Саратовский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского

Авторы: А. М. Захаров, А. В. Шаталина.

МАГИСТРАТУРА НА МЕХАНИКО – МАТЕМАТИЧЕКСОМ ФАКУЛЬТЕТЕ.ЧАСТЬ 2.

Учебно-методическое пособие для выпускников бакалавриата механико-математического, физического факультетов, факультета компьютерных наук и информационных технологий, а также абитуриентов магистратуры

Саратов
2016

Оглавление

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАГИСТЕРСКИХ ПРОГРАММ

I. Направление подготовки «02.04.01 (010200) Математика и компьютерные науки»

Все магистерские программы данного направления реализуются согласно ФГОС ВО 02.04.01 «Математика и компьютерные науки».

Область профессиональной деятельности выпускников программ магистратуры включает:

научно-исследовательскую деятельность в областях, использующих математические методы и компьютерные технологии; решение различных задач с использованием математического моделирования процессов и объектов и программного обеспечения; разработку эффективных методов решения задач естествознания, техники, экономики и управления; программно-информационное обеспечение научной, исследовательской, проектно-конструкторской и эксплуатационно-управленческой деятельности; преподавание цикла математических дисциплин (в том числе информатики).

Объектами профессиональной деятельности выпускников программ магистратуры являются:

системообразующие понятия фундаментальной (гипотезы, теоремы, методы, математические модели) и прикладной (алгоритмы, программы, базы данных, операционные системы, компьютерной технологии) математики.

Исходя из потребностей рынка труда, научно-исследовательского и материально-технического ресурса механико-математического факультета из возможных **видов профессиональной деятельности**, предусмотренных стандартом, в реализуемых магистратурах выбрано два вида деятельности:

научно-исследовательская деятельность;

производственно-технологическая деятельность.

Согласно этим видам деятельности были выбраны соответствующие профессиональные компетенции:

научно-исследовательская деятельность:

способностью к интенсивной научно-исследовательской работе (ПК-1);

способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом (ПК-2);

способностью публично представить собственные новые научные результаты (ПК-3);

производственно-технологическая деятельность:

способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач (ПК-4);

способностью к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах (ПК-5);

способностью к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках (ПК-6);

По данному направлению на механико-математическом факультете реализуются две магистерские программы: «Математический анализ и приложения» и «Дифференцируемые многообразия и интегрируемые системы». Это первые разработанные магистерские программы на механико-математическом факультете, которые реализуются с 2009 года. Учитывая опыт и тематику этих программ, в 2014 году был разработан новый актуальный профиль «Математические основы компьютерных наук» в рамках направления 02.04.01 (010200) «Математика и компьютерные науки». В 2015 году планируется первый набор по данному профилю.

1) 02.04.01 (010200) - «Математика и компьютерные науки» профиль «Дифференцируемые многообразия и интегрируемые системы»

Подготовка студентов по данной ООП проводится на кафедре геометрии. В настоящее время среди сотрудников кафедры – 3 профессора, 2 доктора физико-математических наук, 1 – доктор педагогических наук; 6 доцентов, кандидатов физико-математических наук, 1 – кандидат педагогических наук; 1 старший преподаватель. Среди преподавателей, обеспечивающих учебный процесс по профессиональному циклу и научно-исследовательской работе, 100 процентов преподавателей, имеют ученые степени, 90 процентов - ученые звания, при этом ученые степени доктора и ученое звание профессора имеют 30 процентов преподавателей. К образовательному процессу по дисциплинам профессионального цикла привлекаются не менее 20 процентов преподавателей из числа действующих руководителей и ведущих работников профильных организаций, предприятий и учреждений.

Общее руководство научным содержанием и образовательной частью ООП магистратуры осуществляет профессор кафедры геометрии Сергеев Александр Николаевич, доктор физико-математических наук.

За время работы в Саратовском государственном университете А.Н. Сергеев проявил себя как крупный специалист в области квантовых интегрируемых систем и теории представлений. А.Н. Сергеев несколько раз посещал Математический Институт Стокгольмского университета в качестве приглашенного ученого, является референтом американского математического общества.

Основную учебную и научно-исследовательскую работу в магистратуре кроме руководителя ведут профессора В.В. Розен, Поплавский В.Б. и Галаев С.В.

Область научных интересов: общая алгебра, теория упорядоченных множеств, выпуклый анализ, теория игр, теория принятия решений.

Непосредственное руководство магистрами осуществляется руководителями, имеющими ученую степень и ученое звание. Допускается одновременное руководство не более чем двумя магистрами.

Аннотации основных дисциплин по данному профилю

1. Дисциплина *«Современные проблемы математики»* знакомит слушателей с современным состоянием основных математических идей с историческими экскурсами.

   Как известно, на протяжении почти двух тысячелетий основы математического мышления были основаны на геометрии. Затем началось радикальное преобразование математики. Чисто геометрические понятия уступили место представлениям о числе и алгебраической операции. Появление новых моделей привело к принципиальному повороту в развитии математики. Примерами таких переломных моментов служат открытие неевклидовой геометрии и возникновение теории бесконечных множеств. Стремительное развитие математики неизбежно повлекло за собой специализацию и обособление. Появилась потребность в четком понимании сущности математики, ее проблем и целей. В 1900 г. на международном математическом конгрессе в Париже Давид Гильберт изложил список проблем, которые, как он полагал, предстояло решить в XX веке. По примеру Гильберта в конце XX века некоторые математики сформулировали подобные стратегические задачи на XXI век.

   Основная задача курса заключается в формировании представления о математике не как о собрании разрозненных теорем, а как о мощном инструменте познания. Слушатели курса должны получить представление о становлении арифметической и геометрической мысли в историческом развитии, познакомится с основными направлениями развития современной математики.

2. Дисциплина *«Группы и алгебры Ли»* относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла, является составляющей магистерской программы «Дифференцируемые многообразия и интегрируемые системы». В качестве предварительной основы для этого курса необходимо знание основ общей алгебры и линейной алгебры.
Понятие алгебры Ли возникло как адекватная алгебраическая структура при изучении групп Ли.
Группы Ли (многообразие со структурой группы) были открыты в конце 19 века Норвежским математиком Софусом Ли. Впоследствии обе эти структуры стали играть решающую роль во многих областях математики и математической физики. Например, большинство симметрий элементарных частиц описывается конкретными группами Ли или алгебрами Ли (иногда бесконечномерными). Кроме того, как оказалось большинство приложений групп и алгебр Ли естественно формулировать в терминах теории представлений. В частности, большинство специальных функций возникают как матричные элементы, конечномерных представлений полупростых групп (алгебр) Ли и их обобщений. В данном курсе приводится изложение основных фактов общей теории на простейшем, но достаточно содержательном примере алгебры Ли sl(2). Это включает в себя полупростоту конечномерных представлений, их классификацию, описание центра обертывающей алгебры и модулей Верма.

3. Дисциплина *«Векторные расслоения»* относится к дисциплинам по выбору вариативной части профессионального цикла
Основная цель курса «Векторные расслоения» состоит в ознакомлении студентов с теорией векторных расслоений, и её приложениями.
Векторные расслоения представляют собой важный класс локально тривиальных расслоений, в каждом слое которых задана структура векторного пространства, «непрерывно зависящая от точки базы». К

моменту чтения данного курса студенты уже должны быть знакомы с примерами векторных расслоений, такими как касательное расслоение к гладкому многообразию, и данный спецкурс должен систематизировать, углубить и расширить полученные ранее знания. Используя классы некоторой эквивалентности векторных расслоений над пространством X можно построить некоторую абелеву группу K(X), которая функториально зависит от X и является нулевым членом некоторой обобщенной теории когомологий – так называемой K-теории. Теория векторных расслоений и K-теория имеет многочисленные применения, как в топологии, так и в других разделах математики. Из таких применений укажем результат о том, что сферы, допускающие структуру H-пространства, имеют размерности 0, 1, 3, 7, откуда следует, что конечномерные вещественные алгебры с делением (не обязательно ассоциативные и унитальные) могут иметь лишь размерности 1, 2, 4, 8. Другой известной задачей, решённой с помощью K-теории, является задача о точном вычислении числа линейно независимых векторных полей на сферах. Кроме того, без K-теории нельзя представить решение М. Атьей и И. Зингером проблемы индекса эллиптического оператора на компактном многообразии.

Успешное усвоение курса «Векторные расслоения» возможно только в результате приобретения студентами достаточно высокой математической культуры. Кроме того, им необходимо уметь применять общие теоремы для исследования конкретных примеров. Эта весьма сложная задача требует большой работы, в частности, самостоятельной.

4. Дисциплина *«Выпуклый анализ»*. Понятие выпуклости является одним из простейших и, вместе с тем, важнейшим геометрическим понятием. В начале прошлого века на стыке геометрии и математического анализа возникло новое научное направление – выпуклый анализ. В настоящее время идеи и методы выпуклого анализа активно используются как в

рамках чистой математики, так и в разнообразных ее приложениях (в математической экономике, теории оптимизации, теории игр). Выпуклый анализ имеет тесные содержательные связи с топологией, с теорией топологических векторных пространств, а также с функциональным анализом.

Задачами курса «Выпуклый анализ» являются:

- Формирование у студентов понимания роли понятия выпуклости, лежащего в основе многих математических понятий и конструкций;
- Усвоение важнейших положений и результатов выпуклого анализа;
- Понимание специфики алгебраической и топологической структуры выпуклых множеств в линейных пространствах;
- Овладение математическим аппаратом, предназначенным для решения задач, относящихся к выпуклым множествам и выпуклым функциям в линейных пространствах.

Изложение материала дается в алгебраической (бескоординатной) форме. Основные доказываемые результаты снабжены геометрическими интерпретациями и иллюстрациями.

5. Дисциплина *«Гамильтоновы структуры на симплектическом многообразии»* относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла, и является одной из важнейших дисциплин направления «Математика и компьютерные науки». Изучение ряда математических структур, возникающих первоначально в механике, а затем и в оптимальном управлении, привело к созданию интересных разделов геометрии, в частности, симплектической геометрии. Дисциплина «Гамильтоновы структуры на симплектическом многообразии» существенно опирается на материал таких курсов как линейная алгебра и геометрия, теория дифференциальных уравнений, дифференцируемые многообразия, риманова геометрия, классическая механика, вариационное исчисление. В свою очередь, она призвана

развивать и углубить знания по указанным курсам. Основная цель курса «Гамильтоновы структуры на симплектическом многообразии» состоит в ознакомлении студентов с основами симплектической геометрии и гамильтоновых систем, а также с приложениями теории гамильтоновых систем к анализу задач классической механики.

6. Дисциплина *«Дифференцируемые многообразия»* относится к дисциплинам по выбору вариативной части общенаучного цикла.
   Дифференцируемые многообразия являются одним из основных объектов изучения в современной геометрии и топологии. Данный курс посвящен изучению глобальных топологических инвариантов гладких многообразий, которые строятся из гладких функций и их обобщений - дифференциальных форм. Получающаяся из них теория когомологий Де Рама определяет гомотопические инварианты гладких многообразий. Теория Де Рама является подходящим для студентов примером применения идеологии и методов теории гомологий для исследования топологии гладких многообразий. Она развивает ряд результатов из анализа (понятие полного дифференциала, связь с операциями векторного анализа) и представляет вариант теории когомологий для гладких многообразий, обладающий рядом инструктивных преимуществ по сравнению с более общей теорией сингулярных когомологий из курса алгебраической топологии. Кроме того, теория Де Рама имеет фундаментальные приложения в физике. Изложение теории главных и векторных расслоений, включая их локальное задание с помощью коциклов, позволяет по-новому посмотреть на такой знакомый объект как касательное расслоение, изучить его глобальные топологические свойства (существование глобальных нигде не обращающихся в нуль сечений и т.п.). Изложение при этом иллюстрируется важным примером - комплексным расслоением Хопфа.

7. Дисциплина *«Дополнительные главы алгебры»* входит в вариативную часть профессионального цикла и служит важной составляющей фундаментальных математических знаний.

   Современная алгебра составляет главный раздел математики, находя приложения в логике, топологии, геометрии, математического анализа и теории функций, теории вероятностей, теории нечетких множеств, бинарных отношений, теории автоматов, комбинаторике и др. Алгебра находит приложения в таких науках, как компьютерные науки и кибернетика, физика и техника, экономика и социология, медицинская диагностика и многих других.

   Строение курса «Дополнительные главы алгебры» предполагает введение в алгебру множеств и отношений, теорию групп, полугрупп и их обобщений, колец, полуколец, модулей и их обобщений, упорядоченные множества и решетки, основы теории универсальных алгебр и неклассических алгебраических систем. Подробно изучается алгебра булевых матриц (или булевых бинарных отношений на конечных множествах) и её приложения.

8. Дисциплина *«Квантовые интегрируемые системы»* относится к вариативной части профессионального цикла. Знания, полученные в результате освоения данного курса, позволят использовать методы теории представлений при изучении других современных математических теорий. Более точно следует говорить о квантовых системах Калоджеро-Мозера-Сазерленда. Эти системы в частном случае были открыты итальянским физиком Калоджеро в 1971 году при описании квантовых частиц на прямой взаимодействующих по закону обратных кубов. Они оказались интегрируемыми том смысле, что можно построить достаточно много дифференциальных операторов коммутирующих с исходным оператором второго порядка. Сазерленд первым рассмотрел тригонометрический аналог оператора Калоджеро. Такие системы тоже

оказались интегрируемыми. Примерно в это же время Джек открыл полиномы, носящие его имя. Впоследствии оказалось, что они являются собственными функциями оператора Сазерленда. Оказалось, также, что эти операторы связаны с алгебрами Ли и супералгебрами Ли. В настоящее время теория этих операторов находится на стыке алгебры, анализа и дифференциальных уравнений и имеет приложения в теории симметрических пространств, теории представлений и теории специальных функций.

9. Дисциплина *«Основы теории топологических групп»* относится к дисциплинам по выбору вариативной части общенаучного цикла.

   Дисциплина читается в первом и втором семестрах. Этот курс один из наиболее трудных, ввиду его абстрактности и сложности доказательства основного результата. Его усвоение свидетельствует об уровне квалификации студента.

   Основная цель курса «Основы теории топологических групп» состоит в ознакомлении студентов с формулировкой и доказательством теоремы двойственности Понтрягина для локально компактных групп. Эта теорема, ставшая классической, - один из фундаментальных результатов современной математики. Ее доказательство основано на глубоком изучении структуры компактных, дискретных и локально компактных групп. Кроме того, эта теорема имеет естественные приложения в других областях математики. В частности, от нее берет начало гармонический анализ на топологических группах. А именно, с помощью нее оказалось возможным строить ряды и интегралы Фурье на топологических группах, а также построить теорию почти периодических функций. Предварительной основой для этого курса является знание основ общей топологии и теории групп.

   Основной задачей курса «Основы теории топологических групп» является овладение студентами современных методов изучения сложных и весьма абстрактных математических объектов. Это возможно только в результате приобретения ими достаточно высокой математической культуры. Кроме того, необходимо уметь пользоваться полученными общими результатами для исследования конкретных примеров. Эта весьма сложная задача требует большой работы, в частности, самостоятельной.

10. Дисциплина *«Риманова геометрия»* входит в вариативную часть профессионального цикла и служит важной составляющей фундаментальных математических знаний. Риманово многообразие играет важную роль, как в математике, так и в ее приложениях в физике и механике. Вводятся следующие понятия и факты:

 Определение и примеры римановых многообразий. Простейшие свойства римановых многообразий. Риманова связность. Геодезические и их свойства. Структурные уравнения, кривизна и кручение. Тождества Бианки. Секционная кривизна. Локально евклидовы многообразия. Голономия и ее связь с кривизной. Изометрии римановых многообразий. Римановы многообразия постоянной кривизны и представление об их геометрии. Плоскость Лобачевского как пример риманова многообразия постоянной отрицательной кривизны. Элементы теории симметрических пространств. Основная цель курса «Риманова геометрия» состоит в ознакомлении студентов с основами римановой геометрии и ее приложений. Риманова геометрия является одним из разделов дифференциальной геометрии, главным объектом изучения которого, являются римановы многообразия. В свое время риманова геометрия сыграла важную роль в создании теории относительности, что привело к ее бурному развитию. На настоящий момент понятия и методы римановой геометрии играют важную роль в современной математике и теоретической физике (квантовая теория поля, динамические системы). Знания, полученные в результате освоения данного курса, дадут возможность читать современную математическую литературу по данной тематике, позволят ставить новые задачи и находить их решение. Данный курс тесно связан с такими курсами магистратуры по данному профилю, как «Дифференцируемые многообразия», «Группы и алгебры Ли», «Теория связности», «Векторные расслоения» и др.

11. Дисциплина *«Теория связности»* является дисциплиной по выбору профессионального цикла и является одной из важнейших дисциплин направления «Математика и компьютерные науки»

Линейная связность на дифференцируемом многообразии представляет собой дополнительную структуру, которую геометрически можно описать как параллельный перенос касательных векторов. Если в линейном пространстве имеется естественное понятие касательных векторов, то для произвольного гладкого многообразия вопрос о том, параллельны ли векторы, касательные к многообразию, но имеющие разные начальные точки, не имеет смысла. В общем случае параллельный перенос зависит от пути, вдоль которого он осуществляется. Исследуя в начале двадцатого века движение точки по поверхности в отсутствии внешних сил, Леви-Чивита построил параллельный перенос касательного вектора. Существуют разные подходы к определению линейной связности. Построение теории связностей в рамках главного расслоения основано на использовании аппарата групп Ли. Основная цель курса «Теория связности» состоит в ознакомлении студентов с основными понятиями и фактами теории связности в главном расслоении.

Задачи курса «Теория связности»:

- сформировать у студентов представление о геометрических методах, основанных на использовании аппарата расслоенных пространств;
- сформировать у студентов умение решать задачи классической механики с использованием аппарата ковариантного дифференцирования,

- сформировать у студентов готовность применять геометрические методы для исследования задач вариационного исчисления.

12. Основная цель курса *«Теория категорий»* состоит в ознакомлении студентов с языком теории категорий, её понятийным аппаратом и примерами использования в фундаментальной математике и в программировании.

Язык теории категорий используется во многих областях современной математики и играет в ней унифицирующую роль, выявляя категорную природу важнейших конструкций. Можно сказать, что основные понятия теории категорий (например, универсального объекта, представимого функтора) заключают в себе общематематические паттерны. Многие современные математические монографии рассчитаны на читателей, знакомых с основными понятиями теории категорий и владеющих основами «категорного мышления». Методы теории категорий нашли серьезное применение в алгебраической топологии, алгебраической геометрии, алгебраической K-теории и даже в маломерной топологии и теории узлов. Все это показывает необходимость для будущего математика-профессионала знания основ этой теории и, главное, овладения ее языком. Кроме того, ряд понятий теории категорий нашли применение в программировании. Прежде всего, это понятие монады, используемое для представления вычислений в функциональных языках программирования (Haskell и др.). Основной задачей курса «Теория категорий» является овладение современными и весьма абстрактными методами изучения математических объектов. Это возможно только в результате приобретения ими достаточно высокой математической культуры. Кроме того, необходимо уметь пользоваться полученными общими результатами для исследования конкретных примеров. Эта весьма сложная задача требует большой работы, в частности, самостоятельной.

13. Основная цель курса *«Теория конечных полей»* состоит в ознакомлении студентов с основами одного из известных разделов классической алгебры. Первые исследования конечных полей появились в начале XIX в. Заслуги в формировании понятия конечного поля принадлежат Гауссу и Галуа, и длительное время конечные поля изучались и находили применение только в алгебре и теории чисел. Однако в последние десятилетия грани соприкосновения теории конечных полей с разными областями математики и её прикладными разделами существенно расширились. Это теория групп и алгебраическая геометрия, комбинаторика и теория автоматов, теория кодирования и другие приложения. Основная задача курса «Теория конечных полей» ознакомить с основными результатами, связанными с построением конечного поля и показать роль конечных полей в прикладных задачах проектирования современных систем защиты информации.

14. Дисциплина *«Финслерова геометрия и ее приложения»* относится к факультативным дисциплинам. Он играет важную роль в образовании по данному направлению, так как имеет важные применения в дифференциальной геометрии, глобальном анализе и топологии. Основная цель курса «Финслерова геометрия и ее приложения» состоит в ознакомлении студентов с такими основными понятиями теории пространств Финслера как: связности Картана и Бервальда, тензоры кривизны финслерова пространства, индикатриса финслерова пространства и др. Финслерова геометрия находит важные приложения в теории относительности и в теории оптимального управления. Изложение материала основано на привлечении следующих разделов современной дифференциальной геометрии: групп и алгебр Ли, теории связностей в расслоенных пространствах и др.

15. Дисциплина *«Булевы алгебры»* относится к дисциплине по выбору вариативной части профессионального цикла и является важной составляющей фундаментальных математических знаний**.** Теория булевых алгебр представляет собой раздел математики, связанный с исследованием алгебр подмножеств относительно операций объединения, пересечения и дополнения. Изучение булевых алгебр, а также их интерпретаций и обобщений, занимает одно из центральных мест в современной математике, в частности, алгебре, логике, топологии, теории вероятностей, нечетких множеств, бинарных отношений, автоматов, комбинаторике, исследования операций и пр., и пр. Булевы алгебры представляют также предмет пристального изучения и в таких современных естественных науках, как кибернетика, физика, экономика, социология, медицинская диагностика и многих других. Возникновение теории булевых алгебр связано с исследованием Буля алгебр высказываний для анализа логических заключений, следующих законам логики. Стоун показал, что такие абстрактным образом заданные алгебры имеют, тем не менее, естественное теоретико-множественное представление в виде множества подмножеств некоторого множества.

Строение данного курса лекций предполагает некоторое введение в теорию полуколец и решеток. Далее предполагается изложение основных понятий и теорем, связанных с булевой алгеброй. В качестве приложений будет дано введение в теорию булевых функции и решение простейших булевых уравнений и неравенств, а в заключении, элементы теории булевых матриц и их применения.

16. Дисциплина *«Группы порожденные отражениями»* относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла и является одной из важнейших дисциплин направления «Математика и компьютерные науки». Понятие группы является одним из основных в математике и в то же время одним из наиболее сложных. Даже

классификация конечных простых групп была получена только недавно и в значительной степени опиралась на компьютерные вычисления. Конечные группы, порожденные отражениями, выделяются среди всех конечных групп тем, что они, имея многочисленные применения в математике, достаточно сложны и в то же врем допускают полную классификацию. Кроме того, благодаря своему геометрическому происхождению они имеют также приложения в теории правильных многогранников в многомерных пространствах. Особо следует отметить роль этих групп в теории алгебр Ли. В частности, знаменитая гипотеза Каждана - Люстига формулируется в контексте алгебр Гекке, которые являются естественной деформацией групповой алгебры группы, порожденной отражениями. В данном курсе излагается классификация конечных групп, порожденных отражениями в Евклидовом пространстве посредством сведения задачи к задаче классификации определенных наборов векторов (систем корней). Последняя задача решается с использованием языка теории графов.

2) 02.04.01 (010200) - «Математика и компьютерные науки» профиль «Математический анализ и приложения»

ООП магистратуры, реализуемая Саратовским государственным университетом на механико-математическом факультете по направлению подготовки 010200 «Математика и компьютерные науки», обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими, базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, и систематически занимающимися научной и научно-методической деятельностью.

Подготовка студентов по данной ООП проводится на кафедре математического анализа. В настоящее время среди сотрудников кафедры – 2 профессора, доктора физико-математических наук, 6 доцентов, кандидатов физико-математических наук, 1 старший преподаватель и 2 ассистента.

Среди преподавателей, обеспечивающих учебный процесс по профессиональному циклу и научно-исследовательскому семинару, 90 процентов преподавателей, имеют ученые степени и ученые звания. К образовательному процессу по дисциплинам профессионального цикла привлекаются не менее 20 процентов преподавателей из числа действующих руководителей и ведущих работников профильных организаций, предприятий и учреждений.

Общее руководство научным содержанием и образовательной частью ООП магистратуры осуществляет профессор кафедры Лукомский Сергей Федорович (1949 г.р.), доктор физико-математических наук по специальности 01.01.01 – математический анализ (Екатеринбург, Институт математики и механики РАН, 1998 г.), профессор с 2002 г.

С.Ф. Лукомский является ведущим специалистом в области математического анализа. Основные его работы относятся к теории единственности и сходимости тригонометрических рядов, к теории неабсолютно сходящихся интегралов, к теории интерполяции, кратномасштабному анализу и теории всплесков (вейвлетов) и абстрактному гармоническому анализу.

Основную учебную работу в магистратуре ведет кроме руководителя профессор Д.В. Прохоров. Профессор Д.В. Прохоров является ведущим специалистом в мире в области геометрической теории функций.

Аннотации основных дисциплин по данному профилю

1. Курс *«Дополнительные главы теории функций комплексного переменного»* состоит из двух частей. Первая часть курса посвящена решению некоторых экстремальных задач геометрической теории функций комплексного переменного методами оптимального управления. Здесь рассмотрены некоторые задачи по оценке коэффициентных функционалов, для решения которых используется принцип максимума Понтрягина. Во второй части курса рассматривается гидромеханическая

интерпретация аналитических функций с помощью комплексного потенциала плоского векторного поля. Комплексный потенциал позволяет дать наглядную гидромеханическую интерпретацию математическим особенностям аналитических функций и, наоборот, при характеристике гидромеханических особенностей использовать хорошо развитую теорию аналитических функций.

2. Курс для магистров *«Комбинаторные алгоритмы»* посвящён алгоритмам дискретной математики, лежащим в основе задач с применением теории графов. Как известно, практически в любой отрасли знаний (математика, физика, социология, лингвистика и др.) задачи можно формулировать и решать в терминах графов. Список является наиболее естественным представлением графа. Поэтому в качестве компьютерной поддержки курса выбраны списковые языки Пролог и Питон. Пролог к тому же имеет встроенный механизм, осуществляющий поиск с возвратом, часто необходимый для анализа комбинаторных объектов. Подробно рассматриваются алгоритмы поиска путей в графе, потоков в сетях, метода резолюции и других методов компьютерной логики, лежащих в основе работы Пролога. Ряд задач посвящён конечным автоматам, которые широко используются для моделирования дискретно-цифровых преобразователей информации. Питон имеет большой набор библиотек работы со списками, графами, векторной графикой, позволяющих быстро создать граф, проанализировать его, получить качественное изображение.

3. Курс *«Экспертные системы»* для магистров посвящён современному состоянию одной из ветвей искусственного интеллекта, как известно, способного имитировать знания эксперта в узкой предметной области. Несмотря на довольно давнюю историю своего развития (с 70-х годов 20 века) эта научная отрасль не теряет актуальности. Особенно плодотворно обслуживаются задачи диагностики и другие задачи, где применяется

логический вывод, напоминающий рациональные рассуждения человека. В настоящее время традиционные компоненты экспертных систем (базы знаний, логический вывод, человеко-машинный интерфейс) дополняются нейронными сетями и другими элементами машинного обучения. В них используются статистические методы, методы нелинейной оптимизации, алгоритмы дискретной математики. Магистерский курс поддерживается свободно распространяемым программным обеспечением (языки Пролог, Питон, оболочки экспертных систем CLIPS, Deductor).

4. В дисциплине *«Геометрическая теория функций комплексного переменного»* рассматривались основные методы, используемые в указанной теории: метод площадей, вариационный метод, методы контурного интегрирования.
   Основные классы однолистных в единичном круге функций изучались с разных точек зрения. Использовался метод областей значений для функций, представимых интегралом Стилтьеса.
   При решении экстремальных задач изучался вопрос о точности полученных оценок. В связи с этим рассматривались различные конформные отображения аналитических функций в круге и в многосвязных областях. Так как геометрическая теория функций комплексного переменного продолжает успешно развиваться, то при чтении спецкурса использовались результаты последних статей российских и зарубежных авторов. Были, естественно, затронуты и интересы автора, связанные с классическими аналитическими исследованиями комплексного анализа (вопросы об интегральных средних).

5. В дисциплине *«Римановы поверхности»* излагаются элементы теории римановых поверхностей, рассматриваются фундаментальные понятия и свойства, характеризующие римановы поверхности. Используя основные

понятия топологии точечных множеств, вводятся определения абстрактной римановой поверхности или аналитического многообразия и показывается, что риманова поверхность аналитической функции является римановой поверхностью в абстрактном смысле. Изучаются накрывающие поверхности и фундаментальные группы, а также триангулируемые и ориентируемые многообразия. Излагаются некоторые вопросы теории дифференциалов и интегралов на римановых поверхностях. Освоение курса предполагает владение слушателями методами теории функций комплексного переменного, функционального анализа.

6. Дисциплина *«Теория однолистных функций»*. Однолистные функции, т.е. регулярные или мероморфные функции, принимающие в различных точках области различные значения, с геометрической точки зрения являются наиболее простыми аналитическими функциями. При их исследованиях возникают вопросы о критериях однолистности аналитических функций и влиянии однолистности на свойства функций. К основным задачам теории однолистных функций относят также изучение соответствия границ при конформном отображении, решение различных экстремальных задач теории функций. К настоящему времени разработано большое количество методов решения указанных задач. В данном спецкурсе систематически рассматривается метод параметрических представлений. В своей первооснове он восходит к теории чешского математика К. Левнера, опубликованной в 1923 году. Метод параметрических представлений позволяет получить конформное отображение одной области на другую посредством построения однопараметрического семейства конформных отображений. Это семейство представимо функцией одного комплексного и одного вещественного переменного (параметра), равномерно дифференцируемой по параметру внутри исходной области и удовлетворяющей как функция

параметра некоторому дифференциальному уравнению, в частном случае - уравнению Левнера. Динамика конформного изоморфизма характеризуется изменением функции, отображающей каноническую область (например, круг) на данную область, происходящим при замене этой области на близкую к ней. Такой переход от одной области к другой может быть осуществлен в определенном классе областей посредством непрерывной деформации, оставляющей все промежуточные области в рассматриваемом классе. Лёвнер первым использовал это обстоятельство и вывел дифференциальное уравнение для отображений, соответствующих областям, получающимся из плоскости проведением переменного разреза вдоль заданной кривой. Дальнейшие исследования в этом направлении были направлены на поиск уравнения, интегралы которого индуцируют всю совокупность однолистных отображений единичного круга. Значительный вклад в решение этой проблемы внес П.П. Куфарев, получивший обобщение уравнения Левнера, называемой уравнением Левнера-Куфарева. Куфаревым проведен ряд исследований свойств интегралов этого уравнения, доказана их однолистность. В.Я. Гутлянский доказал, что уравнение Левнера-Куфарева порождает множество всех однолистных функций, тем самым получив исчерпывающий результат в данном направлении исследования. С помощью данного параметрического представления были решены многие задачи об оценке функционалов, расширена возможность применения вариационного метода, обеспечено проникновение в теорию функций комплексного переменного методов оптимального управления, в частности, принципа максимума Л.С. Понтрягина.

7. В спецкурсе *«Теория приближений»* изучаются вопросы равномерного приближения функций последовательностями полиномов, наилучшее приближение оператора дифференцирования на классах функций многих

переменных линейными ограниченными операторами, а также изучаются родственные данным задачи.

II. Направление подготовки

«01.04.02 Прикладная математика и информатика»

Магистерская программа данного направления реализуется согласно ФГОС ВО 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры включает: академические, научно-исследовательские и ведомственные организации, связанные с решением научных и технических задач; научно-исследовательские и вычислительные центры; научно-производственные объединения; образовательные организации высшего и среднего профессионального образования; государственные органы управления; организации различных форм собственности, индустрии и бизнеса, осуществляющие разработку и использование информационных систем, научных достижений, продуктов и сервисов в сфере прикладной математики и информатики.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры, являются:

математическое моделирование; математическая физика; обратные и некорректно поставленные задачи; численные методы; теория вероятностей и математическая статистика; исследование операций и системный анализ; оптимизация и оптимальное управление; математическая кибернетика; дискретная математика; нелинейная динамика, информатика и управление; математические модели сложных систем: теория, алгоритмы, приложения; математические и компьютерные методы обработки изображений; математическое и информационное обеспечение экономической деятельности; математические методы и программное обеспечение защиты информации; математическое и программное обеспечение компьютерных сетей; информационные системы и их исследование методами математического прогнозирования и системного анализа; математические модели и методы в проектировании сверхбольших интегральных схем;

высокопроизводительные вычисления и технологии параллельного программирования; вычислительные нанотехнологии; интеллектуальные системы; биоинформатика; программная инженерия; системное программирование; средства, технологии, ресурсы и сервисы электронного обучения и мобильного обучения; прикладные интернет-технологии; автоматизация научных исследований; языки программирования, алгоритмы, библиотеки и пакеты программ, продукты системного и прикладного программного обеспечения; системное и прикладное программное обеспечение; базы данных; системы управления предприятием; сетевые технологии.

При разработке и реализации программы магистратуры механико-математический факультет ориентировался на конкретные виды профессиональной деятельности, к которым готовится магистр, исходя из потребностей рынка труда, научно-исследовательского и материально-технических ресурсов факультета, а именно:

научно-исследовательская и

проектная и производственно-технологическая деятельности**.**

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать **профессиональными компетенциями (ПК),** соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры:

научно-исследовательская деятельность:

способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива (ПК-1);

способностью разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2);

проектная и производственно-технологическая деятельность:

способностью углубленного анализа проблем, постановки и обоснования задач научной и проектно-технологической деятельности (ПК-3);

способностью разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности (ПК-4).

1) 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Математическое и экономическое обеспечение экономической деятельности»

В нашем регионе особенно, как и в России в целом, ощущается острый недостаток следующих высококвалифицированных кадров в области экономики и финансов:

- специалистов, владеющих методами разработки математических моделей социально-экономических процессов;
- специалистов по государственному и коммерческому, на уровне отдельных компаний, управлению экономическими процессами;
- специалистов по руководству проектами по прогнозированию и по оптимизации экономических и финансовых процессов;
- специалистов по актуарным расчетам в страховании;
- экспертов по финансовому анализу.

Диплом магистра по направлению «Прикладная математика и информатика» профиля «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности» позволит Вам успешно осуществлять профессиональную деятельность на должностях специалистов ведущего состава в государственных и коммерческих организациях по перечисленным направлениям. По завершении двух лет обучения Вы будете способны не только использовать на практике известные программные продукты для работы в сфере финансов, страхования и т.п. на уровне пользователя, но понимать принципы их разработки и функционирования и, самое главное, самостоятельно разрабатывать новые программные продукты и приложения на основе изученных в магистратуре дисциплин таких, как Финансовый анализ, Актуарная математика, Математические модели в теории страхования, Математические модели принятия решений, Актуарные расчеты в страховании, Эконометрика и др.

Магистратура по данному профилю в Саратовском государственном университете впервые открывается в 2015 году. Такой профиль магистерского образования ранее был представлен лишь в ведущих российских университетах: Московский государственный университет, Санкт-Петербургский политехнический университет, Южно-Уральский государственный университет, Северный (Арктический) федеральный университет и нескольких других. Международный аналог этой профессии носит название «актуарий».

Общее руководство программы магистратуры 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», профиль подготовки «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности» осуществляется доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой теории функций и приближений Терехиным Павлом Александровичем.

Терехин П.А. имеет более 30 научных статей и более 50 публикаций в трудах конференций. На данный момент по данным Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) имеет 20 публикаций, на которые приходится 43 цитирования, индекс Хирша равен 3. По данным базы данных Zentralblatt имеет 16 публикаций, в базе данных mathnet.ru – 17 публикаций, в базе данных Web of Science (WoS) – 12 публикаций, Scopus – 13 публикаций. Индекс Хирша в системах WoS и Scopus равен 2.

Терехин П.А. поддерживает тесные научные связи с кафедрой теории функций Белорусского государственного университета (зав. кафедрой профессор Кротов В.Г.), с кафедрой математических методов и моделирования Южно-Казахстанского государственного университета имени М. Ауэзова (зав. кафедрой профессор Сарсенби А.М.), с рядом российских университетов и научно-исследовательских институтов.

Он является руководителем грантов Президента РФ для поддержки молодых российских ученых: «Фреймы в банаховом пространстве и их приложения к вопросам представления функций рядами» МК-2569.2005.1, «Банаховы фреймы в задаче аффинного синтеза и общей задаче о представлении функций рядами» МК-346.2009.1, «Банаховы фреймы в задачах представления и приближения функций» МД-300.2011.1, «Квантовые фреймы в банаховом пространстве, аффинные системы функций и их приложения» МД-1354.2013.1, и исполнителем по ряду грантов Президента РФ по поддержке ведущих научных школ (руководитель Хромов А. П.), грантов РФФИ (руководители Лукомский С. Ф., Прохоров Д. В., Хромов А. П.), госзадания Минобрнауки РФ (руководитель Хромов А. П.) и др.

Основную учебную работу в магистратуре кроме руководителя ведут профессор Лукашов А.Л., доценты: Плешаков М.Г., Шаталина А.В., Тышкевич С.В.

Научные интересы сотрудников, обеспечивающих профиль подготовки «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности» сосредоточены в области теории функций и функционального анализа, актуарно-финансовой математики.

Аннотации основных дисциплин по данному профилю

1. Дисциплина *«Математические модели в теории страхования».* Страхование, как известно, представляет собой некий механизм перераспределения риска между сторонами при заключении страховой сделки. В рамках курса с позиций формального описания в терминологии теории вероятностей излагаются основы математической теории страхования. Особое внимание уделяется статической модели страхования

или модели индивидуального риска. Рассматриваются вопросы определения размера страхового взноса, выбора подходящей аппроксимации распределения суммарного ущерба страховщика, расчета вероятности разорения, а также инструменты управления риском: франшиза и перестрахование. Изучаются методы решения задач оптимизации таких параметров схем страхования, как коэффициент нагрузки, уровень франшизы, уровни удержания при перестраховании.

2. Цель изучения дисциплины *«Эконометрика»* – овладение методами количественной оценки экономических явлений и процессов, обучение эмпирическому выводу экономических законов; подготовка к прикладным исследованиям в области экономики. Курс тесно связан с блоком дисциплин, имеющих отношение к линейной алгебре, теории вероятностей, математической статистике и компьютерным технологиям и содержательно дополняет дисциплину по выбору «Линейный регрессионный анализ». Главный акцент делается на экономической интерпретации и приложениях рассматриваемых эконометрических (регрессионных) моделей. В данном курсе студенты должны освоить традиционные эконометрические методы, предназначенные в основном для работы с данными перекрестных выборок. В то же время, студенты должны понимать содержательные различия данных перекрестных выборок и временных рядов и те специфические эконометрические проблемы, которые возникают при работе с данными этих типов. Студенты должны приобрести навыки построения и развития моделей парной и множественной линейной регрессии, познакомиться с некоторыми видами нелинейных моделей и специальными методами эконометрического анализа и оценивания, понимая область и границы их применения в экономике. Рассматриваемые методы и модели должны быть освоены на практике с использованием реальных массивов

экономических данных и современного эконометрического программного обеспечения.

3. Цель изучения дисциплины *«Практикум по эконометрике»* – обучение численному эконометрическому моделированию. Курс тесно связан с блоком дисциплин, имеющих отношение к линейной алгебре, теории вероятностей, математической статистике и компьютерным технологиям и содержательно дополняет дисциплину по выбору «Вычислительный практикум». Основное внимание уделено экономическому содержанию фактов, методов и подходов многомерного регрессионного анализа. Рассмотрены основные численные эконометрические методы, предназначенные как для работы с данными перекрестных выборок, так и с данными временных рядов, а также те специфические эконометрические проблемы, которые возникают при работе с данными обоих этих типов. Изучаемые методы и модели должны быть освоены на практике с использованием реальных массивов экономических данных и современного эконометрического программного обеспечения. Предполагается, что в результате освоения курса студент освоит численные аспекты оценивания неизвестных параметров по методу наименьших квадратов в различных его модификациях, работу с временными рядами и системами одновременных уравнений.

4. Цель изучения дисциплины *«Вычислительный практикум»* – обучение численному эконометрическому моделированию. Курс тесно связан с блоком дисциплин, имеющих отношение к линейной алгебре, теории вероятностей, математической статистике и компьютерным технологиям. Основное внимание уделено экономическому содержанию фактов, методов и подходов многомерного регрессионного анализа. Выводы и доказательства даются для ряда базовых формул и моделей, что позволяет студентам понять принципы построения эконометрической теории.

Рассматриваемые методы и модели должны быть освоены на практике с использованием реальных массивов экономических данных и современного эконометрического программного обеспечения. Предполагается, что в результате освоения курса студент освоит численные аспекты оценивания неизвестных параметров по методу максимального правдоподобия, работы с временными рядами и систем одновременных уравнений.

5. Цель изучения дисциплины *«Линейный регрессионный анализ»* – овладение методами количественной оценки экономических явлений и процессов, обучение эмпирическому выводу экономических законов; подготовка к прикладным исследованиям в области экономики. Курс тесно связан с блоком дисциплин, имеющих отношение к линейной алгебре, теории вероятностей, математической статистике и компьютерным технологиям и содержательно дополняет дисциплину по выбору «Эконометрика». В курсе «Линейный регрессионный анализ», в частности, подробно изложен метод максимального правдоподобия в моделях регрессии, временных рядов и теории систем эконометрических (одновременных) уравнений. Основное внимание уделено экономической интерпретации фактов, методов и подходов многомерного регрессионного анализа. Выводы и доказательства даются для ряда базовых формул и моделей, что позволяет студентам понять принципы построения эконометрической теории. Студенты должны получить базовые знания и навыки эконометрического анализа. Они должны уметь применять их в исследовании экономических зависимостей и процессов, а также понимать эконометрические методы, идеи, результаты и выводы, встречаемые в большинстве экономических книг и статей. Рассматриваемые методы и модели должны быть освоены на практике с использованием реальных массивов экономических данных и современного эконометрического программного обеспечения.

6. Дисциплина *«Актуарная математика».* Социально-экономические причины перенесли интересы специалистов по прикладной математике на новые области. Активное развитие банковской, страховой, инвестиционной деятельности поставило необходимость привлечения специалистов по актуарно - финансовой математике, обладающих определенной квалификацией для оценки рисков и вероятностей, умеющих применять свои умения к проблемам базиса и финансов, особенно к тонким областям деятельности, как страхование и демография, связанных со случайными событиями. В курсе представлены основы актуарной математики, обеспечивающие подготовку квалифицированных специалистов, которые должны сочетать в себе достаточно серьезную математическую квалификацию с квалификацией в области базиса – экономической и юридической.

7. Дисциплина *«Актуарные расчеты в страховании».* В настоящее время интерес к финансовой деятельности заметно вырос, однако культура финансовых расчетов еще невысока, Особенно это касается случаев, когда такие расчеты делаются при анализе платежей, которые разнесены во времени или составляют потоки (последовательности, серии) регулярно повторяющихся выплат, До последнего времени нашим обществом практически совершено не использовались ценные бумаги, векселя и другие финансовые атрибуты: имеется слабое представление об определении их рыночной цены.

   Представляется целесообразным ознакомить учащихся с основами финансовых расчетов, составляющих предмет финансовой математики. Дается понятие о процентных деньгах; простых и сложных процентах; дисконтировании, эквивалентности платежей; аннуитетов и вечных рент. Эти понятия используются для описания элементов практической финансовой деятельности, таких как оформление векселей их купля/продажа; амортизация (постоянная выплата) долгов; купля/продажа в рассрочку; образование целевых денежных фондов; расчет инвестиций; оперирование с ценными бумагами-облигациями; определение их рыночной цены; амортизация и обесценивание оборудования.

2) 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» профиль «Математические и компьютерные методы обработки информации»

В соответствии с основными направлениями развития страны и региона, а также существующими достижениями ученых СГУ направление математика и информационные технологии является одним из приоритетных направлений образовательной, научно-исследовательской и инновационной деятельности университета. А это подтверждает, что разработанная ООП по направлению 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» профиль «Математические и компьютерные методы обработки информации» является актуальной, значимой и востребованной на рынке труда и тесно связанна с приоритетными направления модернизаций и технологического развития российской экономики.

Как правило выпускникам прикладных математических направлений для получения высокооплачиваемой работы необходимо обладать опытом и практическими навыками работы на сложном оборудовании. Вместе с тем работодатели различных отраслей промышленности, бизнеса, экономики отмечают недостаточный уровень теоретической подготовки и отсутствие опыта работа у молодых специалистов. Поэтому важным фактором востребованности на рынке труда является подготовка специалистов для эффективной работы у конкретного заказчика, с учетом его специфики. В связи с этим, при разработке данной ООП учитывались: специфика рынка труда Саратовской области и других регионов; потребности и интересы конкретных компаний из числа работодателей, с которыми механико-математический факультет поддерживает постоянную связь; перспективы развития. Кроме того, при реализации данной программы планируется привлечение представителей различных компаний-партнеров. Так, например, планируется совместное проведение семинаров, чтение факультативов, организация различных видов практик, в том числе на площадках работодателей.

Специалисты в области прикладной математики и информатики, обладающие навыками реализации разрабатываемых алгоритмов и методов, широко востребованы, как в учреждениях системы высшего образования и академических научно-исследовательских организациях, так и на предприятиях индустрии программного обеспечения, связанных с решением научных и экономических задач.

Руководителем программы магистратуры 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», профиль подготовки «Математические и компьютерные методы обработки информации» является доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа Лукомский Сергей Федорович. Он осуществляет ряд самостоятельных научно-исследовательских проектов.

Магистратура 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», профиль подготовки «Математические и компьютерные методы обработки информации была разработана в рамках НИУ СГУ и набор на этот профиль будет открыт в 2015 году.

Аннотации основных дисциплин по данному профилю

1. Курс для магистров *«Комбинаторные алгоритмы»* посвящён алгоритмам дискретной математики, лежащим в основе задач с применением теории графов. Как известно, практически в любой отрасли знаний (математика, физика, социология, лингвистика и др.) задачи можно формулировать и

решать в терминах графов. Список является наиболее естественным представлением графа. Поэтому в качестве компьютерной поддержки курса выбраны списковые языки Пролог и Питон. Пролог к тому же имеет встроенный механизм, осуществляющий поиск с возвратом, часто необходимый для анализа комбинаторных объектов. Подробно рассматриваются алгоритмы поиска путей в графе, потоков в сетях, метода резолюции и других методов компьютерной логики, лежащих в основе работы Пролога. Ряд задач посвящён конечным автоматам, которые широко используются для моделирования дискретно-цифровых преобразователей информации. Питон имеет большой набор библиотек работы со списками, графами, векторной графикой, позволяющих быстро создать граф, проанализировать его, получить качественное изображение.

2. Курс *«Программирование на языке С++»* посвящен традиционным задачам программирования – созданию пользовательского интерфейса в среде Microsoft Visual Studio и обеспечению его взаимодействия с логикой функционирования приложения. Отдельное внимание уделено разработке приложений на основе современных методов программирования с использованием паттернов проектирования, таких как, MVP, MVVM, паттерна стратегия и др. Изучение языка С++ предполагает знакомство с основными понятиями ООП, базовыми классами библиотеки NET Framework, их методами, свойствами, событиями. Значительное внимание в курсе уделено рассмотрению особенностей реализации на языке С++ математических алгоритмов вейвлет анализа. В частности, на практических занятиях предполагается создание библиотек алгоритмов преобразований Фурье, Хаара, Виленкина на языке С++, а также их использование при проектировании приложений сжатия цифровых изображений.

3. Дисциплина *«Методы обработки изображений»* посвящена такому подразделу теории обработки сигналов, как обработка изображений. Так как предмет посвящен анализу изображений, то обсуждаться будут двумерные сигналы, что накладывает свой специфический отпечаток на обсуждаемые вопросы. Для изучения курса необходимы знания функционального анализа, гармонического анализа и методов оптимизации.

Предлагаемый курс раскрывает следующие темы:

1) Способы численного представления изображений.

2) Классические задачи шумоподавления на изображениях.

3) Улучшение качества изображения.

4) Автоматизированный поиск «интересных» областей изображения.

5) Регистрация, то есть поиск «удовлетворительного» геометрического преобразования, способного отобразить одно изображение на другое.

Обработка изображений имеет множество актуальных в нынешнее время приложений. В ходе курса будут изложены основные математические принципы работы таких графических редакторов, как, например, Adobe Photoshop. Поиск «интересных» областей изображения весьма востребован в задачах, связанных с обеспечением безопасности жизнедеятельности. Задачи регистрации в разных формах используются в криминалистике, робототехнике, медицине (например, в томографах).

4. Курс *«Вейвлеты в обработке сигналов»* посвящен такой области прикладной математики, как обработка сигналов. Особое внимание будет уделено методам, связанным с дискретным гармоническим анализом. Разложение сигнала в ряды по ортогональным системам функций активно используется, например, в телевидении и радиовещании. Одним из несомненно важных приложений гармонического и вейвлет анализа является сжатие сигнала. В качестве примера можно привести формат

«.jpeg2000», в котором используется разложение по вейвлетам Добеши 9/7.

Подробно будут рассмотрены методы дискретизации аналоговых сигналов, теорема Шеннона-Котельникова. Будут изучен классические вопросы обработки дискретных сигналов: дискретная теорема свертки, дискретные инвариантные по времени фильтры, рекурсивные фильтры, циклические свертки, дискретное преобразование Фурье, быстрые свертки, дискретная обработка изображений, двумерная теорема выборки, передаточная функция.

5. Дисциплина *«Гармонический анализ».* История гармонического анализа началась в 1807 году, когда Фурье представил в институт Франции мемуары, где он утверждал, что любая периодическая функция может быть представлена в виде ряда гармонически связанных синусоид. С тех пор на протяжении почти 200 лет гармонический анализ является основным инструментов в решении прикладных задачв математике, физике, механике, радиотехнике, электротехнике, а последние 30 лет – в задачах обработки информации. Задача сжатия изображении на протяжении долгих лет сводилась к двумерному преобразованию Фурье (формат jpeg). Преобразование Фурье является основным математическим аппаратом в вейвлет анализе. Целью освоения данного курса является овладение методами гармонического анализа как на отрезке, так и на всей числовой прямой. Основное внимание будет уделено таким вопросам как преобразование Фурье, Лапласа, теория Планшереля, принцип неопределенности Гейзенберга, численные алгоритмы вычисления преобразования Фурье. Кроме традиционных вопросов гармонического анализа будут рассмотрены приложения к обработке информации.

6. Дисциплина *«Вейвлет анализ»*. До 1990 года основным методом в решении прикладных задач занимал анализ Фурье (гармонический

анализ). В 90-х годах, с возникновением и развитием теории вейвлетов, гармоническому анализу пришлось потесниться и в настоящее время именно вейвлет анализ стал лидером в приложениях, в том числе и в задачах обработки информации. Для практической работы появились пакеты WaveLab и LastWave. Формат сжатия изображений jpeg2000 основан на вейвлетах Добеши 9/7. Целью освоения данного курса является овладение методами классического вейвлет анализа на всей числовой прямой. Основное внимание будет уделено вопросам построения КМА, вейвлетов и разложению двумерных изображений по системам сжатий и сдвигов. Курс читается на 1 курсе (2 семестр), заканчивается экзаменом.

7. Дисциплина *«Графы в обработке информации»*. Одним из основных инструментов в прикладных исследованиях, в том числе и современных методах обработки информации является Вейвлет анализ. Вейвлет анализ появился четверть века назад и за это время стал лидером в прикладных задачах. Для практической работы появились пакеты WaveLab и LastWave. Для практического использования в цифровой обработке дискретной информации в основном приходится использовать ступенчатые всплесковые базисы и поэтому важной задачей является построение таких базисов, наиболее подходящих в конкретной практической задаче. Эффективное построение ступенчатых вейвлетов сводится к построению специального вида графов и деревьев. Целью освоения данного курса является овладение методами построения ступенчатых всплесковых базисов по некоторому дереву. Или графу специального вида будут рассмотрены приложения построенных таким образом базисов к сжатию двумерных изображений с использованием сепарабельного КМА. Курс читается на 1 курсе (1 семестр), заканчивается зачетом.

8. Дисциплина *«Дискретный гармонический анализ».* Применение компьютерных методов в обработке информации приводит к рассмотрению известных из анализа понятий и методов на конечных множествах. Поэтому возникает задача изучения анализа Фурье и ортогональных систем на конечных множествах. Целью освоения дисциплины является рассмотрение единого подхода к анализу, в том числе и анализу Фурье, на конечных множествах. Курс будет заканчиваться реализацией дискретного преобразования Фурье как в одномерном, так и в многомерном случае.

9. Курс *«Быстрые алгоритмы»* посвящен основам теории быстрых алгоритмов. В настоящее время цифровая обработка сигналов переживает быстрое развитие. Ее используют повсюду, включая радиолокацию, сейсмографию, связь, радиоастрономию и медицинскую электронику. Соответственно, появилась большая необходимость в развитии алгоритмов, повышающих скорость обработки и анализа данных. Предлагаемый курс базируется на аппарате абстрактной алгебры и теории сверток. Будут рассмотрены я как классические быстрые алгоритмы свертки и быстрого преобразования Фурье, (алгоритмы Кули-Таки), так и новые разработки в этой области.

10. Курс *«Программирование на языке C#»* посвящен традиционным задачам программирования – созданию пользовательского интерфейса в среде Microsoft Visual Studio и обеспечению его взаимодействия с логикой функционирования приложения. Отдельное внимание уделено разработке приложений на основе современных методов программирования с использованием паттернов проектирования, таких как, MVP, MVVM, паттерна стратегия др. Изучение языка C# предполагает знакомство с основными понятиями ООП, базовыми классами библиотеки NET Framework, их методами, свойствами, событиями. Значительное внимание

в курсе уделено рассмотрению особенностей реализации на языке C# математических алгоритмов вейвлет анализа. В частности, на практических занятиях предполагается создание библиотек алгоритмов преобразований Фурье, Хаара, Виленкина на языке C#, а также их использование при проектировании приложений сжатия цифровых изображений.

11. Дисциплина *«Трехмерная графика в OpenGL»*. Универсальный язык описания трехмерных сцен OpenGL получил всемирное признание. Курс «Трехмерная графика в OpenGL» является дисциплиной по выбору. Этот курс знакомит студентов с основами компьютерной графики, которая становится все более важной областью в информатике. Наряду с изучением математических основ данной предметной области, значительное внимание уделяется программной реализации систем компьютерной графики. Студентам, наряду с освоением базовых понятий на абстрактном уровне, предлагается опробовать сложные графические библиотеки, которые смогут значительно расширить их возможности по созданию интересных приложений. Для его изучения необходимы следующие дисциплины: дискретная математика, архитектура ЭВМ, введение в методы программирования, методы объектно-ориентированного программирования.

12. Курс *«Трехмерная графика в DirectX»* нацелен на раскрытие теоретического фундамента и выработку практических навыков в разработке современных приложений с интенсивным использованием методов компьютерной графики. Данный курс является дисциплиной по выбору. Для его изучения необходимы следующие дисциплины: дискретная математика, архитектура ЭВМ, введение в методы программирования, методы объектно-ориентированного программирования. Наряду с изучением математических основ данной

предметной области, значительное внимание уделяется программной реализации систем компьютерной графики. Студентам, наряду с освоением базовых понятий на абстрактном уровне, предлагается опробовать сложные графические библиотеки, которые смогут значительно расширить их возможности по созданию интересных приложений. DirectX является одним из двух основных интерфейсов для создания графики в компьютерных играх (и не только). Длительное время DirectX рассматривался как неудачная альтернатива OpenGL. Однако, последние разработки сделали библиотеку DirectX весьма мощной и стабильной. Поскольку она разрабатывается авторами ОС, можно быть уверенным, что скорость ее работы с графикой оптимальна. Многие считают, что именно DirectX становится стандартом для программирования графики. Информационный гигант Microsoft постоянно работает в тесном контакте с разработчиками аппаратных средств для обеспечения их поддержки. Более того, DirectX иногда предлагает различные возможности раньше, чем на рынке появляются видеокарты с их аппаратной реализацией.

13. Дисциплина *«Рабочее место математика»* относится к вариативной части профессионального цикла и является дисциплиной, обязательной для освоения по основной образовательной программе «Информационные процессы и системы». Содержательно данная дисциплина знакомит обучающихся с пакетами прикладных программ необходимых современному математику, прежде всего, как инструмент, облегчающий рутинную работу, позволяющий быстро прогнозировать результаты исследований и численно проверять гипотезы. Современные пакеты, такие как Wolfram Mathematica или MatLab обладают широчайшими возможностями для работы с данными различной структуры, будь то матрицы или графические файлы. Большое количество стандартных

алгоритмов и возможность написания собственных программ делают эти пакеты необходимыми для современного исследователя.

14. Целью освоения курса *«p-Адическим вейвлет анализ»* является знакомство с p-адическим вейвлет анализом. p-адический анализ – это анализ над полем p-адических чисел Qp. Поле p-адических чисел получается, как пополнении поля рациональных чисел Q по неархимедовой норме. В отличие от поля действительных чисел Qp является вполне несвязным и ступенчатые функции непрерывны в Qp. Известно, что измерение расстояний меньше планковских невозможно. В этой связи естественно возникло предположение, что квантово-математической моделью является именно Qp. Этим в значительной мере объясняется возросший интерес к p-адическому анализу, и к p-адическому вейвлет-анализу, в частности. Кроме этого p-адические вейвлеты обычно являются ступенчатыми функциями и поэтому отсутствует дискретизация сигнала, как начальный этап в цифровой обработке. Курс читается во втором семестре, заканчивается экзаменом.

15. Дисциплина *«Фреймы и их приложения».* Фреймы (каркасы) активно проникают в различные области математики. Являясь естественным обобщением базисов Рисса, они представляют исследователю и пользователю новые возможности в задачах обработки информации. Большое внимание будет уделено фреймам Парсеваля-Стеклова, которые по своим свойствам ближе других к ортонормированным базисам и поэтому наиболее часто используются в приложениях. Фреймы являются устойчивыми к операции свертки, которая важна в практических приложениях. Операции классической обработки сигналов, такие как удаление шума, передача сигнала, упреждающее кодирование выполняются с помощью линейных инвариантных относительно сдвига операторов, каждый из которых может быть представлен в виде свертки.

16. Дисциплина «*Вейвлет анализ на локальных полях».* Одним из основных инструментов в прикладных исследованиях, в том числе и современных методах обработки информации является Вейвлет анализ. Вейвлет анализ появился четверть века назад и за это время стал лидером в прикладных задачах.

Особое место в этом направлении занимают алгоритмы обработки двумерных изображений. Естественной областью определения дискретных многомерных алгоритмов являются локальные поля. Для практического использования в цифровой обработке двумерных изображений в основном приходится использовать ступенчатые всплесковые базисы и поэтому важной задачей является построение таких базисов, наиболее подходящих в конкретной практической задаче. Целью освоения данного курса является овладение методами построения двумерных ступенчатых всплесковых базисовна локальных полях. Будут рассмотрены приложения построенных таким образом базисов к сжатию двумерных изображений с использованием несепарабельного КМА.

3) 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Математическая физика и современные компьютерные технологии»

Математическая физика и современные компьютерные технологии являются основным содержанием дисциплин специализации на кафедрах математической физики и вычислительной математики и дифференциальных уравнений и прикладной математики механико-математического факультета Саратовского государственного университета. Данная тематика развивается на кафедрах со дня ее основания.

Научным руководителем магистерской программы «Математическая физика и современные компьютерные технологии» является заведующий кафедрой математической физики и вычислительной математики Юрко Вячеслав Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор, соруководителем программы является заведующий кафедрой дифференциальных уравнений и прикладной математики Хромов Август Петрович, доктор физико-математических наук, профессор.

А.П. Хромов – Заслуженный деятель науки Российской Федерации, почетный профессор СГУ, академик Российской академии естественных наук и Международной академии наук высшей школы, президент Саратовского математического общества. Его имя внесено в энциклопедию Саратовского края. Многие годы А.П. Хромов был председателем специализированного совета по защите кандидатских диссертаций при СГУ. Сейчас он является членом двух диссертационных советов по защите докторских и кандидатских диссертаций: при СГУ и при Институте математики и механики УрО РАН в г. Екатеринбурге. Имя А.П. Хромова широко известно, как среди ученых нашей страны, так и за рубежом. Основные его научные интересы и достижения относятся к спектральной теории операторов, одному из самых давних направлений Саратовского университета.

В.А. Юрко является основателем всемирно известной научной школы по обратным спектральным задачам математической физики. Им опубликовано более 400 научных статей и 7 монографий, из которых 4 – в международных издательствах. Полученные результаты регулярно докладывались на международных конгрессах и конференциях, на научных семинарах известных специалистов, в частности, академиков В.А. Садовничего, В.А. Ильина, Е.И. Моисеева, В.А. Марченко и других крупных ученых. Работы В.А. Юрко получили широкое признание у нас в стране и за рубежом, ему присуждено более 50 грантов международных и российских научных фондов, в том числе гранты фондов РФФИ, Минобразования, Volkswagen Foundation, Leonard Euler Grants для ведущих научных школ Европы, Национального научного совета Тайваня, International Science Foundation, гранты DAAD, DFG, Tubitak, ISAAC и других научных фондов. Он неоднократно приглашался для чтения лекций и участия в научно-исследовательских проектах в Германию, Францию, Италию, Голландию, Болгарию, Венгрию, Гонконг, Турцию, Тайвань и другие страны. В.А. Юрко является членом редколлегий восьми международных математических журналов, а также членом-корреспондентом РАЕН.

При кафедре функционирует лаборатория вычислительных методов, укомплектованная высокопроизводительной компьютерной техникой, в которой проводятся вычислительные эксперименты по различным научно-исследовательским проектам. Данная лаборатория играет важную роль в учебном процессе и в разработке учебного материала для реализации магистерской программы, с помощью которого студенты приобретают навыки создания высокопроизводительных численных алгоритмов, в том числе для решения различных задач математический физики.

Основную учебную работу в магистратуре кроме руководителя ведут профессор Хромова Г.В., доцнты: Бутерин С.А., Игнатьев М.Ю., Бондаренко Н.П.

Аннотации основных дисциплин по данному профилю

1. Курс *«Непрерывные математические модели»* посвящен непрерывным математическим моделям в естествознании, технике и общественных науках. В основном такие модели представляют собой обыкновенные дифференциальные уравнения или уравнения частных производных. Поскольку математическое моделирование - достаточно широкая область, особое внимание уделяется общим принципам построения моделей, таким как применение фундаментальных законов природы, вариационных принципов, иерархический подход, аналогия моделей в разных областях

знаний. Занятия проходят в формате семинара: студенты делают доклады, после которых самостоятельно решают и анализируют построенные модели.

Цели курса:

- познакомиться с основными непрерывными математическими моделями, описывающими физические, химические, биологические, социальные и экономические процессы и явления;
- научиться строить и анализировать математические модели;
- научиться интерпретировать полученные математически результаты в терминах физических (химических, биологических, экономических…) явлений;
- научиться использовать знания по курсам математического анализа, дифференциальных уравнений, уравнений математической физики для решения задач естествознания.

2. Курс *«Методы решения интегральных уравнений»* посвящен интегральным уравнениям Фредгольма второго рода. К таким уравнениям сводятся многие задачи математической физики. Интегральные уравнения играют ключевую роль при решении прямых и обратных задач спектрального анализа. Поэтому по своему содержанию курс является одним из базовых в данной магистерской программе. В рамках курса рассматриваются метод последовательных приближений, теория Фредгольма, теория интегральных операторов с эрмитовыми ядрами, метод преобразования Лапласа. Большое внимание уделяется решением студентами теоретических задач, приспособлению изученных методов под другие классы интегральных операторов.

3. В курсе *«Дискретные математические модели»* изучаются квантовые графы (англ. quantum graphs) - геометрические графы с заданными на них дифференциальными операторами. Впервые квантовые графы начали

изучаться в первой половине XX века как модели органических молекул. В настоящее время дифференциальные операторы на графах имеют приложения в квантовой механике, химии, нанотехнологиях, в теории волноводов и в других областях естествознания. Математическая теория квантовых графов в последние годы активно изучалась рядом российских и зарубежных математиков, в их числе М.И. Белишев, Б.С. Павлов, Ю.В. Покорный, А.В. Боровских, А.В. Киселев, В.А. Юрко, P. Kuchment, U. Smilansky, P.Exner, P. Kurasov, V. Kostrykin, R. Schader и многие другие. Предмет курса тесно связан с темой исследований научной группы, работающей на кафедре математической физики и вычислительной математики СГУ под руководством В.А. Юрко. Курс включает в себя знакомство с понятием квантового графа, свойствами спектральных характеристик и обратными задачами для дифференциальных операторов на графах, а также с некоторыми приложениями этой теории. Предполагается самостоятельная работа студентов с современными научными статьями на английском языке (знание которого очень желательно). Курс направлен на привлечение студентов к научной работе и развития у них важных для нее умений и навыков.

4. Курс *«Экстремальные задачи теории аппроксимаций»* посвящен обобщенным функциям (распределениям, англ. distributions). Потребность в обобщении понятия функции возникла из необходимости представлять математически такие физические понятия, как, например, плотность материальной точки, точечного заряда и др. В настоящее время понятие обобщенной функции повсеместно используется в математической и физической литературе и является элементом необходимого минимума для специалиста в математической физике. Существуют разные подходы для работы с обобщенными функциями, в курсе используется подход, опирающийся на функциональный анализ. Обобщенная функция определяется как линейный непрерывный функционал в пространстве

основных функций. Изучаются основные операции над обобщенными функциями: дифференцирование, интегрирование, прямое произведение, свертка, преобразования Фурье и Лапласа. Большое внимание уделяется решению студентами теоретических задач, самостоятельному доказательству теорем курса.

5. Курс *«Нелинейные волны»* посвящен современным аналитическим методам исследования нелинейных задач математической физики. Цель курса – показать, как аналитические методы исследования уравнений в частных производных применяются при изучении физических явлений на примере математических моделей, описывающих волновые процессы. Основное внимание в курсе уделено изучению появившегося в конце XX века и активно развивающегося в настоящее время метода, известного в литературе как «метод обратной задачи рассеяния». Помимо освоения теоретических основ метода, курс предполагает также знакомство с физическим смыслом изучаемых уравнений и их возможными приложениями. Большое внимание уделено применению метода для получения практически важных результатов, таких как описание динамики нелинейных систем на больших временах, в частности, описание взаимодействия солитонов (уединенных волн). В ходе изучения курса предполагается также знакомство с современным состоянием изучаемой области. В частности, предполагается самостоятельное изучение студентами и дальнейшее обсуждение в формате семинара ряда оригинальных работ ведущих отечественных и зарубежных специалистов (в том числе, работ, опубликованных в последние годы в международных журналах на английском языке).

6. Дисциплина *«Современные проблемы прикладной математики и информатики»* посвящена изучению основных понятий и фактов спектральной теории дифференциальных операторов второго порядка.

Целью преподавания курса является изложение основных спектральных свойств оператора Штурма-Лиувилля и их приложения к решению (в том числе, численному) обратных задач спектрального анализа. Обратные задачи заключаются в восстановлении операторов по некоторым их спектральным характеристикам. Подобные задачи играют фундаментальную роль в различных разделах математики и имеют много приложений в механике, физике, электронике, геофизике, метеорологии и других областях естествознания и техники. Интерес к этой тематике постоянно возрастает благодаря появлению все новых приложений, в частности, в нанотехнологиях, и в настоящее время теория обратных задач интенсивно развивается во всем мире.

При освоении курса магистрант получает представление о современных проблемах математики, имеющих большую популярность, а также имеет возможность углубить и систематизировать знания по таким важным математическим разделам, как функциональный анализ, обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного, теория целых функций, и многим другим.

7. Целью освоения дисциплины *«Современные компьютерные технологии»* является обзор современных информационных (компьютерных) технологий, понимаемых как совокупность аппаратных, программных и алгоритмических средств.

   В результате освоения дисциплины обучающийся должен владеть:

   а) современными подходами к решению задач в области разработки программного обеспечения;

   б) современными алгоритмическими языками;

   в) методами и механизмами мониторинга и оценки качества процессов производственной деятельности, связанной с созданием и использованием информационных систем управления предприятиями;

   г) тестированием программных продуктов;

д) приемами разработки распределенных баз данных, баз знаний, распределенных операционных систем;

е) современными аспектами прикладных интернет- и коммуникационных технологий. Современные аппаратные технологии

Технологии разработки микропроцессоров и материнских плат (на примере продукции фирм Intel и AMD). Сетевые технологии: основные виды оборудования кабельных сетей, сети Fast/Gigabit Ethernet, оптоволоконные сети. Мобильные технологии: беспроводные сети (WiFi), сотовая связь и мобильный Интернет (WAP, GPRS), карманные компьютеры и ноутбуки. Технологии построения устройств и систем хранения данных: CD, CD-R, CD-RW, DVD-диски, flash-устройства, интерфейсы IDE, SCSI, iSCSI, RAID-устройства, сети хранения данных (SAN). Высокопроизводительные компьютеры и вычислительные системы: корпоративные серверы баз данных, суперкомпьютеры и кластерные вычислительные системы.

Современные алгоритмические технологии

Технологии построения корпоративных информационных систем: цифровые библиотеки, хранилища данных (Data Warehouse), глубинный анализ данных (Data Mining), оперативный анализ данных (OLAP, OnLine Analytical Processing), системы поддержки принятия решений (DSS, Decision Support Systems), MRP и ERP-системы, системы документооборота. Защита данных и информационная безопасность: криптография (обзор основных понятий, алгоритмы шифрования RSA, DES и др., технологии электронной подписи документов), безопасность в локальных и глобальных сетях (брандмауэры, системы фильтрации электронной почты, антивирусные системы). Метакомпьютинг (GRID): протоколы безопасности, управления заданиями и передачи файлов, программная архитектура OGSA (Open Grid Services Architecture), средства разработки Grid-приложений.

Современные программные технологии

Распределенные объектно-ориентированные системы: поддержка интероперабельности на основе стандартов CORBA, X/Open, Java. Геоинформационные системы: векторные и растровые модели данных, стандарты геоданных, примеры ГИС.

8. Дисциплина *«Введение в теорию целых функций и спектральные задачи»* посвящена изучению основных понятий и фактов теории целых аналитических функций и некоторых ее важных приложений. Различные вопросы, связанные с целыми функциями, часто возникают во многих областях математики и играют важную роль в естествознании и технике.

   Целью преподавания курса является изложение основ теории целых функций и ее приложений в спектральной теории операторов, теории прямых и обратных спектральных задач математической физики. При освоении курса магистрант не только приобретает мощный инструмент для решения различных теоретических и прикладных задач, но и получает возможность оживить и систематизировать имеющийся задел знаний по фундаментальным математическим разделам бакалавриата, таким как математический анализ, аналитическая геометрия, теория функций комплексного переменного и обыкновенные дифференциальные уравнения.

4) 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Математическое моделирование в естествознании»

Основная цель обучения в магистратуре – ознакомить с рядом математических моделей, возникающие в технологических процессах, в медицине, в педагогике, психологии, когнитологии, а также научить современным методам исследования таких моделей и современным численным методам их решения, основные из которых были разработаны на кафедре компьютерной алгебры и теории чисел (заведующий кафедрой доктор, профессор В.Н. Кузнецов).

Главным научным направлением на кафедре является, развитие новых подходов и методов в направлении решения фундаментальных проблем аналитической теории чисел.

Саратовская школа числовиков, возглавляемая проф. В.Н. Кузнецовым, хорошо известна как специалистам России, так и зарубежным специалистам.

Одному из новых подходов – аппроксимационному подходу в теории чисел посвящен один из курсов магистратуры «Численное моделирование проблем алгебры и теории чисел».

Руководителем магистерской программы по профилю «Математическое моделирование в естествознании» является В.Н. Кузнецов. Основную учебную и научно-исследовательскую работу кроме руководителя в магистратуре ведут: профессор В.Е. Фирстов, доценты Т.А. Кузнецова, Е.В. Сецинская, В.В. Кривобок, А.М. Водолазов.

Последние десять лет на кафедре (проф. В.Н. Кузнецов, доц. Т.А. Кузнецова) разрабатывается операционный подход, в основе которого лежит аппарат ограниченных полугрупп операторов, для исследования задач существования, единственности и гладкости решений направления физико-технических модельных задач. Разрабатываются также новые численные методы решения таких задач. Изложению этих вопросов посвящен курс «Некоторые числовые модели и операторы их решения».

Научные интересы проф. В.Е. Фирстова касаются вопросов математического моделирования, начиная с области кибернетики и заканчивая такими областями, как педагогика, психология, когнитология. Эти вопросы нашли свое отражение в читаемых курсах «Избранные вопросы моделирования в компьютерных науках», «Избранные вопросы моделирования в естествознании».

Выпускники магистратуры «Математическое моделирование в естествознании» имеют возможность поступить в аспирантуру по специальностям: алгебра и теория чисел (рук. проф. В.Н. Кузнецов), механика деформируемого твёрдого тела (рук. проф. В.Н. Кузнецов), педагогика и методика преподавания математики (проф. В.Е. Фирстов).

Аннотации основных дисциплин по данному профилю

1. *Дисциплина «Моделирование информационных процессов»* изучает фундаментальные основы теории моделирования информационных систем и протекающих в них процессов, методики разработки компьютерных моделей, методов и средств осуществления имитационного моделирования и обработки результатов вычислительных экспериментов, а также формирует представление о работе с современными инструментальными системами моделирования.
2. *Дисциплина «Теория чисел»* является одним из основных в рамках освоения ООП магистратуры "Прикладная математика и информатика" профиля «Математическое моделирование в естествознании». Освоение данной дисциплины позволит магистранту усвоить теоретические и практические знания, необходимые для дальнейшего освоения дисциплин, связанных с криптографией и шифрованием. Построение курса нацелено на то, чтобы дать магистранту фундаментальные знания в области классической теории чисел: теории простых и составных чисел, теории сравнений по простому модулю, теории цепных дробей. Все эти разделы курса являются фундаментом для освоения дисциплин, связанных с криптографией и теорией кодирования. В курсе подробным образом разъясняется все, что связанно с теорией простых чисел. В том числе, приводится современное состояние неразрешимых проблем и существующие методы возможного их разрешения.