



**МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИ-
ТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА
(МГУ)**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
МАТЕМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ**

1 гуманитарный корпус, ГСП-1,
Ленинские горы, Москва, 119991
Телефон: 939-29-03, Факс: 939-29-03
Office@law.msu.su

Проректору – начальнику управле-
ния
учебно-методической деятельности
И.Б. Котлобовскому

Проректору – начальнику управле-
ния академической политики и
организации учебного процесса
П.В. Вржещу

№ _____
На № _____

О профилях подготовки по направлению
010400 -
Прикладная математика и информатика

Факультет вычислительной математики и кибернетики просит вынести на рассмотрение Ученого совета МГУ прилагаемые профили подготовки по направлению подготовки **010400 - Прикладная математика и информатика**, включаемые в реестр профилей подготовки МГУ, а также в образовательные стандарты, самостоятельно устанавливаемые Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для реализуемых в непрерывном режиме образовательных программ высшего профессионального образования, подтверждаемых присвоением лицу квалификаций (степеней) «бакалавр» и «магистр»:

- «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания»;
- «Математические методы обработки информации и принятия решений»;
- «Системное программирование и компьютерные науки».

Декан

Е.И. Моисеев

Направленности (профили) подготовки по направлению подготовки 010400 Прикладная математика и информатика, включаемые в реестр профилей подготовки МГУ, а также в образовательные стандарты, самостоятельно устанавливаемые Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для реализуемых в непрерывном режиме образовательных программ высшего профессионального образования, подтверждаемых присвоением лицу квалификаций (степеней) «бакалавр» и «магистр»

1. Направленность (профиль) программы подготовки «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания»

1.1. Специализированные компетенции профиля подготовки «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания»:

способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемам (СПК-1);

способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации в области естественнонаучных дисциплин (СПК-2);

способность понимания и применения в научно-исследовательской деятельности современного математического аппарата (СПК-3);

способность анализировать связь физических положений теории волн с явлениями природы и с современными наукоемкими технологиями; владение фундаментальными понятиями и положениями физики волновых процессов и понимание их роли в системе физических и математических знаний (СПК-4);

способность решать краевые задачи обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений математической физики с частными производными, применять на практике и проводить сравнительный анализ рассмотренных численных алгоритмов (СПК-5) ;

способность использовать вычислительные методы на практике и проводить сравнительный анализ рассмотренных численных алгоритмов (СПК-6);

способность решать обратные задачи при изучении математических моделей в естествознании и реализовать основные методы их исследования и решения (СПК-7).

1.1.1 Специализированные компетенции блока дисциплин «Современные методы математического моделирования»:

способность использовать современные пакеты прикладных программ для решения прикладных задач (СПК-8);

способность применять современные численные методы для решения задач математической физики (СПК-9);

способность применять современные численные методы и алгоритмы для решения уравнений Максвелла (СПК-10);

применять современные математические методы и программное обеспечение для визуализации результатов вычислительных экспериментов (СПК-11);

способность эффективно решать прикладные задачи с использованием метода конечных элементов (СПК-12);

способность создавать математические модели сложных физических процессов и явлений, а также математические модели в социально-экономических дисциплинах (СПК-13);

способность эффективно использовать современные суперкомпьютерные технологии в процессе математического моделирования и проведения вычислительных экспериментов (СПК-14);

способность создавать многомерные математические модели на основе метода частиц и разрабатывать эффективные численные методы для их численной реализации на суперкомпьютерных вычислительных платформах (СПК-15);

способность исследовать специальные типы нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных, в тч получать автомодельные решения и асимптотические режимы, характерные для этих уравнений (СПК-16);

способность применять численные методы для решения интегральных уравнений, возникающих в различных областях прикладной математики (СПК-17);

способность свободно читать англоязычную специальную литературу и излагать научные результаты на английском языке (СПК-18);

способность получить и грамотно изложить собственные научные результаты (СПК-19);

способность применять современные языки программирования для решения прикладных задач (СПК-20).

1.1.2 Специализированные компетенции блока дисциплин «Вычислительные технологии и моделирование»:

способность эффективно применять современные методы работы с большими массивами данных, осуществлять их сжатие и преобразование на основе современных алгоритмов вычислительной линейной алгебры (СПК-21);

способность применять современные вариационные методы решения актуальных задач математической физики (СПК-22);

способность применять методы математического моделирования при исследовании биологических систем (СПК-23);

способность эффективно применять методы сопряженных уравнений, способной решать основные задачи теории управления на основе методов сопряженных уравнений(СПК-24);

способность эффективно решать прикладные задачи с использованием современного метода конечных элементов (СПК-25);

способность применять современные методы математического моделирования в задачах физики атмосферы и климатического прогноза (СПК-26);

способность исследовать широкий класс нелинейных дифференциальных уравнений, в том числе, получать асимптотические представления решений этих уравнений (СПК-27);

способность осуществлять эффективное численное решение интегральных уравнений различных типов и применять численные методы, основанные на сведениях задач математической физики к интегральным уравнениям (СПК-28);

способность применять современные вычислительные алгоритмы линейной алгебры к решению систем линейных уравнений большой размерности (СПК-29);

способность применять современные методы исследования различных математических моделей (СПК-30).

1.1.3 Специализированные компетенции блока дисциплин «Численные методы и математическое моделирование»:

способность применять современные параллельные методы к решению конкретных задач численного анализа, в частности к решению задач линейной алгебры; формулировать алгоритмы, обладающие свойством параллелизма (СПК-31);

способность строить и анализировать разностные методы решения задач математической физики, в том числе многомерные задачи (СПК-32);

способность математически формулировать основные задачи математической физики, применять для их решения соответствующие численные методы (СПК-33);

способность применять типичные алгоритмы метода конечных элементов и проводить анализ их сходимости (СПК-34);

способность эффективно решать прикладные задачи с использованием метода конечных элементов (СПК-35);

способность формулировать эффективные алгоритмы численного решения задачи Коши для гамильтоновых систем, в том числе для уравнений молекулярной динамики (СПК-36);

способность свободно читать англоязычную специальную литературу и излагать научные результаты на английском языке (СПК-37);

способность получить и грамотно изложить собственные научные результаты (СПК-38);

способность применять современные вариационные методы решения актуальных задач математической физики (СПК-39);

способность исследовать широкий класс нелинейных дифференциальных уравнений, в том числе, получать асимптотические представления решений этих уравнений (СПК-40);

способность применять численные методы для решения интегральных уравнений, возникающих в различных областях прикладной математики (СПК-41).

1.1.4 Специализированные компетенции блока дисциплин «Компьютерные методы в математической физике, обратных задачах и обработке изображений»:

способность использовать современные пакеты прикладных программ для решения прикладных задач (СПК-42);

способность применять вариационные и проекционные методы для решения актуальных задач математической физики (СПК-43);

способность применять методы решения обратных и некорректных задач математической физики для обработки и интерпретации результатов экспериментов (СПК-44);

применять современные математические методы и программное обеспечение для обработки изображений (СПК-45);

способность эффективно решать прикладные задачи с использованием современного метода конечных элементов (СПК-46);

способность использовать методы прикладной математики для исследования и решения задач естествознания и медицины (СПК-47);

способность исследовать и применять широкий класс нелинейных уравнений, в том числе, получать асимптотические представления решений этих уравнений (СПК-48);

способность применять численные методы для решения интегральных уравнений, возникающих в различных областях прикладной математики (СПК-49);

способность свободно читать англоязычную специальную литературу и излагать научные результаты на английском языке (СПК-50);

способность получить и грамотно изложить собственные научные результаты (СПК-51);

способность применять современные языки программирования для решения прикладных задач (СПК-52).

1.1.5 Специализированные компетенции блока дисциплин «Спектральная теория дифференциальных операторов и управление распределенными системами»:

способность устанавливать спектральные свойства дифференциальных операторов: вопросы полноты и базисности систем собственных и присоединенных функций, вопросы сходимости разложений функций по этим системам (СПК-53);

способность применять современные вариационные методы решения актуальных задач математической физики (СПК-54);

способность находить оптимальное управление колебательными процессами различных объектов (СПК-55);

способность проводить полное исследование задач, описываемых уравнениями смешанного типа, включая спектральные вопросы, связанные с этими задачами (СПК-56);

способность эффективно решать прикладные задачи с использованием современного метода конечных элементов (СПК-57);

способность использовать современный аппарат теории всплесков для решения прикладных задач (СПК-58);

способность исследовать и широкий класс нелинейных дифференциальных уравнений, в том числе, получать асимптотические представления решений этих уравнений (СПК-59);

способность применять методы дифференциальной геометрии для исследования геометрических свойств решений дифференциальных уравнений (СПК-60);

способность эффективно применять методы функционального анализа для исследования спектральных свойств дифференциальных и интегральных операторов (СПК-61);

способность применять методы теории функций и функционального анализа для исследования и решения интегральных уравнений (СПК-62);

способность применять современные методы исследования различных математических моделей (СПК-63).

Общая трудоемкость **вариативной** части образовательной программы подготовки магистра (6 лет): по стандарту – 131-151 з.е., по учебному плану - 135 з.е.

1.2. Дисциплины (блоки дисциплин¹) обязательной части направленности (профиля) подготовки «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания» (не менее 70 з.е.):

Перечень специализированных дисциплин (блоков дисциплин)	Трудоемкость (зачетные единицы)	Форми- руемые компе- тенции
<i>Обязательные дисциплины данного профиля подготовки (для всех блоков)</i>	<i>не менее 40 з.е.</i>	СПК-1
Функциональный анализ (<i>углубленный курс</i>)	5-7	СПК-2
Методы оптимизации (<i>основной курс</i>)	4	
Теория игр и исследование операций*	3	СПК-3
Физика волновых процессов	3-4	
Численные методы линейной алгебры	3-4	СПК-4
Методы математической физики	3-4	
Численные методы математической физики	3-4	
Обратные задачи	2	СПК-5
Дополнительные главы уравнений в частных производных	4-5	СПК-6
Спецсеминар по профилю подготовки, в том числе курсовая работа	10	
Элективные дисциплины профиля «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания»	15-17	СПК-7

¹ В процессе обучения студент выбирает для освоения один из блоков дисциплин.

Перечень специализированных дисциплин (блоков дисциплин)	Трудоемкость (зачетные единицы)	Форми- руемые компе- тенции
<p><i>*Дисциплина (3 з.е.) содержится также в обязательной части в направленности «Математические методы обработки информации и принятия решений», а также в блоках «Интеллектуальные системы», «Технологии программирования», «Компиляторные технологии», «Распределенные системы и компьютерные сети» направленности «Системное программирование и компьютерные науки».</i></p>		
<p>1. Блок «Современные методы математического моделирования»</p>		
<p>Вариационно-проекционные методы в задачах математической физики Разработка виртуальных аналогов сложных технических устройств Вычислительная электродинамика** Метод конечных элементов Динамические модели в экономике Нелинейные дифференциальные уравнения Математические модели в урбанистике Математическое моделирование защиты атомных реакторов Численные методы в интегральных уравнениях и их приложения Математическое моделирование нелинейных процессов (на английском языке)</p>	31	<p>СПК- 8 СПК- 9 СПК- 10 СПК- 11 СПК- 12 СПК- 13 СПК- 14 СПК- 15 СПК- 16 СПК- 17</p>
<p>Научно-исследовательский семинар «Вычислительная физика и современные нанотехнологии»</p>	6	<p>СПК- 18 СПК- 19</p>
<p>Элективные дисциплины блока «Современные методы математического моделирования»</p>	8	<p>СПК- 20</p>
<p>Блок «Вычислительные технологии и моделирование»</p>		
<p>Матричные методы для сжатия и анализа данных. Вариационно-проекционные методы в задачах математической физики Вычислительные технологии и моделирование биологических систем* Сопряженные уравнения и методы оптимального управления Метод конечных элементов Вычислительные методы геофизической гидродинамики Нелинейные дифференциальные уравнения Численные методы в интегральных уравнениях и их приложения Практические методы решения систем алгебраических уравнений (на английском языке)</p>	31	<p>СПК- 21 СПК- 22 СПК- 23 СПК- 24 СПК- 25 СПК- 26 СПК- 27 СПК- 28 СПК- 29 СПК- 30</p>

Перечень специализированных дисциплин (блоков дисциплин)	Трудоемкость (зачетные единицы)	Форми- руемые компе- тенции
Научно-исследовательский семинар «Вычислительные технологии и моделирование», в том числе курсовая работа	8	
Элективные дисциплины блока «Вычислительные технологии и моделирование»	6	
<p><i>*Дисциплина (3 з.е.) содержится также в блоках «Квантовая информатика» направленности «Системное программирование и компьютерные науки».</i></p> <p><i>**Дисциплина (4 з.е.) содержится также в элективной части блока «Квантовая информатика» направленности «Системное программирование и компьютерные науки».</i></p>		
Блок «Численные методы и математическое моделирование»		
Параллельные вычисления (базовый курс)	31	СПК- 31 СПК- 32 СПК- 33 СПК- 34 СПК- 35 СПК- 36 СПК- 37 СПК- 38
Вариационно-проекционные методы в задачах математической физики		
Теория разностных схем		
Численные методы механики сплошной среды		
Метод конечных элементов		
Нелинейные дифференциальные уравнения		
Метод конечных элементов в приложениях		
Вычислительные методы молекулярной динамики		
Численные методы в интегральных уравнениях и их приложения		
Дисциплина блока «Численные методы и математическое моделирование» на английском языке		
Научно-исследовательский семинар «Численные методы и математическое моделирование», в том числе курсовая работа	8	СПК- 39 СПК- 40
Элективные дисциплины блока «Численные методы и математическое моделирование»	6	СПК- 41
Блок «Компьютерные методы в математической физике, обратных задачах и обработке изображений»		
Интерактивные системы научных вычислений	31	СПК- 42 СПК- 43 СПК- 44 СПК- 45 СПК- 46 СПК- 47
Вариационно-проекционные методы в задачах математической физики		
Обратные задачи математической физики		
Современные методы обработки изображений		
Метод конечных элементов		
Методы прикладной математики в естествознании и медицине		
Нелинейные дифференциальные уравнения		
Численные методы в интегральных уравнениях и их		

Перечень специализированных дисциплин (блоков дисциплин)	Трудоемкость (зачетные единицы)	Форми- руемые компе- тенции
приложения		СПК- 48
Компьютерные технологии в математическом моделировании		СПК- 49
Дисциплина блока «Компьютерные методы в математической физике, обратных задачах и обработке изображений» на английском языке		СПК- 50 СПК- 51
Научно-исследовательский семинар «Компьютерные методы в математической физике, обратных задачах и обработке изображений»	6	СПК- 52
Элективные дисциплины блока «Компьютерные методы в математической физике, обратных задачах и обработке изображений»	8	
Блок «Спектральная теория дифференциальных операторов и управление распределенными системами»		
Вопросы спектральной теории дифференциальных операторов		СПК- 53
Вариационно-проекционные методы в задачах математической физики		СПК- 54 СПК- 55
Управление распределенными системами		СПК- 56
Неклассические краевые задачи и уравнения смешанного типа		СПК- 57
Метод конечных элементов	31	СПК- 58
Вейвлет-анализ. Теория и приложения		СПК- 59
Нелинейные дифференциальные уравнения		СПК- 60
Дифференциальная геометрия		СПК- 61
Спектральная теория самосопряженных операторов		СПК- 62
Сингулярные интегральные уравнения (на английском языке)		СПК- 63
Научно-исследовательский семинар «Аналитические методы исследования решений дифференциальных уравнений», в том числе курсовая работа	6	
Элективные дисциплины блока «Спектральная теория дифференциальных операторов и управление распределенными системами»	8	

1.3 Примерные дисциплины (модули) по выбору студента направленности (профиля) подготовки «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания»²

² Весь объем дисциплин по выбору студента 33-35 з.е. складываются из 3-х компонент:

1. один из модулей объемом 15-17 з.е., состоящий из уникальных (не пересекающихся с другими модулями дисциплин)

**Дисциплины (модули) по выбору для всех блоков дисциплин
(примерный перечень)**

Студент выбирает один из модулей (общий объём 15 - 17 з.е.)

Модуль «Автоматизация научных исследований»

Архитектура современных ЭВМ	2 з.е.
Визуализация в научных исследованиях	2-3 з.е.
Вычислительная физика и нанотехнологии	3-4 з.е.
Вычислительные алгоритмы анализа финансовых данных	3-4 з.е.
Методы одномерного и многомерного статистического анализа	3-4 з.е.
Программирование вычислительных задач	3-4 з.е.

Модуль «Общая математика и функциональный анализ»

Интегральные уравнения	3-4 з.е.
Асимптотические методы	3-4 з.е.
Обобщенные функции	3 з.е.
Введение в общую алгебру	2-4 з.е.
Ряды экспонент	2-3 з.е.
Целые функции	2-3 з.е.
Объектно-ориентированное программирование: разработка интерфейса пользователя	2 з.е.
Объектно-ориентированное программирование: технологии.NET	2 з.е.
Объектно-ориентированное программирование: язык C#	2 з.е.

Модуль «Вычислительная математика»

Векторные и тензорные модели	3 з.е.
Математические методы гидродинамики	3-4 з.е.
Методы построения расчетных сеток	3-4 з.е.
Методы решения сеточных уравнений	3 з.е.
Сеточная аппроксимация дифференциальных операторов	3 з.е.

Модуль «Математическая физика»

Интегральные преобразования и специальные функции	3-4 з.е.
Интегральные уравнения	3-4 з.е.
Математические модели в естествознании	4 з.е.
Математические модели в медицине	3-4 з.е.
Математические методы обработки изображений	3-4 з.е.

Модуль «Вычислительные технологии и моделирование»

Вариационно-проеекционные методы	4 з.е.
Математические методы численного анализа	2 з.е.
Матрицы и вычисления	6 з.е.
Матрицы, тензоры, вычисления	4 з.е.
Современные вычислительные технологии	2 з.е.

-
2. элективные дисциплины одного из блоков 8 з.е., (они не повторяются в элективных дисциплинах других блоков)
 3. свободный выбор студента 10 з.е.

Элективные дисциплины по выбору по блокам (примерный перечень)
(общий объём дисциплин 8 з.е., Трудоемкость каждой дисциплины 2-4 з.е.)

Блок «Современные методы математического моделирования»

Суперкомпьютеры и их применение	2-4 з.е.
Вариационные методы математической физики	2-4 з.е.
Нелинейные модели оптической синергетики	2-4 з.е.

Блок «Вычислительные технологии и моделирование»

Многосеточные методы и методы декомпозиции области	2-4 з.е.
Математическое моделирование геофизической турбулентности	2-4 з.е.
Вычислительно-информационные технологии моделирования климата	2-4 з.е.
Римановы поверхности и приложения	2-4 з.е.

Блок «Численные методы и математическое моделирование»

Теория устойчивости разностных схем	2-4 з.е.
Математические модели гемодинамики	2-4 з.е.
Стохастическое микро-макромоделирование	2-4 з.е.
Численные методы газовой динамики	2-4 з.е.

Блок «Компьютерные методы в математической физике, обратных задачах и обработке изображений»

Математические методы томографии	2-4 з.е.
Математические модели в иммунологии и медицине	2-4 з.е.
Интегральные преобразования в обработке изображений	2-4 з.е.

Блок «Спектральная теория дифференциальных операторов и управление распределенными системами»

Дополнительные главы общей алгебры	2-4 з.е.
Введение в топологию	2-4 з.е.
Методы решения интегральных уравнений	2-4 з.е.

2. Направленность (профиль) программы подготовки «Математические методы обработки информации и принятия решений»

2.1 Специализированные компетенции направленности программы бакалавриата «Математические методы обработки информации и принятия решений»:

способность использовать в научной и профессиональной деятельности общенаучные принципы естественных наук, математики и информатики, основные теории, концепции и принципы прикладной математики и информатики (СПК- 1);

способность применять в научно-исследовательской и профессиональной деятельности методы математического моделирования при решении научно-исследовательских и прикладных задач (СПК- 2);

способность решать в различных областях научной и профессиональной деятельности задачи обработки информации и принятия решений (СПК- 3);

способность применять знание физических принципов, лежащих в основе явлений, происходящих в макроскопических средах, знать основные теоретические методы и применять их для описания соответствующих явлений и процессов (СПК-4);

способность использовать аппарат дискретной математики для точного и адекватного представления и анализа математических знаний, применять методы дискретной математики для решения задач алгебры, математической логики и информатики (СПК-5);

способность использовать различные программные инструменты для решения поставленных задач (СПК-6);

способность применять на практике методы статистического анализа в различных областях экономики, науки и техники (СПК-7);

способность использовать базовые вычислительные алгоритмы решения задач и их применения в конкретных условиях (СПК-8).

2.1.1 Специализированные компетенции блока дисциплин «Исследование операций и актуарная математика»:

способность определять положения равновесия экономико-математической модели; формировать описание экономических агентов (функции полезности, производственные функции, ресурсные ограничения), на основе принципов и подходов к математическому моделированию экономики, поведения ее агентов и описания их взаимодействия; границ применимости отдельных моделей и всего подхода в целом (СПК-9);

способность применять аппарат построения математических моделей макроэкономики и отдельных экономических агентов; сопоставлять моделируемые макроэкономические показатели с данными экономической статистики (СПК-10);

способность применять актуарные модели для исследования денежных потоков в практике страхования, выбирать оптимальные предположения для прогноза будущих денежных потоков при формировании резервов (СПК-11);

способность формулировать и анализировать непрерывные математические модели в физике, демографии и экономике (СПК-12);

способность формулировать задачи в области логистики, планирования расписаний и др, выбирать и настраивать эффективный оптимизационный алгоритм, наилучшим образом отвечающий задачам пользователя (СПК-13);

способность анализировать математические модели в биологии, охране окружающей среды Способность искать равновесия в моделях аукционов, олигополии, государственной инспекции и политической конкуренции (СПК-14);

способность применять актуарные математические модели для прогноза убыточности видов страхования, относящихся к долгосрочному страхованию жизни, в частности, для страхования жизни двух и более лиц, страхования статусных единиц, пенсионных видов страхования (СПК-15);

способность использовать методы экономического анализа для осуществления прикладных исследований в экономической области: освоение методик подготовки исходных данных; подбор модели, описывающей исходные данные, оценивание ее параметров на примере моделей парной и множественной регрессии, проверка статистических гипотез, доверительные интервалы и области (СПК-16);

способность анализировать задачи, соответствующая проблеме управления энергосистемой по правилам оптового рынка, те выбора электростанций для работы и планирования их загрузки по результатам торгов электроэнергией Способность использовать методы оптимизации, применяемые для планирования на различных временных горизонтах с элементами целочисленности (СПК-17);

способность изучать математические постановки задач, мотивируемые проблемами экологического мониторинга Способность моделирования процессов окружающей среды, так и методы компьютерного моделирования решений (СПК-18);

способность к анализу многошаговых игр в условиях неопределенности: нахождение равновесий и учет элементов риска при уравнивании конфликтов (СПК-19).

2.1.2 Специализированные компетенции блока дисциплин «Дискретные структуры и алгоритмы»:

способность применять при решении различных задач дискретного характера приемы и методы, базирующиеся на классификациях множества булевых функций и множеств функций многозначной логики. Умение находить и формализовать логико-функциональными средствами основные закономерности, встречающиеся при исследовании функций дискретной природы и множеств таких функций (СПК-20);

способность и умение разрабатывать новые алгоритмы синтеза представлений дискретных функций с доказательствами оценок сложности получающихся представлений (СПК-21);

способность применять при решении теоретических и практических задач графы и их свойства, разрабатывать графовые модели для теоретических и прикладных задач, применять полученные знания в области теории графов для решения задач в построенных моделях (СПК-22);

способность и умение доказывать оценки числа объектов определенного вида, знать и уметь применять методы получения их верхних и нижних оценок, а также их асимптотик на основе знания задач перечисления дискретных объектов различного вида: кодов, графов, функций специального вида (СПК-23);

способность и умение применять знания основных кодов, в том числе кодов, исправляющих ошибки, их мощности при решении задач, связанных с дискретными функциями и графами (СПК-24);

способность и умение разрабатывать вероятностные и квантовые алгоритмы, умение анализировать их сложность; правильно выбирать для использования имеющиеся вероятностные алгоритмы, правильно делать выбор между детерминированными и вероятностными алгоритмами при решении прикладных задач (СПК-25);

способность выбирать адекватные модели вычислений для формального описания задач проектирования вычислительных систем и сетевых протоколов, информационного поиска, синтаксического анализа и трансляции, обеспечения информационной безопасности; разрабатывать и применять на практике эффективные алгоритмы решения основных задач построения, анализа и преобразования моделей вычислений; обосновывать корректность и оценивать трудоемкость алгоритмов построения и анализа моделей вычислений (СПК-26);

способность и умение применять при решении теоретических и практических задач дискретные функции и их свойства, основные методы и алгоритмы синтеза различных представлений дискретных функций. Умение доказывать оценки сложности получающихся представлений функций (СПК-26);

способность и умение применять дискретные функции и графы к построению и анализу математических моделей в биологии (СПК-27);

способность и умение разрабатывать программные продукты, реализующие и оптимизирующие дискретные структуры (СПК-29);

способность использовать академические и коммерческие пакеты программ автоматизации процесса проектирования сверхбольших схем (СПК-30);

способность и умение воспринимать и излагать профессиональные знания на английском языке (СПК-31).

2.1.3 Специализированные компетенции блока дисциплин «Дискретные управляющие системы и их приложения»:

способность анализировать, разрабатывать и модифицировать алгоритмы логического синтеза СБИС, способность решать различные математические задачи, возникающие на этапе логического синтеза СБИС (СПК-32);

способность решать задачу синтеза и исследовать сложность реализации конкретных булевых функций в различных классах дискретных управляющих систем, а также получать асимптотические оценки соответствующих функций Шеннона; способность решать задачу контроля и получать теоретические оценки сложности тестирования схем в различных классах дискретных управляющих систем (СПК-33);

знание основных принципов и подходов к разработке больших комплексов программ; способность расширять функциональность больших комплексов про-

грамм для решения различных прикладных математических задач, в том числе различных задач автоматизации проектирования СБИС, разрабатывая новые модули и интегрируя их в уже существующий комплекс программ (СПК-34);

способность анализировать, разрабатывать и модифицировать алгоритмы физического синтеза СБИС, способность решать различные математические задачи, возникающие на этапе физического синтеза СБИС (СПК-35);

способность разрабатывать и проектировать элементы архитектуры современных микроэлектронных устройств, на основе знаний основных концепций построения архитектуры современных микропроцессоров различного типа (СПК-36);

способность использовать темпоральные спецификации распределенных программ и описаний информационных систем и использовать методы и алгоритмы верификации формальных моделей программ, а также системы верификации моделей программ SMV и SPIN, на основе знаний методов построения формальных моделей программ и описаний информационных систем, выразительных возможностей темпоральных логик и алгоритмов верификации (СПК-37);

способность применять при решении различных задач дискретного характера приемы и методы, базирующиеся на классификациях множества булевых функций и множеств функций многозначной логики; умение находить и формализовать логико-функциональными средствами основные закономерности, встречающиеся при исследовании функций дискретной природы и множеств таких функций (СПК-38);

способность использовать современные академические и коммерческие пакеты программ для автоматизации различных этапов проектирования СБИС и применять указанные программы для проектирования некоторых цифровых интегральных схем (СПК-39);

способность выбирать адекватные модели вычислений для формального описания задач проектирования вычислительных систем и сетевых протоколов, информационного поиска, синтаксического анализа и трансляции, обеспечения информационной безопасности (СПК-40);

способность разрабатывать и применять на практике эффективные алгоритмы решения основных задач построения, анализа и преобразования моделей вычислений; умение обосновывать корректность и оценивать трудоемкость алгоритмов построения и анализа моделей вычислений (СПК-41);

способность применять современные методы исследования различных математических моделей дискретных управляющих систем (СПК-42).

2.1.4 Специализированные компетенции блока дисциплин

«Статистический анализ и прогнозирование рисков»:

способность применять методы теории вероятностей и математической статистики к построению адекватных моделей реальных явлений и владеть ключевыми методами стохастического анализа (СПК-43);

способность строить математические модели сигналов и изображений и проводить их статистический анализ (СПК-44);

способность проводить вероятностный и статистический анализ случайных процессов, описывающих реальные процессы и явления (СПК-45);

способность применять методы многомерного статистического анализа к задачам анализа и обработки больших массивов данных (СПК-46);

способность применять методы анализа временных рядов, направленные на определение природы ряда и прогнозирование (СПК-47);

способность применять и разрабатывать методы интеллектуального анализа разнородных сложно структурированных данных большого объема данных для выявления скрытых зависимостей и построения моделей прогнозирования (СПК-48);

способность применять методы построения и асимптотического анализа статистических оценок к задачам анализа данных (СПК-49);

способность программировать на специализированных языках программирования, предназначенных для построения моделей анализа данных, включая открытые решения на основе R-project и коммерческие решения на основе SAS Code (СПК-50);

способность применять методы статистического моделирования к задачам анализа и обработки больших массивов данных (СПК-51);

способность оценивать точность асимптотических вероятностных моделей, возникающих на основе предельных теорем теории вероятностей (СПК-52);

способность применять методы факторного анализа и классификации данных для построения математических моделей рекомендательных систем (СПК-53).

2.1.5 Специализированные компетенции блока дисциплин «Информационная безопасность компьютерных систем»:

способность оценивать сложность алгоритмов как общей, так и криптографической направленности на основе общих принципов построения быстрых алгоритмов, методов динамического программирования, «разделяй и властвуй», метода расширения модели; сложностных характеристик алгоритмов, используемых в криптографических приложениях; на основе понимания иерархической структуры сложностных классов различных задач (СПК-54);

способность применять основные понятия и положения теории информации, методы и способы преобразования информационных потоков для достижения поставленных целей (СПК-55);

способность и умение использовать принципы построения и сравнения надежности базовых криптографических алгоритмов; владение навыками, обеспечивающими критическую оценку криптографических алгоритмов, примитивов, стандартов; представление о современных методах криптографической защиты информации и государственных стандартах на криптографические алгоритмы (СПК-56);

способность использовать терминологию в области математического аппарата криптологии, основные утверждения в области алгебры, теории чисел, теории эллиптических кривых, основные базовые алгоритмы, используемые в криптологии; владение навыками решения основных задач в области алгебры, теории чисел, тео-

рии эллиптических кривых; знать основные алгебраические и теоретико-числовые понятия и утверждения, используемые в криптологии (СПК-57);

способность анализировать и обосновывать модели, методы и механизмы обеспечения компьютерной безопасности, такие как модель гарантирования выполнения в компьютерных системах политики безопасности, модель безопасности на основе дискреционной политики, модель исследования распространения прав доступа в системах с дискреционной политикой, модели безопасности на основе мандатной политики; модели безопасности на основе ролевой политики. (СПК-58);

способность применять основные понятия и положения теории кодирования, овладение методами и способами кодирования и декодирования для получения требуемых результатов (СПК-59);

способность строить и использовать в профессиональной деятельности типовые криптографические протоколы; системы электронных платежей; схемы электронной цифровой подписи с учетом знаний типовых уязвимостей криптографических протоколов (СПК-60);

способность использовать алгебраические, комбинаторные и криптографические свойства булевых функций для анализа и построения криптографических примитивов; знание методов построения двоичных кодов с использованием булевых функций (СПК-61).

2.1.6 Специализированные компетенции блока дисциплин

«Теория нелинейных динамических систем: анализ, синтез и управление»:

способность решать задачи управления для нелинейных систем, используя следующие методы: метод линеаризации обратной связью, метод backstepping, методы функций Ляпунова; знать методику исследования нелинейных систем управления (СПК-62);

способность применять основы теории идентификации и наблюдения для динамических систем (СПК-63);

способность формулировать практические задачи стабилизации объектов, функционирующих в условиях действующих возмущений, в форме задач одновременной стабилизации и применять соответствующие методы анализа и синтеза системы автоматического управления (СПК-64);

способность строить оптимальное, конфликтное и стохастическое управление для динамических систем (СПК-65);

способность использовать методы описания и анализа систем с запаздыванием и синтезировать управления для таких систем (СПК-66);

способность использовать существующее программное обеспечение для задач теории автоматического управления и методы решения сложных вычислительных задач; знать сложные задачи теории автоматического управления (СПК-67);

способность анализировать поведение нелинейных динамических систем (СПК-68);

способность решать актуальные задачи теории управления, в том числе в условиях существенной неопределенности, используя теорию координатно-операторной обратной связи (СПК-69);

способность применять современные методы исследования при решении различных прикладных задач обратной динамики; способность строить математические модели для манипуляторов и мобильных роботов и решать типовые задачи управления для таких моделей (СПК-70).

2.1.7 Специализированные компетенции блока дисциплин

«Математические методы моделирования и методы оптимизации управляемых процессов»:

способность решать задачи управления, используя аппарат, связанный с принципом максимума Л.С.Понтрягина, теорией уравнений типа Гамильтона-Якоби-Беллмана, методами выпуклого анализа и теории двойственности (СПК-71);

способность применять при исследовании динамических систем, возникающих в различных приложениях, современные методы теории управления (СПК-72);

способность использовать методы экономического анализа для осуществления прикладных исследований в экономической области (СПК-73);

способность исследовать двойственные задачи управления и наблюдения для волнового уравнения (СПК-74);

способность исследовать широкий класс линейно-квадратичных дифференциальных игр (СПК-75);

способность решать задачи оптимального управления для параболических уравнений, используя математический аппарат теории оптимального управления (СПК-76);

способность применять методы математического моделирования при исследовании моделей окружающей среды (СПК-77);

способность к анализу многошаговых игр в условиях неопределенности: нахождение равновесий и учет элементов риска при уравнивании конфликтов (СПК-78);

способность использовать аппарат теории выпуклых функции при решении различных задач управления (СПК-79).

2.1.8 Специализированные компетенции блока дисциплин

«Логические и комбинаторные методы анализа данных»:

способность применять алгебраический подход для решения задач распознавания образов, определять и исследовать свойства алгоритмических конструкций, связанных с построением корректных алгоритмов распознавания (СПК-80);

способность применять логические алгоритмы распознавания, основанные на синтезе дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ), способность решать задачи построения ДНФ по перечню её нулевых наборов, а также эффективно реализовывать на компьютере алгоритмы синтеза ДНФ специальных видов (СПК-81);

способность решать комбинаторные перечислительные и оптимизационные задачи с помощью классических алгебраических конструкций таких как производящие функции, частично-упорядоченные множества, действия группы на множестве и др. (СПК-82);

способность использовать аппарат теории булевых алгебр и булевых функций, владеть основными методами решения задач выполнимости, применять методы решений булевых уравнений к задачам синтеза управляющих систем, писать программы решения задач выполнимости конъюнктивных нормальных форм на основных языках программирования (СПК-83);

способность применять методы и технологии интеллектуального анализа данных, базирующихся на понятиях сходства, близости, аналогии, решать с помощью данных методов задачи классификации, восстановления регрессии, кластеризации, восстановления пропущенных данных (СПК-84);

способность грамотно планировать проведение научных исследований в области интеллектуального анализа данных, искать релевантную литературу в сети Интернет, владеть основными инструментами для совместной работы для научными текстами и программными реализациями (СПК-85);

способность использовать аппарат теории категорий для решения задач классификации и распознавания с учётом различных универсальных и локальных ограничений, свойственных задаче, способность проводить доказательства различных критериев регулярности задач классификации для выбранного семейства алгоритмов (СПК-86);

способность проводить исследования в области интеллектуального анализа данных, выявлять актуальные задачи в этой области, строить новые алгоритмы анализа данных (СПК-87).

2.1.9 Специализированные компетенции блока дисциплин

«Математические методы системного анализа, динамики и управления»:

способность применять при исследовании динамических систем, возникающих в различных приложениях (в том числе из области биологии и медицины);, современные методы качественной теории дифференциальных уравнений, а также теории управления (СПК-88);

способность применять основы теории случайных процессов в дискретном времени для моделирования финансовых рынков, строить простейшие модели финансовой динамики, анализировать их как аналитически, так и при помощи компьютера; способность для каждой конкретной прикладной задачи выбирать адекватную математическую модель из числа базовых, умение адаптировать ее к конкретным особенностям поставленной задачи (СПК-89);

способность решать задачи управления, используя аппарат, связанный с построением функций цены, теорией уравнений типа Гамильтона-Якоби-Беллмана, методами выпуклого анализа и теории двойственности (СПК-91);

способность строить математические модели различных задач экологического мониторинга, строить сопряженные задачи, находить решение в аналитическом виде, строить численные алгоритмы в случае отсутствия аналитического представле-

ния; способность решать некорректно поставленные задачи для уравнений в частных производных, возникающие в различных областях естествознания (СПК-91);

способность строить сложные математические модели явлений из различных областей естествознания, которые допускают задачи оптимизации, относящиеся к вариационному исчислению; способность применять как классические, так и современные методы вариационного исчисления, в том числе для многомерных систем (СПК-92);

способность использовать аппарат теории обобщенных функции при решении различных задач управления (СПК-93);

способность выбирать адекватный математический аппарат для анализа математической модели экономической динамики, применять современные методы анализа таких моделей и интерпретировать полученные результаты с точки зрения экономики (СПК-94);

способность исследовать различные динамические системы на устойчивость, применять методы теории стабилизации движения (СПК-95);

способность применять современные методы исследования при решении различных прикладных задач системного анализа (СПК-96).

2.2 Дисциплины (модули) обязательной части направленности профиля подготовки «Математические методы обработки информации и принятия решений» (не менее 70 з.е.):

Общая трудоемкость **вариативной** части образовательной программы подготовки магистра (6 лет): по стандарту – 131-151 з.е., по учебному плану - 132 з.е.

Перечень специализированных дисциплин (блоков дисциплин)	Трудоемкость (зачетные единицы)	Формируемые компетенции
<i>Обязательные дисциплины данного профиля подготовки (для всех блоков)</i>	<i>не менее 40 з.е.</i>	СПК-1
		СПК-2
Функциональный анализ (базовый курс)	2	
Методы оптимизации (углубленный курс)	5-6	СПК-3
Теория игр и исследование операций*	3	
Статистическая физика	3- 4	СПК-4
Дополнительные главы дискретной математики	3-4	
Случайные процессы	2-3	СПК-5
Математические модели в экономике	2-3	
Пакеты прикладных программ	3-4	СПК-6
Оптимальное управление	4-6	
Вероятностные модели	2	СПК-7
Спецсеминар по профилю подготовки, в том числе курсовая работа	10	СПК-8
Элективные дисциплины профиля «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания»	15-17	

Перечень специализированных дисциплин (блоков дисциплин)	Трудоемкость (зачетные единицы)	Формируемые компетенции
<i>*Дисциплина (3 з.е.) содержится также в обязательной части в направленности «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания», а также в блоках «Интеллектуальные системы», «Технологии программирования», «Компиляторные технологии», «Распределенные системы и компьютерные сети» направленности «Системное программирование и компьютерные науки».</i>		
Блок «Исследование операций и актуарная математика»		
Динамические модели в макроэкономике	31	СПК- 9
Непрерывные математические модели		СПК- 10
Дополнительные главы. Непрерывные математические модели		СПК- 11
Модели дискретной оптимизации		СПК- 12
Математические модели в естествознании и социологии		СПК- 13
Теория эконометрики		СПК- 14
Оптимизация в энергетике		СПК- 15
Прикладные модели окружающей среды		СПК- 16
Неопределенность и риск в многошаговых играх		СПК- 17
Научно-исследовательский семинар «Исследование операций и актуарная математика», в том числе курсовая работа		6
Элективные дисциплины блока «Исследование операций и актуарная математика»	8	СПК- 19
Блок «Дискретные структуры и алгоритмы»		
Функциональные системы	31	СПК- 20
Дискретные функции и их представления		СПК- 21
Графы и их применения		СПК- 22
Дискретный анализ		СПК- 23
Коды и их применения		СПК- 24
Вероятностные и квантовые алгоритмы		СПК- 25
Математические модели последовательных вычислений		СПК- 26
Математическая биология		СПК- 27
Программная реализация дискретных структур		СПК- 28
Практикум по пакетам СБИС		СПК- 29
Дисциплина блока «Дискретная математика и математическая кибернетика» на английском языке		СПК- 30
Научно-исследовательский семинар «Дискретная математика и математическая кибернетика», в том числе курсовая работа	6	СПК- 31
Элективные дисциплины блока «Дискретные структуры и алгоритмы»	8	СПК- 31
Блок «Дискретные управляющие системы и их приложения»		

Перечень специализированных дисциплин (блоков дисциплин)	Трудоемкость (зачетные единицы)	Формируемые компетенции
Математические модели и методы логического синтеза СБИС	31	СПК- 32
Элементы теории синтеза, надежности и контроля дискретных управляющих систем		СПК- 33
Проектирование больших систем на С++		СПК- 34
Языки описания схем		СПК- 35
Математические модели и методы физического синтеза СБИС		СПК- 36
Математические модели и методы проектирования архитектуры СБИС		СПК- 37
Математические методы верификации схем и программ		СПК- 38
Функциональные системы		СПК- 39
Практикум по пакетам проектирования СБИС*		СПК- 40
Математические модели последовательных вычислений		СПК- 41
Дисциплина блока «Дискретные управляющие системы и их приложения» на английском языке		6
Научно-исследовательский семинар «Теория управляющих систем и математические модели СБИС», в том числе курсовая работа	СПК- 43	
Элективные дисциплины блока «Дискретные управляющие системы и их приложения»	8	СПК- 44
Блок «Статистический анализ и прогнозирование рисков»		
Анализ риска***	31	СПК- 45
Современные методы обработки сигналов и изображений		СПК- 46
Прикладные задачи теории случайных процессов**		СПК- 47
Прикладной многомерный статистический анализ****		СПК- 48
Анализ временных рядов**		СПК- 49
Методы интеллектуального анализа данных*		СПК- 50
Асимптотические методы математической статистики		СПК- 51
Математическое и статистическое программирование		СПК- 52
Статистический практикум на суперкомпьютерах		СПК- 53
Оценки точности асимптотических вероятностных моделей		
Рекомендательные системы		
Научно-исследовательский семинар "Теория риска и смежные вопросы", в том числе курсовая работа	6	

Перечень специализированных дисциплин (блоков дисциплин)	Трудоемкость (зачетные единицы)	Формируемые компетенции
Элективные дисциплины блока «Статистический анализ и прогнозирование рисков»	8	
<p><i>*Дисциплина (3 з.е.) содержится также в блоке «Интеллектуальные системы» направленности «Системное программирование и компьютерные науки».</i></p> <p><i>**Дисциплина (2 з.е.) содержится также в блоке «Интеллектуальный анализ больших данных» направленности «Системное программирование и компьютерные науки».</i></p> <p><i>***Дисциплина (3 з.е.) содержится также в блоке «Интеллектуальный анализ больших данных» направленности «Системное программирование и компьютерные науки».</i></p> <p><i>****Дисциплина (3 з.е.) содержится также в блоках «Интеллектуальный анализ больших данных», «Большие данные: инфраструктуры и методы решения задач», «Интеллектуальные системы» направленности «Системное программирование и компьютерные науки».</i></p>		
Блок «Информационная безопасность компьютерных систем»		
Теоретико-числовые и алгебраические модели в криптографии	31	СПК- 54
Анализ и синтез блочных и потоковых шифров		СПК- 55
Защита информации в распределенных информационных системах		СПК- 56
Синтез и анализ криптосистемы с открытым ключом		СПК- 57
Теория информации и теория кодирования		СПК- 58
Стеганография и открытые каналы		СПК- 59
Поиск уязвимостей в программных системах и сетевых протоколах		СПК- 60
Инженерная криптография		СПК- 61
Научно-исследовательский семинар «Информационная безопасность компьютерных систем», в том числе курсовая работа	6	
Элективные дисциплины блока «Информационная безопасность компьютерных систем»	8	
Блок «Теория нелинейных динамических систем: анализ, синтез и управление»		
Актуальные проблемы теории управления: новые типы обратной связи	31	СПК- 62
Методы управления нелинейными системами		СПК- 63
Наблюдатели и идентификаторы для динамических систем		СПК- 64
Одновременная стабилизация динамических объ-		

Перечень специализированных дисциплин (блоков дисциплин)	Трудоемкость (зачетные единицы)	Формируемые компетенции
ектов		СПК- 65
Теория управления в робототехнике		СПК- 66
Обобщенное оптимальное, конфликтное и сто- хастическое управление		СПК- 67
Управление системами с запаздыванием		СПК- 68
Вычислительные аспекты современной теории управления		СПК- 69
Обратные задачи динамики		СПК- 70
Теория динамического хаоса (на английском язы- ке)		
Научно-исследовательский семинар «Современ- ные методы в теории управления», в том числе курсовая работа	6	
Элективные дисциплины блока «Теория нели- нейных динамических систем: анализ, синтез и управление»	8	
Блок «Математические методы моделирования и методы оптимизации управ- ляемых процессов»		
Метод динамической регуляризации		
Нелинейные управляемые процессы		
Методы теории оптимального управления в эко- номике		СПК- 71
Дополнительные главы теории оптимального управления		СПК- 72
Двойственные задачи управления и наблюдения для волнового уравнения	31	СПК- 73
Линейно-квадратичные дифференциальные игры		СПК- 74
Задачи оптимального управления для параболических уравнений		СПК- 75
Прикладные модели окружающей среды		СПК- 76
Неопределенность и риск в многошаговых играх		СПК- 77
Дифференциальные игры		СПК- 78
Научно-исследовательский семинар «Математи- ческие методы моделирования и методы оптими- зации управляемых процессов», в том числе кур- совая работа	6	СПК- 79
Элективные дисциплины блока «Математические методы моделирования и методы оптимизации управляемых процессов»	8	
Блок «Логические и комбинаторные методы анализа данных»		
Алгоритмы, модели, алгебры		СПК- 80
Алгебраические методы обработки данных	31	СПК- 81
Прикладная алгебра. Дополнительные главы		

Перечень специализированных дисциплин (блоков дисциплин)	Трудоемкость (зачетные единицы)	Формируемые компетенции
Логические и комбинаторные методы анализа данных		СПК- 82
Неклассические математические модели обработки данных		СПК- 83
Планирование научных исследований		СПК- 84
Математические методы классификации		СПК- 85
Дисциплина блока «Логические и комбинаторные методы анализа данных» на английском языке		СПК- 86
Научно-исследовательский семинар «Интеллектуальный анализ данных: новые задачи и методы», в том числе курсовая работа	6	СПК- 87
Элективные дисциплины блока «Логические и комбинаторные методы анализа данных»	8	
Блок «Математические методы системного анализа, динамики и управления»		
Дополнительные главы динамического программирования и процессов управления (на английском языке)		СПК- 88
Прикладные задачи системного анализа: экономические модели		СПК- 89
Прикладные задачи системного анализа: математические модели окружающей среды	31	СПК- 90
Элементы финансовой математики		СПК- 91
Теория стабилизации		СПК- 92
Обобщенные функции и задачи управления		СПК- 93
Прикладные задачи системного анализа: задачи биоматематики		СПК- 94
Вариационные принципы естествознания		СПК- 95
Научно-исследовательский семинар «Прикладные задачи системного анализа», в том числе курсовая работа	6	СПК- 96
Элективные дисциплины блока «Математические методы системного анализа, динамики и управления»	8	

2.3. Примерные дисциплины (модули) по выбору студента направленности (профиля) подготовки «Математические методы обработки информации и принятия решений»

Дисциплины (модули) по выбору для всех блоков дисциплин (примерный перечень), студент выбирает один из модулей
Общий объем дисциплин одного модуля прослушанных студентом, должен составлять не менее 15-17 з.е.)

Модуль «Исследование операций»

Теория оптимизации	4-5 з.е.
Теория риска	5-6 з.е.
Введение в математическую экономику	3-4 з.е.
Ньютоновские методы для задач оптимизации и вариационных задач	2-3 з.е.
Дискретная оптимизация	2-3 з.е.
Модели рынков и аукционов	2-3 з.е.

Модуль «Актuarная математика»

Актuarная математика	4-5 з.е.
Теория риска	5-6 з.е.
Введение в математическую экономику	3-4 з.е.
Ньютоновские методы для задач оптимизации и вариационных задач	2-3 з.е.
Дискретная оптимизация	2-3 з.е.
Модели рынков и аукционов	2-3 з.е.

Модуль «Оптимальное управление»

Прикладные вопросы функционального анализа	2-3 з.е.
Вариационное исчисление	3-4 з.е.
Выпуклый анализ	3-4 з.е.
Численные методы оптимального управления	2-3 з.е.
Математические модели управляемых процессов	3-4 з.е.
Дополнительные главы выпуклого анализа	2-3 з.е.
Позиционные дифференциальные игры	2-3 з.е.
Современные проблемы моделирования	3-4 з.е.
Математические модели игровых процессов	3-4 з.е.

Модуль «Нелинейные динамические системы и процессы управления»

Математические методы в теории управления и оптимизации	2-3 з.е.
Теория обратной связи	5-6 з.е.
Математические основы информатики	3-5 з.е.
Управление техническими объектами	2-3 з.е.
Современные компьютерные технологии в теории управления и оптимизации	5-6 з.е.
Моделирование и анализ функционирования сложных систем	2-3 з.е.
Управление конфликтами и дифференциальные игры	3-4 з.е.
Современная теория динамических систем	3-4 з.е.

Модуль «Системный анализ»

Многозначный анализ	4-5 з.е.
Преобразование Лапласа-Фурье	2 з.е.
Динамические системы и биоматематика	3-4 з.е.
Стохастический анализ и моделирование	2-3 з.е.
Динамическое программирование и процессы управления	3-4 з.е.
Теория идентификации	3-4 з.е.
Теория устойчивости	3-4 з.е.

Модуль «Математическая статистика»

Математические основы теории вероятностей	5-6 з.е.
Дополнительные главы математической статистики	5-6 з.е.
Методы одномерного и многомерного статистического анализа	3-4 з.е.
Дополнительные главы случайных процессов	6-7 з.е.

Прикладные задачи теории вероятностей 2-3 з.е.

Модуль «Математические методы прогнозирования»

Математические методы распознавания образов 5-6 з.е.

Обработка и распознавание изображений* 2 з.е.

Прикладная алгебра 5-6 з.е.

Байесовские методы машинного обучения 2-3 з.е.

Прикладной статистический анализ данных 3-4 з.е.

Графические модели 3-4 з.е.

**Дисциплина (2 з.е.) содержится также в блоке «Интеллектуальный анализ больших данных» направленности «Системное программирование и компьютерные науки».*

Модуль «Математическая кибернетика»

Избранные вопросы дискретной математики 2-3 з.е.

Математическая логика и логическое программирование* 3-4 з.е.

Элементы теории дискретных управляющих систем 3-4 з.е.

Избранные вопросы теории графов 2-3 з.е.

Модели вычислений 3-4 з.е.

Введение в математическую криптологию 3-4 з.е.

**Дисциплина (4 з.е.) содержится также в блоке «Системное программирование» направленности «Системное программирование и компьютерные науки».*

Модуль «Информационная безопасность»

Теоретические основы информационной безопасности 2-3 з.е.

Математические основы криптологии 3-4 з.е.

Программно-аппаратные средства защиты информации 3-4 з.е.

Сложность алгоритмов в криптографии 2-3 з.е.

Криптографические протоколы 3-4 з.е.

Элементы криптографического анализа 2-3 з.е.

Криптографические свойства дискретных функций 2-3 з.е.

Математические модели генераторов случайных чисел 2-3 з.е.

Безопасность программного обеспечения и сетей 3-4 з.е.

Коды аутентификации и хэш-функции 3-4 з.е.

Элективные дисциплины по выбору по блокам (примерный перечень) (общий объём дисциплин 8 з.е.)

Блок «Исследование операций и актуарная математика»

Основы финансовой математики 2-4 з.е.

Дополнительные главы динамического программирования 2-4 з.е.

Некорпоративные игры в экономике 2-4 з.е.

Дополнительные главы исследования операций 2-4 з.е.

Блок «Дискретные структуры и алгоритмы»

Алгебраические и числовые модели 2-4 з.е.

Генераторы псевдослучайных чисел 2-4 з.е.

Задачи и алгоритмы вычислительной геометрии 2-4 з.е.

Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии 2-4 з.е.

Формальная верификация схем 2-4 з.е.

Блок «Дискретные управляющие системы и их приложения»

Вложения графов, теория клеточных и планарных схем	2-4 з.е.
Математические модели аналоговых схем	2-4 з.е.
Математические модели задач физического проектирования, схемотехнического и временного анализа	2-4 з.е.
Моделирование библиотечных элементов	2-4 з.е.
Теория неповторных функций	2-4 з.е.
Решение булевых уравнений и проблемы выполнимости	2-4 з.е.

Блок «Статистический анализ и прогнозирование рисков»

Технологии распределенного хранения и обработки данных (базовый курс)	2-4 з.е.
Теория сложности алгоритмов	2-4 з.е.
Вероятностно-статистические модели и методы информационной безопасности	2-4 з.е.

Блок «Информационная безопасность компьютерных систем»

Анализ и синтез хэш-функций	2-4 з.е.
Вероятностно-статистические методы криптоанализа	2-4 з.е.
Организационные и правовые методы защиты информации	2-4 з.е.
Реализация уязвимостей в эксплойтах	2-4 з.е.
Теоретико-кодовые модели криптосистем	2-4 з.е.
Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии	2-4 з.е.
Формальные модели информационных войн	2-4 з.е.

Блок «Теория нелинейных динамических систем: анализ, синтез и управление»

Визуализация деятельности многомерных социально-экономических систем	2-4 з.е.
Геометрическая теория нелинейных управляемых систем	2-4 з.е.
Методы оптимизации в машинном обучении	2-4 з.е.
Основы теории макросистем и ее приложения	2-4 з.е.
Распределенные вычисления в приложении к нелинейным управляемым системам	2-4 з.е.
Теория недоопределенной информации	2-4 з.е.

Блок «Математические методы моделирования и методы оптимизации управляемых процессов»

Дополнительные главы динамического программирования	2-4 з.е.
Основы эконометрики	2-4 з.е.
Численные методы оптимального управления. Дополнительные главы	2-4 з.е.
Оптимальное управление в примерах и задачах	2-4 з.е.

Блок «Логические и комбинаторные методы анализа данных»

Булевы уравнения и проблема SAT	2-4 з.е.
Вероятностные тематические модели	2-4 з.е.
Задачи распознавания в биоинформатике	2-4 з.е.

Логико-статистические модели в распознавании, прогнозировании и интеллектуальном анализе данных	2-4 з.е.
Теория надежности обучения по прецедентам	2-4 з.е.

**Блок «Математические методы системного анализа,
динамики и управления»**

Дополнительные главы теории риска	2-4 з.е.
Математические модели финансовой динамики	2-4 з.е.
Многокритериальные задачи принятия решений	2-4 з.е.
Моделирование и управление транспортными потоками	2-4 з.е.
Теория коммуникаций	2-4 з.е.

3. Направленность (профиль) программы подготовки «Системное программирование и компьютерные науки»

3.1 Специализированные компетенции направленности «Системное программирование и компьютерные науки»:

способность понимать и применять на практике основные знания об устройстве и функционировании компьютеров и компьютерных систем для решения конкретных физико-математических и научно-практических задач (СПК-1);

способность понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, владеть языком и современными средствами теории и методологии решения задач оптимизации (дискретных и непрерывных), знать и применять на практике основные понятия, факты и методы дискретной оптимизации (СПК-2);

способность использовать математически средства исследования практической приемлемости конкретных алгоритмов, способность к анализу алгоритмов, применению в профессиональной деятельности современных языков программирования и методов обработки данных (СПК-3);

способность применять методы математической логики и логического программирования для решения задач в профессиональной и научно-исследовательской деятельности (СПК-4);

способность к созданию распределенных систем, используя принципы построения, механизмы и алгоритмы синхронизации процессов при доступе к разделяемой памяти и общей файловой системе, способность оценивать время работы различных алгоритмов, используемых в распределенных системах и время выполнения операции для заданной модели памяти и при заданных параметрах сети (СПК-5);

способность разрабатывать компиляторы, основанная на применении теории формальных языков, теории автоматов, теории графов, а также их практическое использование при создании конкретных приложений (СПК-6).

3.1.1 Специализированные компетенции блока дисциплин «Интеллектуальные системы»:

способность проводить сравнительный анализ разнородных выразительных средств языков программирования в применении к возникающим задачам; снижать трудозатраты и повышать надёжность программ для ЭВМ путём применения неимперативных вычислительных моделей, наиболее подходящих для решения конкретных прикладных задач, в том числе для разработки интеллектуальных информационных систем (СПК-7);

способность анализировать знания в конкретной предметной области, выбирать для их формализации соответствующую модель представления знаний и строить на ее основе концептуальную модель предметной области, выделяя основные объекты, понятия и их отношения (СПК-8);

способность формировать базы знаний для различных предметных областей с использованием современных формальных языков представления знаний и инст-

рументальных систем инженерии знаний; способность применять методы машинного обучения для построения систем автоматического анализа текстов на естественном языке (СПК-9);

способность разрабатывать и тестировать системы автоматической обработки текстов на естественном языке, решать прикладные задачи (автоматический перевод, анализ и генерация текста, моделирование человеко-машинного диалога), применять существующие инструментальные и программные средства компьютерной лингвистики (СПК-10);

способность применять в профессиональной деятельности современные проектные модели, строить компьютерные модели проектов; способность создавать сложные программные системы большим коллективом, ориентированным на успешное выполнение проекта; способность управлять всеми процессами, сопровождающими инициирование, планирование, исполнение и завершение проекта (СПК-11);

способность разрабатывать эргономически обоснованные средства взаимодействия человека с компьютером, позволяющие на основе концептуальной модели проблемной среды в ходе диалога уточнить требования пользователя и помочь ему найти оптимальное решение интересующей его задачи (СПК-12);

способность проводить исследование теоретических и прикладных вопросов построения интеллектуальных систем различного назначения с применением адекватных технологий и инструментальных средств (СПК-13).

3.1.2 Специализированные компетенции блока дисциплин «Интеллектуальный анализ больших данных»:

способность применять методы теории вероятностей и математической статистики к построению адекватных моделей реальных явлений и владеть ключевыми методами стохастического анализа (СПК-14);

способность строить математические модели сигналов и изображений и проводить их статистический анализ (СПК-15);

способность проводить вероятностный и статистический анализ случайных процессов, описывающих реальные процессы и явления (СПК-16);

способность применять методы многомерного статистического анализа к задачам анализа и обработки больших массивов данных (СПК-17);

способность применять методы анализа временных рядов, направленные на определение природы ряда и прогнозирование (СПК-18);

способность применять и разрабатывать методы интеллектуального анализа разнородных сложно структурированных данных большого объема данных для выявления скрытых зависимостей и построения моделей прогнозирования;. (СПК-19);

способность применять современных технологии хранения и обработки разнородных сложно структурированных данных большого объема (СПК-20);

способность программировать на специализированных языках программирования, предназначенных для построения моделей анализа данных, включая откры-

тые решения на основе R-project и коммерческие решения на основе SAS Code (СПК-21);

способность составлять аналитические и проектные модели программного обеспечения, используя унифицированный язык моделирования и объектный язык ограничений (СПК-22);

способность применять современные математические методы и разрабатывать вычислительные алгоритмы обработки и распознавания изображений при создании и использовании систем машинного зрения (СПК-23).

3.1.3 Специализированные компетенции блока дисциплин «Компиляторные технологии»:

способность разрабатывать методы статического и динамического анализа программ и реализовывать указанные методы в оптимизирующих фазах компиляторов для современных языков программирования (СПК-24);

способность проводить анализ правильности программ при помощи методов дедуктивной верификации (СПК-25);

способность применять программные инструменты статического и динамического анализа исходного и бинарного кода программ для поиска критических ошибок, уязвимостей безопасности и недокументированных возможностей для обеспечения безопасности программного кода (СПК-26);

способность составлять аналитические и проектные модели программного обеспечения, используя унифицированный язык моделирования и объектный язык ограничений (СПК-27);

способность разрабатывать и реализовывать программные инструменты, позволяющие анализировать устройство программы, ее сущностей и связей между ними, а также развивать программу на основе этой информации (СПК-28);

способность использовать особенности современных платформ для разработки высокопроизводительных приложений; (СПК-29);

способность разрабатывать компиляторные технологии, обеспечивающие оптимизацию компилируемых программ с учетом особенностей современных параллельных архитектур целевых вычислительных систем (СПК-30);

способность проводить исследование современных компиляторных технологий, выявлять актуальные задачи в этой области, разрабатывать методы и инструменты решения указанных задач (СПК-31);

способность разрабатывать защищенное программное обеспечение, использовать современные методы защиты существующих вычислительных систем и исследовать их защищенность (СПК-32).

3.1.4 Специализированные компетенции блока дисциплин «Технологии программирования»:

способность проводить исследования современных технологий программирования, разрабатывать методы и инструменты решения актуальных задач в этой области (СПК-33);

способность составлять аналитические и проектные модели программного обеспечения, используя унифицированный язык моделирования и объектный язык ограничений (СПК-34);

способность применять методы аналитической верификации императивных программ для доказательства их корректности (СПК-35);

способность анализировать и представлять в формальном виде требования к программам на разных уровнях абстракции (СПК-36);

способность применять методы и современные инструменты верификации моделей программ (в том числе, распределенных); (СПК-37);

способность разрабатывать тесты для программного и аппаратного обеспечения, нацеленные на достижение заданных критериев покрытия, а также методы и инструменты автоматизации разработки таких тестов (СПК-38);

способность применять программные инструменты поиска ошибок в исходном коде и интерпретировать результаты этого поиска, структурировать анализ бинарного кода при поиске отдельных классов нарушений безопасности программного обеспечения (СПК-39);

способность разрабатывать, оптимизировать и отлаживать программного обеспечения для современных параллельных архитектур вычислительных систем (СПК-40);

способность анализировать устройство программы, ее сущностей и связей между ними, а также развивать программу на основе этой информации (СПК-41);

способность анализировать производительность программы аналитическими и эмпирическими методами, искать ее «узких» мест, подготавливать тестовые наборы для определения производительности (СПК-42).

3.1.5 Специализированные компетенции блока дисциплин «Суперкомпьютерные системы и приложения»:

способность проводить исследование современных суперкомпьютерных технологий, выявлять актуальные задачи в этой области, разрабатывать методы и инструменты решения прикладных задач на вычислительных системах рекордной производительности, включая системы экзафлопсного класса (СПК-43);

способность разрабатывать масштабируемые параллельные алгоритмы с учетом особенностей архитектур вычислительных систем, реализовывать разработанные алгоритмы с использованием технологий параллельного программирования для современных языков программирования, проводить оценки сложности параллельных алгоритмов (СПК-44);

способность проводить анализ эффективности параллельных алгоритмов и применять методы оценки и настройки эффективности параллельных программ к анализу конкретных параллельных приложений с использованием современных инструментальных средств настройки эффективности параллельных программ (СПК-45);

способность применять методы обработки больших сеточных данных к решению задач балансировки загрузки и визуализации данных (СПК-46);

способность составлять аналитические и проектные модели программного обеспечения, используя унифицированный язык моделирования и объектный язык ограничений (СПК-47);

способность решать задачи из различных предметных областей на суперкомпьютерах, использовать особенности современных платформ для разработки высокопроизводительных приложений (СПК-48);

способность моделировать сложные распределенные системы, разрабатывать алгоритмы для распределенных алгоритмических моделей, оценивать эффективность распределенных алгоритмов (СПК-49);

способность управлять программным обеспечением суперкомпьютеров, распределять ресурсы системы между пользователями, обеспечивать безопасный доступ пользователей к вычислительным системам и отслеживать состояние вычислительного комплекса (СПК-50);

способность применять высокоуровневые параллельные математические библиотеки для решения прикладных задач на высокопроизводительных системах и суперкомпьютерах (СПК-51);

способность разрабатывать параллельные приложения для многоядерных и графических процессоров (СПК-52);

способность применять методы интеллектуального анализа данных для обработки данных большого объема на суперкомпьютерах (СПК-53).

3.1.6 Специализированные компетенции блока дисциплин «Распределенные системы и компьютерные сети»:

способность применять современные методы и технологии при проектировании компьютерных сетей (СПК-54);

способность решать задачи обучения по прецедентам, используя методы машинного обучения (СПК-55);

способность применять современные методы и технологии при проектировании информационно-управляющих систем реального времени и разрабатывать приложения, используя особенности архитектуры ИУС РВ (СПК-56);

способность применять и разрабатывать распределённые алгоритмы в распределённых системах (СПК-57);

способность разрабатывать защищенное программное обеспечение, использовать современные методы защиты существующих вычислительных систем и исследовать их защищенность (СПК-58);

способность использовать общие принципы построения формальных моделей программ и описаний микроэлектронных схем на основе темпоральных логик, правильно записывать темпоральные спецификации распределенных программ и описаний микроэлектронных схем (СПК-59);

способность применять методы и алгоритмы верификации формальных моделей программ; пользоваться системами верификации моделей программ SMV и SPIN (СПК-60);

способность к анализу процессов, в которых участвуют две и более сторон, ведущих борьбу за реализацию своих интересов и выбору оптимальных стратегий в таких процессах (СПК-61);

способность к рациональному выбору структуры системы обслуживания и процесса обслуживания и выбору статистических гипотез при проведении численного эксперимента (СПК-62);

способность к выбору модели обеспечения повсеместного и удобного сетевого доступа по требованию к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (СПК-63);

способность к эффективному управлению проектом разработки программного обеспечения и применению методик, рекомендуемых стандартами (СПК-64);

способность проводить исследования современных технологий, используемых в распределённых системах и сетях ЭВМ, разрабатывать методы и инструменты решения актуальных задач в этой области (СПК-65).

3.1.7 Специализированные компетенции блока дисциплин «Квантовая информатика»:

способность составлять математическую модель для описания систем, описывающихся квантовой электродинамикой, на основе типовых гамильтонианов (СПК-66);

способность составлять и отлаживать программу, моделирующую эволюцию систем, описываемых квантовой электродинамикой, на основе типовых гамильтонианов (СПК-67);

способность оценивать степень сложности динамического сценария системы атомов и молекул с учетом взаимодействия с электромагнитным полем (СПК-68);

способность составлять и отлаживать программы расчета основных характеристик квантовых систем (спектр, собственные состояния, степень запутанности, время релаксации); с применением суперкомпьютера (СПК-69);

способность оценивать сложность моделирования квантовых систем на компьютерах и суперкомпьютерах, и находить оптимальное решение для такого моделирования (СПК-70);

способность применять основные приемы распараллеливания к задачам квантовой информатики (СПК-71);

способность строить модификации основных квантовых криптографических протоколов и оценивать их секретность в зависимости от технического задания (СПК-72);

способность анализировать и строить квантовые схемы из типовых функциональных элементов для решения задач обработки информации (СПК-73);

способность строить математические и компьютерные модели квантовых каналов связи, находить их оптимизацию с учетом пропускной способности, шумов и степени секретности (СПК-74);

способность организовать совместную работу команды математиков и программистов в области квантовых методов обработки информации (СПК-75).

3.1.8 Специализированные компетенции блока дисциплин «Большие данные: инфраструктуры и методы решения задач»:

способность применять и разрабатывать методы виртуальной интеграции данных и унификации моделей данных при интеграции неоднородных баз данных (СПК-76);

способность применять методы материализованной интеграции данных при организации хранилищ больших данных (СПК-77);

способность выделять сущности из слабоструктурированных и неструктурированных данных, сопоставлять, сливать сущности, удалять дубликаты сущностей в массивных коллекциях данных (СПК-78);

способность применять и разрабатывать методы обнаружения аномалий в конкретных предметных областях на базе платформ хранения и обработки больших данных (СПК-79);

способность создавать распределенные кластеры для хранения и анализа больших данных, накапливать большие данные, создавать масштабируемые программы анализа больших данных, реализуемые в распределенных кластерах для решения разнообразных задач (СПК-80);

способность формировать, тестировать, уточнять, использовать в логических рассуждениях гипотезы при моделировании изучаемых природных явлений (объектов) и проведении экспериментов в науках с интенсивным использованием данных (СПК-81);

способность извлекать информацию из разнообразных больших данных в социальных средах, представлять ее в разнообразных моделях данных, ставить и решать задачи над такими данными (СПК-82).

Общая трудоемкость **вариативной** части образовательной программы подготовки магистра (6 лет): по стандарту – 131-151 з.е., по учебному плану - 132 з.е.

3.2 Дисциплины (модули) обязательной части направленности программы «Системное программирование и компьютерные науки» (не менее 70 з.е.):

Перечень специализированных дисциплин (модулей)	Трудоемкость (з.е.)	Формируемые компетенции
<i>Обязательные дисциплины данного профиля подготовки (для всех блоков)</i>	<i>не менее 40 з.е.</i>	СПК-1
Функциональный анализ (базовый курс)	2	СПК-2
Методы оптимизации (базовый курс)	3	
Физические основы построения ЭВМ	3-4	СПК-3
Методы дискретной оптимизации	2-3	
Введение в сети ЭВМ	4	СПК-4
Языки программирования	3-4	
Формальные языки и автоматы	4	
Математическая логика и логическое программирование*	4-5	СПК-5
Конструирование компиляторов	4	
Распределенные системы	3-4	СПК-6
Спецсеминар по профилю подготовки, в том числе курсовая работа	2-3 10	
Элективные (избираемые в обязательном порядке студентами) дисциплины	15-17	
<i>*Дисциплина (4 з.е.) содержится также в блоке «Математическая кибернетика» направленности «Математические методы обработки информации и принятия решений».</i>		
Блок «Интеллектуальные системы»		
Параллельные вычисления (основной курс)	31	СПК-7 СПК-8 СПК-9 СПК-10 СПК-11 СПК-12 СПК-13
Парадигмы программирования		
Прикладной многомерный статистический анализ		
Модели представления знаний и онтологии		
Математические методы анализа текста (на английском языке)		
Прикладные задачи компьютерной лингвистики		
Теория игр и исследование операций*		
Программные системы управления проектами		
Методы интеллектуального анализа данных*		
Интеллектуальный интерфейс		
Научно-исследовательский семинар «Интеллектуальный анализ больших данных», в том числе курсовая работа	6	
Элективные дисциплины блока «Интеллектуальные системы»	8	
<i>*Дисциплина (3 з.е.) содержится также в обязательной части направленностей «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания» и «Математические методы обработки информации и принятия решений».</i>		
Блок «Интеллектуальный анализ больших данных»		
Анализ риска*	31	СПК-14
Современные методы обработки сигналов		СПК-15
Прикладные задачи теории случайных процессов*		

Перечень специализированных дисциплин (модулей)	Трудоемкость (з.е.)	Формируемые компетенции
Прикладной многомерный статистический анализ		СПК-16
Анализ временных рядов*		СПК-17
Интеллектуальный анализ данных		СПК-18
Современные методы распределенного хранения и обработки данных		СПК-19
Пакеты прикладных программ для статистической обработки и анализа данных		СПК-20
Методы анализа и проектирования программного обеспечения		СПК-21
Обработка и распознавание изображений**		СПК-22
Анализ текстовых данных и информационный поиск (на английском языке)		СПК-23
Научно-исследовательский семинар «Интеллектуальный анализ больших данных», в том числе курсовая работа		6
Элективные дисциплины блока «Интеллектуальный анализ больших данных»	8	
<p><i>*Дисциплины (общей трудоемкостью 8 з.е.) содержится также в блоке «Статистический анализ и прогнозирование рисков» направленности «Математические методы обработки информации и принятия решений»;</i></p> <p><i>**Дисциплина (2 з.е.) содержится также в блоке «Математические методы прогнозирования» направленности «Математические методы обработки информации и принятия решений».</i></p>		
Блок «Компиляторные технологии»		
Параллельные вычисления (основной курс)	31	СПК-25 СПК-26 СПК-27 СПК-28 СПК-29 СПК-30 СПК-31 СПК-32
Оптимизация в компиляторах		
Компьютерные сети и телекоммуникации (дополнительные главы)		
Введение в информационную безопасность		
Дедуктивный анализ программ		
Анализ кода и информационная безопасность		
Теория игр и исследование операций*		
Методы анализа и проектирования программного обеспечения		
Анализ программ: понимание и оптимизация (на английском языке)		
Современные архитектуры и компиляторные технологии		
Научно-исследовательский семинар «Компиляторные технологии», в том числе курсовая работа	6	
Элективные дисциплины блока «Компиляторные технологии»	8	
<p><i>*Дисциплина (3 з.е.) содержится также в обязательной части направленностей «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания» и «Математические методы обработки информации и принятия решений».</i></p>		

Перечень специализированных дисциплин (модулей)	Трудоемкость (з.е.)	Формируемые компетенции
Блок «Технологии программирования»		
Параллельные вычисления (<i>основной курс</i>)	31	СПК-33 СПК-34 СПК-35 СПК-36 СПК-37 СПК-38 СПК-39 СПК-40 СПК-41 СПК-42
Объектно-ориентированный анализ и проектирование		
Компьютерные сети и телекоммуникации (дополнительные главы)		
Формальные методы разработки программ		
Верификация моделей программ		
Тестирование программного обеспечения		
Теория игр и исследование операций*		
Анализ кода и надёжность программ		
Технологии программирования для параллельных архитектур		
Производительность программных систем (на английском языке)		
Научно-исследовательский семинар «Технологии программирования», в том числе курсовая работа	6	
Элективные дисциплины блока «Технологии программирования»	8	
*Дисциплина (3 з.е.) содержится также в обязательной части направленностей «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания» и «Математические методы обработки информации и принятия решений».		
Блок «Суперкомпьютерные системы и приложения»		
Параллельные высокопроизводительные вычисления	31	СПК-43 СПК-44 СПК-45 СПК-46 СПК-47 СПК-48 СПК-49 СПК-50 СПК-51 СПК-52
Естественные модели параллельных вычислений		
Компьютерные сети и телекоммуникации (дополнительные главы)		
Введение в информационную безопасность		
Параллельные методы решения задач		
Технологии распределенного хранения и обработки данных (<i>основной курс</i>)		
Теория игр и исследование операций*		
Методы анализа и проектирования программного обеспечения		
Администрирование суперкомпьютерных систем		
Суперкомпьютерные системы и приложения (на англ. языке)		
Научно-исследовательский семинар «Параллельные вычисления», в том числе курсовая работа	6	СПК-53
Элективные дисциплины блока «Суперкомпьютерные системы и приложения»	8	

Перечень специализированных дисциплин (модулей)	Трудоемкость (з.е.)	Формируемые компетенции
<i>*Дисциплина (3 з.е.) содержится также в обязательной части направленностей «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания» и «Математические методы обработки информации и принятия решений».</i>		
Блок «Распределенные системы и компьютерные сети»		
Компьютерные сети и телекоммуникации (дополнительные главы)	31	СПК-54
Методы машинного обучения		СПК-55
Архитектура управляющих систем реального времени		СПК-56
Распределенные алгоритмы и системы		СПК-57
Информационная безопасность		СПК-58
Математические методы верификации (логических) схем и программ		СПК-59
Теория игр и исследование операций*		СПК-60
Теория массового обслуживания и проверка статистических гипотез		СПК-61
Облачные вычисления и виртуализация информационных ресурсов		СПК-62
Научно-исследовательский семинар «Распределенные системы и компьютерные сети», в том числе курсовая работа		6
Элективные дисциплины блока «Распределенные системы и компьютерные сети»	8	СПК-65
<i>*Дисциплина (3 з.е.) содержится также в обязательной части направленностей «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания» и «Математические методы обработки информации и принятия решений».</i>		
Блок «Квантовая информатика»		
Квантовая механика и квантовые вычисления	31	СПК-66
Квантовая информатика и квантовые коммуникации		СПК-67
Статистическая физика*		СПК-68
Введение в информационную безопасность		СПК-69
Параллельные методы решения задач		СПК-70
Квантовая теория информации		СПК-71
Физика волновых процессов**		СПК-72
Моделирование квантовых систем		СПК-73
Численные методы математической физики**		СПК-74
Квантовая криптография (на английском языке)		СПК-75
Научно-исследовательский семинар «Суперкомпьютерная обработка данных», в том числе курсовая работа	6	СПК-73 СПК-74
Элективные дисциплины блока «Квантовая информатика»	8	СПК-75

Перечень специализированных дисциплин (модулей)	Трудоемкость (з.е.)	Формируемые компетенции
*Дисциплина (4 з.е.) содержится также в обязательной части направленностей «Математические методы обработки информации и принятия решений».		
**Дисциплины (общей трудоемкостью 7 з.е.) содержатся также в обязательной части направленностей «Математические и компьютерные методы решения задач естественнознания».		
Блок «Большие данные: инфраструктуры и методы решения задач»		
Виртуальная интеграция неоднородных данных и унификация моделей данных	31	СПК-76 СПК-77 СПК-78 СПК-79 СПК-80 СПК-81 СПК-82
Материализованная интеграция данных и организация хранилищ больших данных		
Управление разно-структурированными большими данными		
Идентификация и слияние сущностей в больших данных		
Детектирование аномалий в больших данных		
Гипотезы и модели в науках с интенсивным использованием данных		
Анализ больших данных в социальных средах		
Прикладной многомерный статистический анализ*		
Интеллектуальный анализ данных		
Научно-исследовательский семинар «Платформы и аналитика больших данных», в том числе курсовая работа	6	
Элективные дисциплины блока «Большие данные: инфраструктуры и методы решения задач»	8	
*Дисциплина (3 з.е.) содержится также в блоке «Статистический анализ и прогнозирование рисков» направленности «Математические методы обработки информации и принятия решений»;		

3.3. Примерные дисциплины (модули дисциплин) по выбору студента направленности (профиля) подготовки «Системное программирование и компьютерные науки»

Дисциплины (модули) по выбору для всех блоков дисциплин (примерный перечень), студент выбирает один из модулей
Общий объем дисциплин, прослушанных студентом, должен составить не менее 15-17 з.е.

Модуль «Автоматизированные системы вычислительных комплексов»

Алгоритмы оптимизации, основанные на методе проб и ошибок	3 з.е.
Имитационное моделирование в исследовании и разработке информационных систем	3 з.е.
Надежность программного обеспечения	3 з.е.

Планирование вычислений в распределенных системах	3 з.е.
Основы программной инженерии	4 з.е.
Прикладная алгебра	2 з.е.
Сложность алгоритмов	4 з.е.

Модуль «Алгоритмические языки»

Функциональное программирование	3-4 з.е.
Искусственный интеллект	3 з.е.
Методы и средства информационного поиска	3 з.е.
Основы программной инженерии	4 з.е.
Прикладная алгебра	2 з.е.
Сложность алгоритмов	4 з.е.

Модуль «Системное программирование»

Конструирование ядра операционной системы	3 з.е.
Основы обработки текстов	3 з.е.
Введение в функциональное программирование	3 з.е.
Основы программной инженерии	4 з.е.
Прикладная алгебра	2 з.е.
Сложность алгоритмов	4 з.е.

Модуль «Квантовая информатика и суперкомпьютерные вычисления»

Квантовые вычисления	4 з.е.
Средства и системы параллельного программирования	3 з.е.
Основы квантовой информатики	4 з.е.
Основы программной инженерии	4 з.е.
Прикладная алгебра	2 з.е.
Сложность алгоритмов	4 з.е.

Дисциплины по выбору по блокам

(примерный перечень, общий объём дисциплин, прослушанных студентом, должен составить не менее 8 з.е.)

Блок «Интеллектуальные системы»

Веб-сервисы	2-4 з.е.
Программные средства для таксономических и историко-архивных исследований	2-4 з.е.
Синтез программ	2-4 з.е.

Блок «Интеллектуальный анализ больших данных»

Введение в интеллектуальные методы анализа данных	2-4 з.е.
Случайные процессы. Дополнительные главы	2-4 з.е.
Современные парадигмы программирования	2-4 з.е.
Теория сложности комбинаторных алгоритмов	2-4 з.е.

Блок «Компиляторные технологии»

Компьютерная алгебра	2-4 з.е.
Контроль качества программного обеспечения	2-4 з.е.
Методы верификации моделей программного обеспечения	2-4 з.е.

Блок «Технологии программирования»

Модель данных SQL	2-4 з.е.
Анализ текстовых данных и информационных ресурсов	2-4 з.е.
Информационные ресурсы и облачные вычисления	2-4 з.е.

Блок «Суперкомпьютерные системы и приложения»

Инструментальные системы настройки эффективности суперкомпьютерных приложений	2-4 з.е.
Параллельное программирование для многопроцессорных систем	2-4 з.е.
Параллельные алгоритмы линейной алгебры	2-4 з.е.
Параллельные математические библиотеки	2-4 з.е.
Программирование графических процессоров	2-4 з.е.

Блок «Распределенные системы и компьютерные сети»

Контроль качества программного обеспечения	2-4 з.е.
Программно-конфигурируемые сети	2-4 з.е.
Управление качеством сетевых сервисов	2-4 з.е.

Блок «Квантовая информатика»

Вычислительные технологии и моделирование биологических систем*	2-4 з.е.
Вычислительная электродинамика**	2-4 з.е.
Математическая логика	2-4 з.е.

*Дисциплина (3 з.е.) содержится также в элективной части блока «Вычислительные технологии и моделирование» направленности «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания».

**Дисциплина (4 з.е.) содержится также в элективной части блока «Современные методы математического моделирования» направленности «Математические и компьютерные методы решения задач естествознания».

Блок «Большие данные: инфраструктуры и методы решения задач»

Извлечение информации из изображений	2-4 з.е.
Методы поиска достоверных эмпирических закономерностей в многомерных данных	2-4 з.е.
Метрические методы интеллектуального анализа данных	2-4 з.е.
Неклассические математические модели обработки данных	2-4 з.е.
Нестатические методы анализа данных и классификации	2-4 з.е.
Прикладные задачи анализа данных	2-4 з.е.