Кафедра
Информационные технологии и
автоматизированные системы

Дисциплина
«Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ»

БИЛЕТ № 1

1. Принцип максимума. *(контроль знаний)*
2. Найти численное решение данной задачи на квадратной сетке методами: Метод Якоби *(контроль умений и владений)*

Составитель _____
(подпись)

Фамилия И.О.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Фамилия И.О.

« ____ » _____ 201 ____ г.

Лист регистрации изменений

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