Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Механико-математический факультет

Темы курсовых работ
для студентов I и II курсов

2025/2026 учебный год

ОТДЕЛЕНИЕ МАТЕМАТИКИ

1. Алимов Алексей Ростиславович (кафедра вычислительной математики, лаборатория вычислительных методов)
2. Асташова Ирина Викторовна (кафедра дифференциальных уравнений)
3. Бегунц Александр Владимирович (кафедра математического анализа, кабинет методики преподавания элементарной математики)
4. Белозеров Глеб Владимирович (кафедра дифференциальной геометрии и приложений)
5. Белошапка Валерий Константинович (кафедра теории функций и функционального анализа)
6. Богачев Владимир Игоревич (кафедра теории функций и функционального анализа)
7. Булинская Екатерина Вадимовна (кафедра теории вероятностей)
8. Бурнаев Евгений Владимирович (кафедра теории вероятностей)
9. Васильева Анастасия Андреевна (кафедра общих проблем управления)
10. Волков Николай Юрьевич (кафедра математической теории интеллектуальных систем)
11. Гордиенко Алексей Сергеевич (кафедра высшей алгебры)
12. Дуков Андрей Валерьевич (кафедра теории динамических систем)
13. Ероховец Николай Юрьевич (кафедра высшей геометрии и топологии)
14. Иванов Александр Олегович (кафедра дифференциальной геометрии и приложений)
15. Кибкало Владислав Александрович (кафедра дифференциальной геометрии и приложений)
16. Ковалёв Михаил Дмитриевич (кафедра дискретной математики)
17. Козко Артем Иванович (кафедра математического анализа)
18. Кочергин Вадим Васильевич (кафедра дискретной математики)
19. Кочуров Александр Савельевич (кафедра общих проблем управления)
20. Кудрявцева Елена Александровна (кафедра дифференциальной геометрии и приложений)
21. Кумсков Михаил Иванович (кафедра вычислительной математики)
22. Лебедев Алексей Викторович (кафедра теории вероятностей)
23. Миронов Андрей Михайлович (кафедра математической теории интеллектуальных систем)
24. Мищенко Александр Сергеевич (кафедра высшей геометрии и топологии)
25. Никонов Игорь Михайлович (кафедра дифференциальной геометрии и приложений)
26. Плотников Михаил Геннадьевич (кафедра математического анализа)
27. Прохоров Юрий Геннадьевич (кафедра высшей алгебры)
28. Розанова Ольга Сергеевна (кафедра дифференциальных уравнений)
29. Романов Максим Сергеевич (кафедра дифференциальных уравнений)
30. Сачков Юрий Леонидович (кафедра теории динамических систем)
31. Семенов Алексей Львович (кафедра математической логики и теории алгоритмов)
32. Сергеев Игорь Николаевич (кафедра дифференциальных уравнений)
33. Сипачева Ольга Викторовна (кафедра общей топологии и геометрии)

34. Скворцов Валентин Анатольевич (кафедра теории функций и функционального анализа)
35. Сопрунов Сергей Фёдорович (кафедра математической логики и теории алгоритмов)
36. Степанова Мария Александровна (кафедра теории функций и функционального анализа)
37. Тензина Виктория Васильевна (кафедра теоретической информатики)
38. Фоменко Анатолий Тимофеевич
(кафедра дифференциальной геометрии и приложений)
39. Царьков Игорь Германович
(кафедра математического анализа)
40. Шавгулидзе Евгений Тенгизович (кафедра математического анализа)
41. Шамаров Николай Николаевич (кафедра математического анализа)
42. Шапошников Станислав Валерьевич (кафедра математического анализа)
43. Шафаревич Антон Андреевич (кафедра высшей алгебры)
44. Штерн Александр Исаакович (кафедра математического анализа)

ОТДЕЛЕНИЕ МЕХАНИКИ

1. Афанасьев Андрей Александрович (кафедра гидродинамики)
2. Бугров Дмитрий Игоревич (кафедра прикладной механики и управления)
3. Брыкина Ирина Григорьевна (кафедра гидромеханики)
4. Вакулюк Василий Владимирович (кафедра механики композитов)
5. Вигдорович Игорь Ивлианович (кафедра гидромеханики)
6. Виноградова Александра Сергеевна (лаборатория физико-химической гидродинамики)
7. Вязьмин Вадим Сергеевич (лаборатория управления и навигации)
8. Голубев Юрий Филиппович (кафедра теоретической механики и мехатроники)
9. Завойчинская Элеонора Борисовна (кафедра теории упругости)
10. Измоденов Владислав Валерьевич (кафедра аэромеханики и газовой динамики)
11. Козлов Павел Владимирович (лаборатория кинетических процессов в газах)
12. Кулешов Александр Сергеевич (кафедра теоретической механики и мехатроники)
13. Левашев Владимир Юрьевич (лаборатория кинетических процессов в газах)
14. Левин Владимир Анатольевич (кафедра вычислительной механики)
15. Морозов Виктор Михайлович (кафедра прикладной механики и управления)
16. Никабадзе Михаил Ушангиевич (кафедра механики композитов)
17. Пелевина Дарья Андреевна (кафедра гидромеханики)
18. Романов Александр Вячеславович (кафедра механики композитов)
19. Сутырин Олег Георгиевич (кафедра гидромеханики)
20. Хвостунков Кирилл Анатольевич (кафедра теории пластичности)
21. Хохлов Андрей Владимирович (кафедра механики композитов)
22. Шешенин Сергей Владимирович (кафедра теории пластичности)

ОТДЕЛЕНИЕ МАТЕМАТИКИ

Алимов Алексей Ростиславович
ведущий научный сотрудник лаборатории вычислительных методов
адрес эл. почты: alexey.alimov-msu@yandex.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Приближения в несимметричных пространствах (геометрические вопросы).

Тема 2. Некоторые вопросы теории приближений и экстремальные задачи.

Асташова Ирина Викторовна
профессор кафедры дифференциальных уравнений
адрес эл. почты: ast.diffiety@gmail.com

Способ связи: среда 15:00 на кафедре 16-04.

Тема 1. Уравнения в различных временных шкалах.
Введением различных временных шкал (time scale) можно объединить дифференциальные, разностные уравнения и уравнения с запаздывающим аргументом. Интересно узнать, какие новые свойства решений уравнений можно получить при таком подходе.

Тема 2. Контрпримеры в обыкновенных дифференциальных уравнениях.
Различные теоремы курса при невыполнении некоторых условий становятся неверными. Найти контрпримеры, подтверждающие этот факт.

Бегунц Александр Владимирович
доцент кафедры математического анализа,
научный руководитель кабинета методики преподавания элементарной математики
адрес эл. почты: alexander.begunts@math.msu.ru

Способ связи: по электронной почте или лично после пары по расписанию группы 141.

Тема 1. Методика введения математических понятий и обучения доказательствам, приёмы развития математического мышления.

Тема 2. Реформы содержания школьного курса математики, алгебры и геометрии в России: причины, цели, особенности реализации и итоги.

Комментарий. Предполагается работа студента с разнообразными источниками информации, сопоставление и анализ данных, подготовка текста доклада и презентации.

Фоменко Анатолий Тимофеевич
академик РАН, профессор кафедры дифференциальной геометрии и приложений
адрес эл. почты: atfomenko@mail.ru
Белозеров Глеб Владимирович
ассистент кафедры дифференциальной геометрии и приложений
адрес эл. почты: gleb0511beloz@yandex.ru

Способ связи: предварительная договорённость по электронной почте.

Тема 1. Геометрия интегрируемых биллиардов. Замечательные теоремы, возникающие при исследовании софокусных биллиардов как интегрируемых систем.

Тема 2. Исследование топологии слоения Лиувилля многомерных биллиардов, ограниченных софокусными квадриками. Описание их многомерных особенностей.

Белошапка Валерий Константинович
профессор кафедры теории функций и функционального анализа
адрес эл. почты: vkb@strogino.ru

Способ связи: предварительная договорённость по электронной почте.

Тема 1. Геометрия вещественных гиперповерхностей 2-мерного комплексного пространства.

Тема 2. Степенные ряды от 2-х комплексных переменных.

Тема 3. Аналитическая сложность решений дифференциальных уравнений.

Тема 4. Группы преобразований в комплексном анализе.

Тема 5. Геометрия колец, аналитически вложенных в $\mathbb{C}^2$.

Богачев Владимир Игоревич
профессор кафедры теории функций и функционального анализа
адрес эл. почты: vbogachev61@gmail.com

Способ связи: лично на спецсеминаре (вторник) или по электронной почте.

Тема 1. Пространства мер со слабой топологией и задачи Монжа — Канторовича. Исследование норм, метрик и топологий, связанных со слабой сходимостью мер, а также изучение задач Монжа и Канторовича оптимальной транспортировки.

Литература: В. И. Богачев. Слабая сходимость метрики. — 2016.

Тема 2. Гауссовские меры и связанные с ними классы Соболева.

Знакомство с основами теории гауссовских мер, исследование гауссовских мер на бесконечномерных пространствах, исследование классов Соболева по гауссовским мерам, в частности задачи продолжения соболевских функций.

Литература: В. И. Богачев. Гауссовские меры. — Наука. — 1997;

V. I. Bogachev. Gaussian measures. — American Math. Society. — 1998.

Тема 3. Операторы и полугруппы Орнштейна — Уленбека.

Знакомство с основами теории операторных полугрупп и исследование конкретной классической полугруппы Орнштейна — Уленбека, задаваемой явной формулой, получение оценок для этой полугруппы.

Литература: В. И. Богачев. Операторы и полугруппы Орнштейна — Уленбека. — Успехи математических наук. — 2018. — Т. 73, № 2.

Тема 4. Распределения многочленов и гладких функций на пространствах с мерами.

Исследование образов мер на конечномерных и бесконечномерных пространствах при полиномиальных и других гладких отображениях. Знакомство с основами исчисления Маллявэна и его применения.

Литература: В. И. Богачев. Распределения многочленов на многомерных и бесконечномерных пространствах с мерами. — Успехи математических наук. — 2016. — Т. 71, № 4.

Тема 5. Уравнения Фоккера — Планка — Колмогорова.

Знакомство с основами теории эллиптических и параболических уравнений Фоккера — Планка — Колмогорова относительно мер на конечномерных и бесконечномерных пространствах. Проблемы существования и единственности для линейных и нелинейных уравнений, свойства решений.

Литература: В. И. Богачев, Н. В. Крылов, М. Рёкнер, С. В. Шапошников. Уравнения Фоккера — Планка — Колмогорова. — РХД. — 2013.

Булинская Екатерина Вадимовна
профессор кафедры теории вероятностей
адрес эл. почты: ekaterina.bulinskaya@math.msu.ru

Способ связи: необходима договорённость по электронной почте.

Тема 1. Современная теория риска.

Риск — это опасность, вероятность плохих последствий, убытков или несчастных случаев. Риски делятся на чистые и спекулятивные. Первые описываются неотрицательными случайными величинами (так как возможны только потери), а вторые — произвольными (при этом отрицательные значения по модулю равны прибыли). Предлагаемая тема связана с проблемой принятия решений в условиях неопределённости.

Тема 2. Методы сравнения случайных величин.

Предполагается изучение широко используемых в приложениях порядков случайных величин (стохастический порядок, стоп-лосс, порядок отношения правдоподобия, экспоненциальный порядок, порядок Лоренца и др.). Будут рассматриваться соотношения между различными порядками и их использование в различных приложениях теории вероятностей.

Бурнаев Евгений Владимирович
профессор кафедры теории вероятностей
адрес эл. почты: e.burnaev@skoltech.ru, телефон: +7 926 562 33 55, телеграмм: @Evgeny_Burnaev

Способ связи: телеграмм.

Тема 1. Разобраться с теорией мостов Шредингера, которы используются с генеративных моделей искусственного интеллекта. Пример статьи.

Тема 2. Сделать обзор современного состоянии вычислительных алгоритмов для оценки мостов Шредингера. Пример статьи.

Васильева Анастасия Андреевна
доцент кафедры общих проблем управления
адрес эл. почты: vasilyeva_nastya@inbox.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Поперечники конечномерных шаров (геометрические вопросы).

Тема 2. Поперечники функциональных классов (аналитические вопросы).

Волков Николай Юрьевич
научный сотрудник кафедры математической теории интеллектуальных систем
телеграмм: +7 (903) 166-30-93

Способ связи: писать в телеграмм.

Тема 1. Задача преследования в лабиринтах, задаваемых графиком функции.

Рассматривается шахматный лабиринт $L_f = \{\,(x, y)\,|\,x, y \in \mathbb{Z},\ y \geqslant f(x)\}$, где f — целочисленная функция ($f : \mathbb{Z} \to \mathbb{Z}$). В этом лабиринте происходит преследование автоматом-волком автомата-зайца. Волк имеет превосходство в скорости. Считается, что волк ловит зайца, если он ловит его при любых начальных расположениях того и другого в указанном лабиринте. Нужно выяснить, при каких функциях f:

а) для любого автомата-зайца существует автомат-волк, который его поймает;

б) для любого автомата-волка существует автомат-заяц, который от него убежит.

Тема 2. Разработка программного комплекса для симуляции поведения систем автоматов в лабиринтах. Программистская работа в команде.

Студентами МГУ разработана программа, позволяющая строить на экране шахматные лабиринты, задавать автоматы и визуализирующая движение автоматов в лабиринтах. Хочется создать подобную программу, в которой будет также функционал моделирования коллективов автоматов, детекция факта поимки автоматами-хищниками автоматов-жертв, многомерные лабиринты. На базе таких программ можно разрабатывать функции искусственного интеллекта, например, программы, которая по заданному лабиринту строит обходящий его конечный автомат. Команда студентов, разработавших прошлую версию программу, завершила над ней работу. Нужно формировать команду заново. Идеальная численность команды — 2-4 человека с одного или близких курсов.

Тема 3. Вычисления словарных функций машинами Тьюринга.

Словарные функции вида $f : A^* \to A^*$ и $f : (A^*)^n \to A^*$, переводящие слова в алфавите A в слова в алфавите A могут быть реализованы на машине Тьюринга. Нужно исследовать факты вычислимости всех детерменированных функций, описать класс машин Тьюринга, вычисляющих ограниченно-детерменированные функции, найти класс всех словарных функций, которые могут быть вычислены машинами Тьюринга.

Гордиенко Алексей Сергеевич
профессор кафедры высшей алгебры
адрес эл. почты: alexey.gordienko@math.msu.ru

Способ связи: напишите мне, пожалуйста, на электронную почту, и мы договоримся о личной встрече.

Тема 1. Гипотеза Амицура — Бахтурина.

Гипотеза говорит о том, что коразмерности полиномиальных H-тождеств в конечномерной ассоциативной H-модульной алгебре, где H — алгебра Хопфа над полем характеристики 0, имеют целочисленную экспоненту роста. Доказательство этой гипотезы позволило бы дать характеризацию алгебр Хопфа среди всех биалгебр в терминах их действий на алгебрах.

Тема 2. Универсальные (ко)действующие алгебры Хопфа.

Хотя доказаны критерии существования универсальных (ко)действующих алгебр Хопфа, их строение в большинстве случаев остаётся неизвестным.

Тема 3. H-(ко)инвариантное разложение конечномерной H-полупростой H-(ко)модульной алгебры Ли в прямую сумму H-простых алгебр Ли.

Предполагается, что всякая конечномерная H-(ко)модульная алгебра Ли, где H — алгебра Хопфа над полем характеристики 0, не имеющая ненулевых нильпотентных H-(ко)инвариантных идеалов, раскладывается в прямую своих H-(ко)инвариантных идеалов, являющихся H-простыми алгебрами Ли. Данное утверждение является аналогом соответствующей теоремы Скрябина — Ван Ойстаена для H-модульных ассоциативных алгебр и классической теоремы о строении полупростых алгебр Ли без (ко)действия алгебр Хопфа. Его справедливость установлена пока только в случае полупростой в обычном смысле H-(ко)модульной алгебры Ли.

Комментарии. Дополнительная информация на сайте.

Дуков Андрей Валерьевич
ассистент кафедры теории динамических систем
адрес эл. почты: dukov@mi-ras.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Бифуркация особых кривых векторного поля.

Векторным полем называется отображение, которое каждой точке пространства сопоставляет вектор в этом пространстве. Пусть дано гладкое векторное поле на плоскости, имеющее прямую, целиком состоящую из особых точек (то есть в них поле нулевое). При малом возмущении поля эта прямая может исчезнуть, породив конечное число особых точек. Требуется оценить количество и описать эти особые точки.

Тема 2. Конфигурации подпространств.

Эта комбинаторная задача возникает при исследовании одной бифуркации векторного поля. Пусть в k-мерном пространстве проведены n гиперплоскостей (т. е. размерности $k-1$). Через каждую точку пространства проходит не более k плоскостей. Сколько существует конфигураций (расположений в пространстве) этих плоскостей с точностью до гомеоморфизма? Можно ли их как-то перечислить?

Ероховец Николай Юрьевич
доцент кафедры высшей геометрии и топологии
адрес эл. почты: erochovetsn@hotmail.com

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Конструкции фуллеренов и нанотрубок.

Молекулы фуллеренов и нанотрубок моделируются трёхмерными простыми многогранниками. Существует несколько известных алгоритмов перечисления таких многогранников. Предлагается развить один из подходов, в том числе используя компьютерные вычисления.

Тема 2. Конструкции семейств трёхмерных многогранников.

Имеется несколько семейств трехмерных многогранников, которые в последнее время обратили на себя внимание специалистов по торической топологии и гиперболической геометрии. Например, прямоугольные многогранники в пространстве Лобачевского. Известны конструкции таких семейств при помощи операций срезки рёбер и связной суммы вдоль граней. Предлагается рассмотреть открытые задачи в этой области.

Тема 3. Торическая топология трёхмерных многогранников.

В торической топологии каждому трёхмерному многограннику канонически сопоставляется трёхмерное многообразие. При этом геометрические свойства этого многообразия определяются комбинаторными свойствами многогранника. Предлагается рассмотреть открытые задачи, связанные с такими многообразиями.

Иванов Александр Олегович
профессор кафедры дифференциальной геометрии и приложений
адрес эл. почты: aoiva@mail.ru

Способ связи: встреча на мехмате в первой половине дня (необходима предварительная договоренность по электронной почте).

Тема 1. Замкнутые минимальные сети на удвоенных многоугольниках.

Удвоенный многоугольник — это 2-мерная поверхность, полученная склейкой двух равных многоугольников по соответствующим сторонам. С точки зрения топологии получается сфера. На этой сфере, фактически, задана плоская метрика с особыми точками в общих вершинах многоугольников. Замкнутая минимальная сеть в этом случае — это вложенный в поверхность граф, все вершины которого имеют степень 3, рёбра — прямолинейные отрезки (отрезок может переходить с одного многоугольника на другой через общее ребро), стыкующиеся в вершинах под равными 120 градусам углами. Пример: на удвоенном правильном треугольнике T существует замкнутая минимальная сеть с двумя вершинами — центрами треугольников, и тремя ребрами, каждое из которых является объединением двух перпендикуляров, опущенных из центров на общую сторону T. Задача — описать замкнутые минимальные сети на удвоенных многоугольниках. Задача полностью решена только для треугольников. В остальных случаях известны лишь примеры и необходимые условия существования.

Тема 2 Замкнутые минимальные сети на поверхностях выпуклых многогранников.

Эта тема – серьёзное обобщение темы 1. Поверхность многогранника с метрической точки зрения — это поверхность сферы с плоской метрикой, имеющей особенности в вершинах многогранника. Замкнутые минимальные сети определяются точно так же. Общая задача — выяснить, на каких многогранниках существуют замкнутые минимальные сети. С общей теорией минимальных сетей можно познакомиться в книге А. Иванова и А. Тужилина «Теория экстремальных сетей» (можно найти в сети). Хороший обзор и некоторые результаты про удвоенные многоугольники и многогранники можно найти в диссертации Н.П.Стрелковой.

Фоменко Анатолий Тимофеевич
академик РАН, профессор кафедры дифференциальной геометрии и приложений
адрес эл. почты: atfomenko@mail.ru
Кибкало Владислав Александрович
ассистент кафедры дифференциальной геометрии и приложений
адрес эл. почты: slava.kibkalo@gmail.com

Способ связи: напишите нам по эл. почте и договоримся о встрече на нашей кафедре.

Тема 1. Топология и симметрии псевдоевклидовых аналогов систем механики.

Классические динамические системы могут иметь «богатый набор симметрий» (т. е. иметь «много» законов сохранения, включая, например, закон сохранения энергии). Таковы, например, аналоги известных волчков — твёрдых тел, вращающихся вокруг закреплённой точки, открытые Эйлером, Лагранжем, Ковалевской. В последние годы стали изучаться аналоги этих систем для псевдоевклидова случая (при этом матрица скалярного произведения критерию Сильвестра не удовлетворяет). Предполагается изучить геометрические, топологические свойства таких систем и их связи с современной физикой.

Тема 2. Топологические свойства некомпактных слоений и их бифуркаций.

Описать возможные особенности, содержащие положения равновесия и особые траектории системы, в случае некомпактных слоений. При этом слой может быть гомеоморфен не тору, а плоскости или кольцу (цилиндру). Такие особенности возникают, например, в псевдоевклидовых аналогах систем механики — волчков Эйлера, Ковалевской и системы Жуковского.

Комментарии и ссылки: про топологию гамильтоновых систем можно посмотреть первую главу книги А. В. Болсинова и А. Т. Фоменко «Интегрируемые гамильтоновы системы», 1999, а также презентацию кафедры (введение, слайды 27-49 и слайды 195-209).

Гамильтоновы системы в неевклидовых пространствах начали рассматривать ещё в XIX веке, но в последние годы вспыхнул особый интерес в связи с применением топологии, симплектической геометрии, теории групп Ли и алгебр Ли, а также теории скрытых симметрий. В частности, интересно изучить поведение систем «на бесконечности», т. е. на некомпактных слоях.

Ковалёв Михаил Дмитриевич
профессор кафедры дискретной математики
адрес эл. почты: mkov@rambler.ru

Способ связи: необходима предварительная договорённость по электронной почте.

Тема 1. Применение вещественной алгебраической геометрии в кинематике механизмов.

Малоразработанная тема, напрямую связанная с приложением математических теорий к механике.

Тема 2. Оценить меру близости энергетических уровней квантовой частицы в кусочно постоянном потенциальном поле.

Задачу можно решать элементарными методами. Проверку результатов можно провести с применением символьных вычислений на компьютере. В некоторых случаях существуют очень близкие уровни энергии.

Тема 3. Исследование приводимости как алгебраических множеств конфигурационных пространств шарнирных механизмов.

Вопрос малоразработанный. Для шарнирного четырёхзвенника найдены все случаи приводимости над полем комплексных чисел.

Тема 4. Возможны ли геометрически устойчивые шарнирные конструкции, собираемые единственным способом?

Рассматриваем идеальные плоские конструкции, составленные из стержней, несущих на концах шарниры. Стержни могут быть соединены общим концевым шарниром, допускающим произвольный поворот одного из них относительно другого. Некоторые шарниры могут быть закреплены в плоскости и тоже допускают повороты стержня вокруг точки закрепления. Конструкцию называем геометрически устойчивой, если при любой достаточно малой ошибке в длинах стержней её можно собрать. Например, простейшая плоская ферма, из двух стержней с закреплёнными в точках $(0,0)$ и $(1,0)$ шарнирами и незакреплённым общим шарниром в точке (x,y), геометрически устойчива при y, не равном 0. Но собирается двумя способами, второй — $(x,-y)$. Если же $y=0$, то она собирается единственным способом, но является геометрически неустойчивой. Ответ на поставленный вопрос в общем случае неизвестен. Предлагается исследовать вопрос в частных случаях.

Комментарии. Это вопрос 4 на стр. 126 моей книги «Геометрические вопросы кинематики и статики». В книге содержатся подробные разъяснения.

Козко Артем Иванович
доцент кафедры математического анализа
адрес эл. почты: prozerpi@yahoo.co.uk

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Некоторые вопросы теории приближений.

Тема 2. Экстремальные задачи теории приближений.

Кочергин Вадим Васильевич
заведующий кафедры дискретной математики
адрес эл. почты: vvkoch@yandex.ru

Способ связи: необходимо предварительное согласование по электронной почте.

Тема 1. Оценки мощности классов булевых функций со специальными свойствами.

Планируется исследовать количество булевых функций от n фиксированных переменных в семействах функций, являющихся расширениями монотонных функций (обобщение проблемы Дедекинда). В этом направлении есть задачи разного уровня трудности. Задача минимум — найти при $n \to \infty$ асимптотику роста логарифма мощности для простейших семейств.

Тема 2. Исследование сложности вычисления систем одночленов.

Какое минимальное число операций умножения достаточно для возведения x в степень n? Если $n = 2^k$, то ответ очевиден: k. В общем случае простейшие оценки этой величины снизу и сверху отличаются вдвое ($\log_2 n$ и $2\log_2 n$, соответственно). Оказывается, что эта величина растет как $\log_2 n + \alpha_n$, где $\lim\limits_{n\to\infty} \frac{\alpha_n}{\log_2 n} = 0$. А как растет необходимое количество умножений, если вычислять нужно систему из p одночленов от q переменных? Для случаев $p \leqslant 3$ или $q \leqslant 3$ асимптотики роста известны. А для случая $p = 4$, $q = 4$ нет даже правдоподобной гипотезы. В этом направлении существует много разных задач. Можно, например, рассмотреть важные частные случаи или разрешить использование дополнительных возможностей.

Тема 3. Сложность булевых функций в базисах с нулевыми весами.

Предполагается исследовать задачу о сложности реализации булевых функций схемами из функциональных элементов в базисах, состоящих из элементов двух типов, одному типу элементов приписан нулевой вес (их можно использовать «бесплатно»), а другому типу — единичный. Близкие к таким задачам проблемы нередко возникают на практике. Ранее отдельные частные случаи этой очень общей задачи рассматривали А.А. Марков, Э.И. Нечипорук, А.Б. Угольников и некоторые другие авторы.

Кочуров Александр Савельевич
доцент кафедры общих проблем управления
адрес эл. почты: kchrvas@yandex.ru

Способ связи: необходима предварительная договорённость по электронной почте.

Тема 1. Поперечники конечномерных шаров (геометрические вопросы).

Тема 2. Поперечники функциональных классов (аналитические вопросы).

Кудрявцева Елена Александровна
профессор кафедры дифференциальной геометрии и приложений
адрес эл. почты: eakudr@mech.math.msu.su, elena.kudryavtseva@math.msu.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Симплектическая геометрия и топология лагранжевых слоений с особенностями.

Симплектическая геометрия изучает симплектические многообразия — это чётномерные многообразия, на которых задана симплектическая структура, т. е. кососимметрическая невырожденная билинейная форма в касательном пространстве к каждой точке, которая приводится к постоянному виду в некоторой локальной системе координат. Лагранжево подмногообразие — такое n-мерное подмногообразие $2n$-мерного симплектического многообразия, на котором симплектическая структура равна нулю. Лагранжево слоение — это разбиение симплектического многообразия на компактные лагранжевы подмногообразия (называемые слоями). Согласно теореме Лиувилля, если некоторый слой лагранжева слоения является гладким (регулярным), то, во-первых, такой слой и все близкие к нему слои являются n-мерными торами, а, во-вторых, на базе лагранжева слоения (вернее, на «регулярной части» базы) возникает целочисленная аффинная структура. Остальные слои (не являющиеся регулярными) называются особыми. Требуется изучить топологию лагранжева слоения вблизи его особых слоев. В частности, нужно изучить особенности целочисленной аффинной структуры, возникающей на базе лагранжева слоения с особенностями. Поскольку видов особенностей много, то эту задачу можно ставить и решать для разных видов особенностей. Для простейших видов особенностей (называемых невырожденными) возникают интересные комбинаторные задачи и задачи алгебраической топологии. Для более сложных (вырожденных) особенностей возникают задачи анализа.

Тема 2. Алгебраические функции Морса. Реализуемость конфигураций овалов на плоскости в виде алгебраических кривых.

Теорема Жордана — классическая теорема топологии, гласящая, что замкнутая плоская кривая без самопересечений делит плоскость на две различные части: «внутреннюю» и «внешнюю». Эту теорему можно распространить на случай нескольких непересекающихся замкнутых кривых: такие кривые делят плоскость на $k+1$ часть, где k — количество кривых. Такие кривые будем называть овалами. Если при этом один овал содержится внутри другого, то будем говорить, что первый овал «меньше» второго. Тем самым, возникает частичный порядок на множестве овалов, который назовём конфигурацией овалов. Шестнадцатая проблема Гильберта об овалах спрашивает, какие конфигурации овалов можно реализовать в виде алгебраической кривой вида $P(x, y) = 0$, где $P(x, y)$ — многочлен данной степени. Академик В. И. Арнольд поставил более общую проблему — о реализуемости данной функции Морса на сфере (критические точки которой — это локальные минимумы, максимумы и седловые точки) в виде многочлена $P(x, y)$, имеющего «хорошее» поведение на бесконечности. Требуется найти или оценить наименьшую возможную степень такого многочлена. Видов функций Морса много, поэтому эту задачу можно ставить и решать для разных видов функций (причем необязательно морсовских). Возникают комбинаторные задачи и задачи маломерной топологии.

Тема 3. Проблема щелей в поясе астероидов.

Предполагается изучить периодические решения плоской задачи трёх тел типа Солнце-Юпитер-астероид, где масса астероида много меньше масс Солнца и Юпитера (например, равна 0). Периодическое решение, близкое к движениям по круговым орбитам, характеризуется периодами обращения Юпитера и астероида вокруг Солнца. Предполагается исследовать следующую гипотезу: если отношение периодов обращения Юпитера и астероида имеет специальный вид, например, $\frac{k+1}{k}$, где k — целое число, то не существует периодического решения с такими периодами (получаем «щель» в поясе астероидов).

Комментарии. Для первичного ознакомления с предлагаемыми темами можно посмотреть презентацию кафедры (стр. 11, 94-110) и краткую лекцию (лекторы А. А. Ошемков, А. Ю. Коняев, Е. А. Кудрявцева).

Кумсков Михаил Иванович
профессор кафедры вычислительной математики
адрес эл. почты: mikhail.kumskov@math.msu.ru

Способ связи: по электронной почте + встречи в Zoom.

Тема 1. Анализ изображений. Символьная разметка Особых Точек. 2 курс.

Для идентификации объектов из эталонного списка размечаем изображение сцены. Находим координаты ОТ — особых точек. Описываем ОТ вектором признаков (разные варианты). Проводим кластер анализ (разные варианты алгоритмов) всех ОТ, кластеру присваиваем символьную метку. По принадлежности ОТ кластеру присваиваем метку. Результат — помеченный граф на плоскости — вершины графа — помеченные ОТ. Вычисления проводятся на разных уровнях разрешения изображений (multiscale processing). Получаем задачу сопоставления двух помеченных графов — графа изображения сцены и графа эталона. Ожидаемый ответ: присутствует ли объект-эталон на изображении сцены и какова степень принадлежности (Fuzzy Logic). Цель исследования — найти «оптимальный» уровень разрешения изображения сцены. Алгоритмы реализуются на основе пакета OpenCV на языке Python.

Тема 2. Машинное обучение без учителя. Кластерный анализ обучающей выборки.

Работа состоит в знакомстве и сравнении алгоритмов поиска «сгустков» — кластеров, — в заданном признаковом пространстве, описывающем объекты. Для объектов не задана метка принадлежности к классу. Классификация объектов проводится по принадлежности объекта к «крупному» кластеру. Планируется реализация алгоритмов на объектно-ориентированном языке C++ и сравнение результатов с использованием алгоритмов из библиотек на языке Python: k-средних, k-средних с ядрами, ЕМ-алгоритм, иерархический, минимальное покрывающее дерево (Spanning Tree), DBSCAN, волновой алгоритм для поиска связной компоненты графа, алгоритм «Формальный элемент» (Forel). После поиска кластеров предполагается описание их форм на основе факторного анализа или метода главных компонент. Последующее применение алгоритмов машинного обучения с учителем (например, регрессии) предполагает построение на каждом кластере собственной модели.

Лебедев Алексей Викторович
доцент кафедры теории вероятностей
адрес эл. почты: avlebed@yandex.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Нетранзитивные кости, их свойства и обобщения.

Под костями имеются в виду наборы игральных кубиков с нанесёнными на грани какими-то числами. Первый игрок выбирает кость, второй выбирает кость из оставшихся, зная, какой выбор сделал первый игрок. При бросании кубиков, побеждает тот, у кого выпало большее число. Оказывается, можно подобрать такие наборы, при которых преимущество всегда будет у второго игрока. В этом случае нет наилучшей кости, выбрав которую, первый игрок получит преимущество. Отношение превосходства между костями идёт по кругу, как в игре «камень-ножницы-бумага», оно является нетранзитивным. Предполагается решать различные задачи, связанные с нетранзитивными костями.

Тема 2. Нетранзитивность в финансах.

Сравнивать вложения в различные активы и другие финансовые операции можно различными способами. Бывает, что при попарном сравнении нескольких вариантов среди них не оказывается лучшего, а отношение превосходства идет по кругу, как в игре «камень-ножницы-бумага», оно является нетранзитивным. Предполагается решать различные задачи, связанные с этими явлениями.

Миронов Андрей Михайлович
доцент кафедры математической теории интеллектуальных систем
+7 (916) 462-20-36, @amironov66 (телеграмм), amironov66@gmail.com

Способ связи: телефон, телеграмм, электронная почта.

Тема 1. Автоматное машинное обучение.

Требуется построить алгоритм синтеза оптимальных автоматов (детерминированных, вероятностных, нечётких, автоматов над термами и т.п.) по частичной информации об их поведении. Минимизация нечётких и вероятностных автоматов (перенос методов построения минимальных детерминированных автоматов на случай нечётких и вероятностных автоматов).

Тема 2. Верификация параллельных и распределенных алгоритмов.

Требуется разработать методы верификации (т.е. доказательства корректности) алгоритмов, состоящих из нескольких взаимодействующих компонентов (такими алгоритмами могут быть MPI-программы, криптографические протоколы).

Тема 3. Спецификация и верификация смарт-контрактов (т. е. протоколов взаимодействия агентов) в блокчейновых системах, разработка новых языков программирования для формального описания смарт-контрактов и их свойств (корректности, безопасности и др.).

Тема 4. Построение агрегирующих алгоритмов в математической теории прогнозирования.

Задача агрегирующего алгоритма — выработка предсказаний с учётом мнения экспертов. Требуется построение таких агрегирующих алгоритмов, качество предсказания отличаются на небольшую величину от качества предсказания наилучшего эксперта.

Комментарии. Научная деятельность студентов в области верификации программ происходит в сотрудничестве с Институтом системного программирования РАН. Студентам, желающим сочетать теоретическую деятельность с участием в прикладных проектах, предлагается участие в крупных прикладных проектах по верификации программ с использованием современных интеллектуальных систем автоматизации логических рассуждений (Coq, Isabelle, ProVerif, и др.)

Мищенко Александр Сергеевич
профессор кафедры высшей геометрии и топологии
адреса эл. почты: asmish-prof@yandex.ru, alexandr.mishchenko@math.msu.ru

Способ связи: переговоры по электронной почте, по телефону +7(903)726-3112 или Whatsapp +7(985)091-93-43.

Тема 1. Когомологии бесконечных CW-комплексов с финитными носителями.

Проблема состоит в том, чтобы описать группы когомологий бесконечных CW-комплексов с финитными носителями в терминах гомоморфизмов групп гомологий.

Тема 2. Операции комплексификации и овеществления алгеброидов Ли.

Операции комплексификации и овеществления алгеброидов Ли строятся при помощи конструкции Атья алгеброидов Ли и точной последовательности Атья. установить условия, при которых конструкции Атья алгеброидов Ли позволяалет осуществить комплексификацию и овеществление алгеброидов Ли.

Тема 3. Теория дифференциального исчисления на векторных расслоениях и ее связь с калибровочными полями на многообразиях.

Это бурно развивающаяся область геометрии, которая направлена на методы решения как чисто геометрических задач, так и на описание физических закономерностей в теоретической физике.

Комментарии.

По теме №1 целесообразно познакомиться с понятиями гомологической алгебры, гомологиями и когомологиями.

Курс дифференциальной геометрии и топологии, Мищенко А.С., Фоменко А.Т.

Е. Г. Скляренко, “О когомологиях с носителями”, УМН, 51:1(307) (1996), 167–168

По теме №2 целесообразно познакомиться с понятиями операции комплексификации и овеществления алгеброидов Ли.

D,Aguero, On Complex Lie ALgebroids with Consnant Real Rank, 2024

Almost Lie Algebroids and Characteristic Classes, Marcela POPESCU and Paul POPESCU, 2019/

По теме №3 полезно познакомиться с двухтомником Gregory L. Naber Topology, Geometry, and Gauge Fields, I. Foundations, 2010, II. Interactions.

Никонов Игорь Михайлович
доцент дифференциальной геометрии и приложений
адрес эл. почты: nikonov.igor@math.msu.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Минимальные порождающие наборы движений Рейдемейстера для ориентированных узлов.

Узел — это вложение окружности в трёхмерное пространство, рассматриваемое с точностью до изотопии. Узлы можно представлять посредством их проекций на плоскость — диаграмм. Век назад Александер, Бриггс и Рейдемейстер показали, что любые две диаграммы одного узла связаны между собой последовательностью локальных преобразований — движений Рейдемейстера (есть 3 типа таких движений).

Учёт ориентации узла даёт 16 ориентированных движений Рейдемейстера (по 4 варианта для первого и второго, и 8 вариантов для третьего движения Рейдемейстера).

Поляк [M. Polyak, Minimal generating sets of Reidemeister moves, Quantum Topology, Vol. 1, No. 4, (2010) pp. 399–411] показал, что есть набор из четырёх ориентированных движений Рейдемейстера, которые порождают все другие движения, и что нельзя обойтись меньшим числом движений. Капрау и Скотт [C. Caprau and B. Scott, Minimal generating sets of moves for diagrams of isotopic knots and spatial trivalent graphs, Journal of Knot Theory and Its Ramifications, Vol.31, No. 12, (2022) 2250085] перечислили все порождающие наборы из четырёх движений, их насчиталось 12 штук.

Однако за рамками классификации, полученной Капрау и Скоттом, остались другие наборы движений, которые, с одной стороны, порождают все ориентированные движения Рейдемейстера, а, с другой стороны, минимальны, то есть их нельзя уменьшить с сохранением предыдущего свойства. Очевидно, что эти наборы состоят из 5 или более движений.

Задача состоит в том, чтобы описать все минимальные (по включению) порождающие наборы ориентированных движений Рейдемейстера.

Плотников Михаил Геннадьевич
профессор кафедры математического анализа
адрес эл. почты: mgplotnikov@gmail.com

Способ связи: электронная почта.

Тема 1. Фрактальная размерность и размерность Хаусдорфа.

Понятия фрактальной размерности, размерности Хаусдорфа и энтропии множеств позволяют оценить степень сложности множества, а также градуировать множества нулевой меры по степени их «густоты», «массивности». Изучаются простейшие свойства, связанные с этими понятиями, а также вычисляется фрактальная размерность ряда известных множеств, подобных множеству Кантора.

Тема 2. Суммирование расходящихся числовых рядов.

Суммирование расходящихся в обычном смысле числовых рядов не такая уж бесполезная задача, как это кажется на первый взгляд. Рассматриваются несколько методов суммирования числовых рядов (метод Чезаро, метод Римана, метод Теплица), находятся обобщённые суммы некоторых рядов. Изучаются приложения расходящихся рядов в естественных науках.

Прохоров Юрий Геннадьевич
профессор кафедры высшей алгебры
адрес эл. почты: prokhoro@mi-ras.ru

Способ связи: необходима предварительная договорённость по электронной почте.

Тема 1. Плоские алгебраические кривые.

Тема 2. Конечные подгруппы в $SL_2(\mathbb{C})$ и факторособенности.

Тема 3. Проблема Люрота для алгебраических кривых.

Тема 4. Группы автоморфизмов плоских кубик.

Тема 5. Квадрики и кубики в проективном пространстве.

Тема 6. Автоморфизмы плоских кривых с особенностями.

Тема 7. Модули стабильных рациональных кривых.

Розанова Ольга Сергеевна
профессор кафедры дифференциальных уравнений
адрес эл. почты: olgarozanova321@gmail.com

Способ связи: Встреча по понедельникам у кафедры после 4 пары по предварительной договорённости.

Тема 1. Начально-краевая задача для уравнений холодной плазмы.
Одномерные уравнения холодной плазмы состоят из двух квазилинейных уравнений и являются простейшим вариантом системы магнитогидродинамики, в общем случае очень сложной и описывающей распространение волн различного типа в разных направлениях. Однако в одномерном случае вполне возможно построить и исследовать их точные решения для различных задач. В работе предлагается это сделать для начально-краевой задачи на отрезке.

Романов Максим Сергеевич
доцент кафедры дифференциальных уравнений
адрес эл. почты: mcliz@mail.ru

Способ связи: Zoom (сначала необходимо списаться по электронной почте)

Тема 1. Кусочно-гладкие решения нелинейного уравнения колебания.
На плоскости (x, t) рассматривается нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка в частных производных, моделирующее продольные колебания среды с нелинейным законом упругости. Если решение такого уравнения достаточно гладкое, то, вводя вспомогательную функцию, исходное уравнение можно свести к системе двух уравнений первого порядка (вообще говоря, в зависимости от выбора вспомогательной функции, мы получим разные системы). Кроме гладких решений, для уравнения колебания имеет смысл рассматривать кусочно-гладкие решения — так называемые обобщённые решения. Обобщённое решение можно определить при помощи некоторого интегрального тождества. Аналогично при помощи интегральных тождеств можно определить и обобщённые решения некоторых систем первого порядка. Нам интересно было бы понять, как следует выбирать вспомогательную функцию, чтобы обобщённое решение исходного уравнения переходило в обобщённое решение соответствующей системы первого порядка. Также хотелось бы построить примеры решений с кусочно-постоянными производными и на их примере изучить вопрос об однозначной разрешимости соответствующих задач Коши.

Сачков Юрий Леонидович
профессор кафедры теории динамических систем
адрес эл. почты: yusachkov@gmail.com

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Машина Дубинса.

Рассмотрим модель машины на плоскости — вектор единичной длины, расположенный в некоторой точке плоскости. Машина может ехать вперед и поворачивать вправо или влево по окружности радиуса один, с единичной линейной скоростью.

Требуется найти самые короткие маршруты машины со следующими краевыми условиями:

1. разворот машины на угол π,
2. начальное положение машины удалено от конечного положения на расстояние больше 4.

Тема 2. Геометрия Лобачевского.

Предлагается исследовать геометрию Лобачевского методами современной математической теории управления. Задача о кратчайших на плоскости Лобачевского Π будет сформулирована как задача оптимального управления. Предлагаются следующие вопросы:

1. для произвольных двух точек в Π найти кратчайшую линию, их соединяющую,
2. доказать аксиомы геометрии Лобачевского в данной модели,
3. найти алгебру симметрий плоскости Π.

Тема 3. Задача Дидоны.

Даны точки A и B на плоскости, а также число S. Требуется найти кратчайшую кривую γ на плоскости такую, что:

- γ соединяет точки A и B,
- область на плоскости, ограниченная кривой γ и прямой AB, имеет алгебраическую площадь S.

Семенов Алексей Львович
заведующий кафедры математической логики и теории алгоритмов
адрес эл. почты: alsemno@ya.ru

Способ связи: через Zoom, необходима предварительная договорённость по электронной почте.

Тема 1. Понятно, как можно определить трёхместное отношение для рациональных чисел «x лежит между y и z», через двухместное отношение «x меньше y». Попробуйте доказать, что обратное — невозможно: для рациональных чисел невозможно определить «меньше» через «между». Если у вас это получилось, вам предлагается следующая тема курсовой работы: «Описание классов (пространств) отношений, определимых через порядок целых чисел».

Тема 2. Понятно, как можно определить трёхместное отношение для рациональных чисел «x лежит между y и z» через двухместное отношение «x меньше y». Попробуйте доказать, что обратное — невозможно: для рациональных чисел невозможно определить «меньше» через «между». Если у вас это получилось, вам предлагается следующая тема курсовой работы: «Описание классов (пространств) отношений, определимых через отношение $y = x + 1$ для натуральных чисел».

Тема 3. Будем рассматривать счётные структуры, сигнатура которых состоит из имен объектов и имен отношений, и (элементарные) расширения таких структур (определение несложно, есть в стандартных курсах математической логики. Назовем структуру B пополнением структуры A, если B является (элементарным) расширением структуры A, а всякое расширение B изоморфно B. Тема курсовой работы: «Построение пополнений структур». В качестве структур будут рассматриваться числовые множества, бесконечные графы.

Сергеев Игорь Николаевич
профессор кафедры дифференциальных уравнений
адрес эл. почты: igniserg@gmail.com, Whatsapp, телеграм: 8(916)158-65-88

Способ связи: встреча у кафедры по пятницам с 18 до 18:30 или с 12:40 до 13:10 (необходима предварительная договорённость по электронной почте).

Тема 1. Ляпуновская, перроновская и верхнепредельная устойчивость.

Изучение самых разных свойств этих разновидностей устойчивости или неустойчивости нулевого решения дифференциальной системы, а также логических взаимосвязей между ними и возможности их исследования по первому приближению.

Тема 2. Колеблемость, вращаемость и блуждаемость решений.

Этими свойствами могут обладать или не обладать решения дифференциальной системы. Предполагается сравнение друг с другом различных свойств и связанных с ними характеристических показателей, а также их исследование по первому приближению.

Тема 3. Меры устойчивости и неустойчивости.

Изучение этих новых понятий, характеризующих вероятное поведение решений дифференциальной системы, начинающихся вблизи нулевого решения. Исследование возможных их сочетаний и взаимосвязей между ними.

Тема 4. Меры колеблемости, вращаемости и блуждаемости.

Изучение этих новых понятий, характеризующих вероятное поведение решений дифференциальной системы, начинающихся вблизи нулевого решения. Исследование возможных их сочетаний и взаимосвязей между ними.

Сипачева Ольга Викторовна
профессор кафедры общей топологии и геометрии
адрес эл. почты: o-sipa@yandex.ru, olga.sipacheva@math.msu.ru

Способ связи: встреча у кафедры по четвергам с 15:00 до 16:45 и после 18:00 или общение в зуме (по договоренности).

Тема 1. Топологизируемость групп.

Топологической группой называется группа, снабженная топологией, относительно которой обе групповые операции (умножение и взятие обратного элемента) непрерывны. Такая топология называется групповой. Несколько десятков лет оставалась открытой проблема существования нетопологизируемых (т.е. не допускающих нетривиальных групповых топологий) групп. Известно несколько примеров таких групп с разными алгебраическими свойствами. Предполагается исследовать достаточные условия топологизируемости групп и построить примеры нетопологизируемых групп с новыми свойствами. Интерес представляет также описание групп, на которых существуют групповые топологии с заданными свойствами (например, компактные).

Тема 2. Топологические свойства, зависящие от дополнительных теоретико-множественных предположений.

Хорошо известно, что некоторые утверждения нельзя ни доказать, ни опровергнуть в рамках стандартной системы аксиом ZFC теории множеств, на которой основана вся современная математика. К ним относится, например, континуум-гипотеза CH (что наименьшей несчётной мощностью является мощность множества вещественных чисел). Таким образом, как саму CH, так и её отрицание можно (а иногда и приходится) использовать в качестве дополнительного предположения в формулировках теорем. Некоторые топологические утверждения тоже нельзя ни доказать, ни опровергнуть в рамках ZFC. Например, в предположении истинности CH существует топологическое пространство со свойством Суслина (всякое семейство попарно непересекающихся непустых открытых множеств не более чем счётно), квадрат которого этим свойством не обладает.

Тема 3. Булевы топологические группы.

Булева топологическая группа — это группа, в которой все элементы имеют порядок 2, снабжённая топологией, относительно которой групповая операция непрерывна. Теория булевых топологических групп находится на стыке теории топологических групп, теории топологических векторных пространств (поскольку каждая булева группа является векторным пространством над полем F_2) и теории множеств (поскольку булева группа (= векторное пространство) с базисом X — не что иное как семейство всех конечных подмножеств X с операцией симметрической разности), и эти группы обладают уникальными свойствами, однако до сих пор они не были систематически исследованы. Предполагается хотя бы частично восполнить этот пробел.

Тема 4. Существование экстремально несвязных топологических групп.

Топологическое пространство экстремально несвязно, если в нём замыкание любого открытого множества открыто. Такие пространства играют важнейшую роль в теории категорий, функциональном анализе, теории двойственности Стоуна между булевыми алгебрами и топологическими пространствами и в общей топологии. Проблема существования недискретной экстремально несвязной топологической группы в ZFC (т. е. без дополнительных теоретико-множественных предположений, таких как справедливость континуум-гипотезы) остаётся нерешённой уже более полувека. Недавно было доказано, что счётных недискретных экстремально несвязных групп в ZFC существовать не может, однако в направлении существования несчётных экстремально несвязных групп продвижений мало. Любые результаты или идеи на эту тему представляют ценность.

Скворцов Валентин Анатольевич
профессор кафедры теории функций и функционального анализа
адрес эл. почты: vaskvor2000@yahoo.com,
телефон: +7 915-364-9908

Способ связи: встреча на кафедре по средам с 15 до 18 (необходима предварительная договорённость по электронной почте).

Тема 1. Интегрирование функций со значениями в банаховом пространстве.

Изучаются свойства интегралов, обобщающих интегралы Римана и Лебега на случай функций, принимающих значения в линейном нормированном пространстве. В частности, рассматривается вопрос о дифференцируемости таких интегралов.

Тема 2. Меры и интегралы на группах.

Изучается мера Хаара и её обобщения на компактных абелевых группах и интегрирование относительно этих мер. Рассматриваются частные случаи таких групп, в частности, группа p-адических чисел

Тема 3. Ряды по ортогональным системам на группах.

Тригонометрическая система в экспоненциальном виде представляет собой систему характеров на группе вращений окружности. Изучаются аналогичные системы, определённые на других компактных абелевых группах, в частности, на двоичной группе Кантора (система Уолша) и на группе p-адических чисел. Рассматриваются ряды по таким системам.

Тема 4. Обобщение понятия непрерывности и производной.

Изучаются такие понятия непрерывности и производной, в определении которых используются обобщённые дифференциальные базисы (вместо базиса из интервалов) и обобщённые понятия приращения функции. Среди таких обобщений производных рассматривается аппроксимативная производная, двоичная производная и другие.

Тема 5. Классы функций абсолютно непрерывных и ограниченной вариации и обобщение этих классов.

Изучаются классы функций, играющих важную роль в теории дифференцирования и интегрирования. Рассматриваются меры, определяемые этими функциями.

Тема 6. Неабсолютные интегралы.

Изучается такое обобщение римановского метода построения интеграла, которое позволяет определить интегралы более общие, чем интеграл Лебега, и решающие, в частности, задачу восстановления дифференцируемой функции по ее точной (т.е. существующей и конечной всюду) производной.

Тема 7. Малые множества.

Предполагается познакомиться с разными понятиями «малости» множества: в смысле мощности, в смысле меры, в смысле топологической «дырявости» (нигде неплотности) множества, категории множества в смысле Бэра — и сравнить их. Множества рассматриваются на действительной прямой, а также в метрическом или топологическом пространстве.

Предварительная литература:

по темам №1, №5 и №6: Т. П. Лукашенко, В. А. Скворцов, А. П. Солодов. Обобщённые интегралы. — М.: URSS. — 2011.
по темам №2 и №3: Б. И. Голубов, А. Ефимов, В. А. Скворцов. Ряды и преобразования Уолша. — М.: URSS. — 2008.
по теме №4: И. П. Натансон. Теория функций вещественной переменной; М. Гусман. Дифференцирование интегралов в $\mathbb{R}^n$. — 1978.
по теме №7: Окстоби. Мера и категория.

Сопрунов Сергей Фёдорович
преподаватель кафедры математической логики и теории алгоритмов
адрес эл. почты: soprunov@mail.ru

Способ связи: через Zoom, необходима предварительная договорённость по электронной почте

Тема 1. Понятно, как можно определить трёхместное отношение для рациональных чисел «x лежит между y и z», через двухместное отношение «x меньше y». Попробуйте доказать, что обратное — невозможно: для рациональных чисел невозможно определить «меньше» через «между». Если у вас это получилось, вам предлагается следующая тема курсовой работы: «Описание классов (пространств) отношений, определимых через порядок целых чисел».

Тема 2. Понятно, как можно определить трёхместное отношение для рациональных чисел «x лежит между y и z» через двухместное отношение «x меньше y». Попробуйте доказать, что обратное — невозможно: для рациональных чисел невозможно определить «меньше» через «между». Если у вас это получилось, вам предлагается следующая тема курсовой работы: «Описание классов (пространств) отношений, определимых через отношение $y = x + 1$ для натуральных чисел».

Тема 3. Будем рассматривать счётные структуры, сигнатура которых состоит из имен объектов и имен отношений, и (элементарные) расширения таких структур (определение несложно, есть в стандартных курсах математической логики. Назовем структуру B пополнением структуры A, если B является (элементарным) расширением структуры A, а всякое расширение B изоморфно B. Тема курсовой работы: «Построение пополнений структур». В качестве структур будут рассматриваться числовые множества, бесконечные графы.

Степанова Мария Александровна
ассистент кафедры теория функций и функционального анализа
адрес эл. почты: step_masha@mail.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Отображения вещественных трёхмерных поверхностей в двумерном комплексном пространстве.

Тема 2. Представление многочленов двух комплексных переменных суперпозициями аналитических функций одного переменного.

Тема 3. Отображения вещественных трёхмерных поверхностей в двумерном комплексном пространстве.

Тема 4. Представление многочленов двух комплексных переменных суперпозициями аналитических функций одного переменного.

Тензина Виктория Васильевна
ведущий научный сотрудник кафедры теоретической информатики
адрес эл. почты: viktoriach@yandex.ru

Способ связи: по электронной почте или лично по вторникам до 16:45 на кафедре и после 18:20 в ауд. 13-11.

Тема 1. Квазигруппы.

В отличие от группы квазигруппа не обязана быть ассоциативной или иметь нейтральный элемент. Таблица Кэли квазигруппы является латинским квадратом (в каждой строке и в каждом столбце все элементы встречаются ровно один раз). Квазигруппы очень востребованы в криптографии. Предлагается изучить и развить алгоритмы, связанные с квазигруппами и лупами (квазигруппами с единицей). Дополнительно возможно принять участие в создании библиотеки на $c++$, содержащей генерацию латинских квадратов различными способами, определение некоторых характеристик квазигрупп. Например, содержит ли заданная квазигруппа собственные подквазигруппы или является ли группой. Возможно программирование на python или использование системы компьютерной алгебры GAP также для изучения квазигрупп.

Тема 2. Расчёт контрольной цифры для обнаружения ошибок при ручном вводе цифровых последовательностей.

Контрольную цифру часто добавляют к идентификаторам (кредитная карта, VIN автомобилей), которые люди могут ненамеренно записывать или передавать с ошибками, чтобы эти ошибки потом обнаружить. Предлагается изучить и сравнить алгоритмы Дамма и Верхуффа, каждый из которых обнаруживает замену одной цифры или одиночную перестановку двух соседних цифр. Первый основан на полностью асимметричной квазигруппе, второй на диэдральной группе и перестановках. Желательна склонность к программированию.

Тема 3. Топологизация колец.

Кольцо, являющееся топологическим пространством, в котором операции вычитания и умножения непрерывны, называется топологическим. Открытый вопрос: существуют ли топологические кольца, обладающие заданным свойством, и если «да», то какие, в конкретных классах колец. Например, существует ли кольцевая топология на кольце многочленов такая, что полученное кольцо на содержит собственных замкнутых идеалов. Предлагается исследовать некоторые топологические кольца на наличие заданного свойства или построение своих топологических колец с изучением их свойств.

Тема 4. Согласованное хеширование.

Пусть имеется распределённая система серверов, каждый из которых может обработать запрос от любого клиента. Нужно каждому входящему запросу от очередного клиента указать сервер, на котором запрос будет обрабатываться. При этом мы хотим, чтобы по возможности запросы одного клиента, которого идентифицируем ключом, отправлялись на один сервер. Количество серверов может меняться. Например, при удалении сервера, только ключи, соответствующие данному серверу, перераспределялись, не затрагивая ключи, связанные с другими серверами. Также необходимо, чтобы загрузка серверов была как можно более равномерной. Согласованное хеширование применяется в Discord, Amazon.

Фоменко Анатолий Тимофеевич
академик РАН, профессор кафедры дифференциальной геометрии и приложений
Ведюшкина Виктория Викторовна
профессор кафедры дифференциальной геометрии и приложений
адрес эл. почты: aivenirra@gmail.com
Кибкало Владислав Александрович
ассистент кафедры дифференциальной геометрии и приложений
адрес эл. почты: slava.kibkalo@gmail.com

Способ связи: напишите нам по е-мейлу и договоримся о встрече на нашей кафедре.

Тема 1. Реализация особенностей систем с богатыми скрытыми симметриями из топологии, физики и механики с помощью биллиардных книжек — систем движения шара на столах-комплексах с перестановками.

Частица движется по слою-листу кусочно-плоского биллиардного стола, отражается от границ и переходит с листа на лист по перестановкам. Листы биллиардов — части плоскости, ограниченные эллипсами и гиперболами с общими фокусами. Склейки листов в единую «клеточную поверхность-стол» задаются перестановками. Как оказалось, при движении частицы сохраняется не только энергия, но и другая функция (дополнительный закон сохранения динамической системы). Такие системы исследуются методами топологии двумерных и трёхмерных поверхностей, причем не требует явного решения дифференциальных уравнений.

Тема 2. Описать трёхмерные поверхности (многообразия), возникающие в теории интегрируемых биллиардных книжек. Чему они гомеоморфны? Связи с известными многообразиями Вальдхаузена.

Тема 3. Изучение свойств различных биллиардных книжек с проскальзыванием, т. е. содержащих пленки Мебиуса в качестве подкомплексов. Изучение особых слоев, в том числе возникающего слоения Зейферта, моделирование особенностей гамильтоновых систем.

Тема 4. Реализовать важные классы вырожденных особенностей систем «со скрытыми симметриями» с помощью биллиардных книжек и их различных обобщений.

Тема 5. Классифицировать биллиардные книжки (клеточные комплексы) малой сложности в двумерном случае и старших размерностях.

Интересный геометрический вопрос связан с алгеброй — нужно разобраться с соответствующими элементами групп перестановок, наборами коммутирующих перестановок, их разложениями на независимые циклы.

Комментарии и ссылки: для первичного ознакомления с предлагаемыми темами можно посмотреть лекцию и презентацию кафедры (страницы 27-49, 111-124). Несколько видеозаписей докладов наших и учеников есть в группе кафедры.

Также доступны видеозаписи наших **спецкурсов**:
академик А. Т. Фоменко «Элементы топологии и симплектической геометрии» (ПТ 18:30, ауд. 14-08 или 14-02)
проф. В. В. Ведюшкина, с. н. с. В. А. Кибкало «Топология интегрируемых бильярдов» (СР 16:45, ауд. 16-03)

Царьков Игорь Германович
Профессор кафедры математического анализа
адрес эл. почты: alexey.alimov-msu@yandex.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Приближения в несимметричных пространствах (геометрические вопросы).

Тема 2. Некоторые вопросы теории приближений и экстремальные задачи.

Шавгулидзе Евгений Тенгизович
профессор кафедры математического анализа
адрес эл. почты: shavgulidze@bk.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Фейнмановские интегралы на траекториях в группах Гейзенберга.

Шамаров Николай Николаевич
доцент кафедры математического анализа
адрес эл. почты: nikolai.shamarov@math.msu.ru,
телефон+телеграм: +79037213976

Способ связи: Списаться по телефону или подойти, начиная с 11 ноября, по понедельникам к 17:00 в ауд. 427 второго учебного корпуса.

Тема 1. Собственные функции p-адического преобразования Фурье.

Что делать: в известных конечномерных пространствах простых функций рационального аргумента, инвариантных относительно названного преобразования, найти собственные векторы, поискать их возможную общую формулу. Эта теория связана с описанием больших сложных молекул (белок, ДНК/РНК). Ответ известен лишь частично.

Тема 2. Связь пространств квадратично интегрируемых функций по близким обобщенным мерам типа Хаара.

Что делать: освоить два простых метода бесконечнократного интегрирования (разные пределы повторных интегралов) и выяснить их связь. Один из методов связан со статистикой, другой — с бесконечным тензорным произведением по фон Нейману. Ответ неизвестен, есть различные гипотезы.

Тема 3. Регулярные обобщенные функции бесконечного числа переменных и плотности цилиндрических мер.

Что делать: с простыми и элементарными бесконечнократно-интегрируемыми функциями связать аддитивные функции простых цилиндрических подмножеств бесконечномерных пространств. Такая связь известна лишь частично.

Тема 4. Группа движений обобщенной меры Хаара.

Что делать: освоить новое нормирование на рациональных числах и найти как можно более общие линейные преобразования в виде бесконечномерных матриц p-ичных рациональных чисел, сохраняющие p-адический бесконечномерный объём. Ответ известен весьма частично.

Тема 5. Унитарный гармонический суперанализ.

Что делать: расширить исчисление, известное лишь в частных случаях в малых размерностях, желательно и на бесконечномерный случай.

Комментарии. Все постановки задач новые; это значит, что достаточно простых статей и учебников о них ещё нет, а заинтересовавшиеся студенты, возможно, как раз и примут участие в их написании! При этом все темы связаны с актуальными и перспективными направлениями бесконечномерного анализа и его применений, результаты будут интересны специалистам.

Шапошников Станислав Валерьевич
профессор кафедры математического анализа
адрес эл. почты: questmatan@mail.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Вероятностные решения уравнения Фоккера — Планка — Колмогорова
Уравнения Фоккера — Планка — Колмогорова играют важную роль в моделировании физических, биологических и экономических явлений. Такие уравнения активно исследуются уже почти столетие, но даже в одномерном случае на несколько принципиальных вопросов пока не удается получить ответы. К таким вопросам можно отнести единственность вероятностного решения и зависимость существования и единственности от начальных условий.

Комментарии. Предварительно можно посмотреть видео доклада по ссылке.

Шафаревич Антон Андреевич
доцент кафедры высшей алгебры
адрес эл. почты: shafarevich.a@gmail.com

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Конечномерные локальные алгебры.
Локальной алгеброй называется алгебра с единственным максимальным идеалом. Известно, что есть соответствие между конечномерные локальными алгебрами и действиями группы $\mathbb{C}^n$ на проективном пространстве с плотной орбитой. Позже были получены различные обобщения и аналоги подобных соответствий. В рамках курсовой будет предложено разобраться в указанном выше соответствии и попытаться придумать различные аналоги/обобщения этого соответствия.

Штерн Александр Исаакович
доцент кафедры математического анализа
адрес эл. почты: rroww@mail.ru, телефон: +7(916)171-94-86

Способ связи: по зуму, необходима предварительная договорённость по электронной почте.

Тема 1. Кольцо представлений конечной группы $SL(2, F_q)$.
Таблица характеров конечной группы матриц второго порядка с единичным определителем над конечным полем их q элементов известна много лет. Нужно разложить характеры тензорных произведений этих представлений в сумму целочисленных кратных неприводимых характеров. Тем самым будет известно разложение тензорного произведения любых двух конечномерных унитарных представлений группы.

Комментарии. Потребуется дополнительное знакомство с теорией представлений конечных групп.

ОТДЕЛЕНИЕ МЕХАНИКИ

Афанасьев Андрей Александрович
профессор кафедры гидродинамики,
и. о. зав. лабораторией НИИ механики
адрес эл. почты: afanasyev@imec.msu.ru

Способ связи: необходима предварительная договорённость по электронной почте.

Тема 1. Исследование гидродинамической неустойчивости вытеснения в пористой среде.

Разработка месторождений нефти и создание подземных хранилищ газа сопровождается вытеснением из геологической пористой среды одной жидкости другой вытесняющей жидкостью. Например, заводнение нефтяных пластов предполагает вытеснение нефти водой. При определённых условиях вытеснение теряет устойчивость и образуются «пальцы» вытесняющей жидкости, по которым она распространяется гораздо дальше в пористую среду, чем в случае устойчивого вытеснения. Это снижает эффективность вытеснения. Курсовая работа направлена на освоение гидродинамического симулятора (программы для расчета фильтрации) и проведение численного моделирования нелинейной стадии развития неустойчивости. Необходимо исследовать влияние параметров жидкостей на развитие неустойчивости.

Тема 2. Исследование фильтрации при размещении углекислого газа в водонасыщенных пластах.

Глобальное потепление и связанные климатические проблемы, а также создание рынка углеродных единиц стимулируют развитие технологии CCS — геологического хранения углекислого газа, одного из основных парниковых газов. Технология CCS основывается на закачке углекислого газа через скважины в проницаемые водонасыщенные и нефтегазонасыщенные пласты. На течение газа в пласте влияет множество факторов и физических механизмов, как, например, гравитационное расслоение фаз, анизотропное и неоднородное распределение проницаемости, а также гидродинамическая дисперсия в пористой среде. Такая дисперсия приводит к интенсификации смешения газа с пластовой жидкостью. Курсовая работа направлена на применение численного моделирования фильтрации в задачах CCS. Необходимо исследовать влияние гидродинамической дисперсии на параметры размещения газа в водонасыщенном пласте и, следовательно, на эффективность применения технологии CCS.

Брыкина Ирина Григорьевна
ведущий научный сотрудник кафедры гидродинамики,
НИИ механики МГУ
адрес эл. почты: shantii@mail.ru

Способ связи: предварительная договорённость по электронной почте или по средам в комн. 301 НИИ механики с 11 до 16.

Тема 1. Распределения метеороидов по массам в метеорных потоках (Геминиды, Персеиды ...).

Тема 2. Сопоставление конвективных и радиационных тепловых потоков в метеорном диапазоне параметров.

Тема 3. Зависимость коэффициентов теплопередачи и сопротивления от скорости и размера метеороида, и плотности воздуха в верхних слоях атмосферы. Применение к расчету абляции и световых кривых мелких метеороидов («падаюшие звезды»).

Тема 4. Моделирование энерговыделения, светимости и уноса массы разрушенного метеороида при независимом движении его фрагментов.

Тема 5. Моделирование сценариев входа в атмосферу Тунгусского космического тела.

Комментарии. Эти и другие возможные темы связаны с моделированием взаимодействия с атмосферой Земли входящих в нее метеороидов и астероидов и воспроизведением наблюдательных данных. Основные процессы, влияющие на это взаимодействие — это разрушение небесных тел под действием сил давления при их проникновении в плотные слои атмосферы и их абляция (плавление и испарение) под действием интенсивных тепловых потоков. Благодаря светимости небесных тел (воздух около них и пары материала нагреваются и начинают излучать), их можно наблюдать визуально и регистрировать наземными и спутниковыми системами наблюдений. Моделирование проводится в рамках уравнений метеорной физики, определяющих траекторию, скорость, массу, энерговыделение и светимость небесных тел, а также места выпадения неиспарившихся фрагментов (метеоритов). Возможно применение как аналитических подходов, так и численного моделирования.

Бугров Дмитрий Игоревич
доцент кафедры прикладной механики и управления
адрес эл. почты: dmitry.bugrov@math.msu.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Математическое моделирование движения робота-манипулятора.
Требуется изучить способы описания движения звеньев робота-манипулятора, построить математическую модель управляемой системы.

Вакулюк Василий Владимирович
старший научный сотрудник кафедры механики композитов
адрес эл. почты: composite_msu@mail.ru

Способ связи: по понедельникам на кафедре (ауд. 14-11).

Тема 1. Дробная производная и дробный интеграл в механике сплошных сред.

Предполагается познакомиться с теорией обобщения интегродифференцирования на нецелые показатели степени. Использование данного аппарата для описания механических свойств вязкоупругих материалов, промежуточных между идеально-упругими (пружина) и идеально-вязкими (поршень), позволяет точнее учесть особенности, в частности, полимерных образцов.

Тема 2. Моделирование биотканей (костная ткань, мышцы, кожа, кровеносные сосуды и др.) с использованием вязкоупругих определяющих соотношений.

Для адекватного описания поведения биологических тканей необходимо привлекать аппарат вязкоупругих интегральных зависимостей деформаций (перемещений) от напряжений (приложенных усилий), где пределы интегрирования зависят от времени. В простейших случаях такие зависимости можно моделировать «наивными» механическими моделями состоящими из последовательно или параллельно соединённых пружин и поршней. А при обобщении на нелинейные случаи могут быть использованы цепные и непрерывные дроби или геометрические плоские и пространственные структуры.

Тема 3. Использование нелинейной вязкоупругой модели для описания резинокордных композитов.

Механические свойства резинокордных композитов, примерами которых являются автомобильные шины, можно моделировать нелинейной интегральной зависимостью между напряжениями (силами) и деформациями (перемещениями), зависящей от времени, в частности, используя интегралы Стилтьеса.

Тема 4. Моментная теория вязкоупругости.

Предполагается познакомиться с новыми моментными несимметричными моделями в определяющих соотношениях, где зависимость между тензорами напряжений и деформаций представляет собой интегральную связь по времени и обобщает классические соотношения моментной теории упругости.

Тема 5. Моделирование механических свойств канатов, верёвок и тканей с учётом вязкоупругости.

Актуальная и важная проблема адекватного описания прочностных характеристик плетёных канатов, верёвок с сердечником и внешней оплёткой, а также разных видов переплетения нитей в тканях с использованием соотношений линейной теории вязкоупругости. Возможно участие в подготовке и проведении экспериментов с альпинистским снаряжением.

Персональная страница: http://new.math.msu.su/department/composite/vakulyuk.htm

Вигдорович Игорь Ивлианович
доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник кафедры гидромеханики
адрес эл. почты: vigdorovich.igor@gmail.com

Способ связи: договорённость по электронной почте.

Тема 1. Движение твёрдых частиц в окрестности точек торможения стационарного потока жидкости.

Перенос мелких твёрдых частиц потоком воздуха или воды — ситуация, которую часто можно наблюдать в природных и технических процессах. В работе предлагается исследовать движение твёрдых частиц вблизи особых точек стационарного потока, где скорость жидкости обращается в нуль. Оказывается, что при определённых условиях эти точки и их окрестности являются местами скопления частиц, где объёмная плотность дискретной фазы неограниченно возрастает.

Для выполнения этой аналитической работы достаточно знаний линейной алгебры и теории матриц, получаемых на втором курсе.

Виноградова Александра Сергеевна
научный сотрудник лаборатории физико-химической гидродинамики
НИИ механики МГУ
адрес эл. почты: alexandra.vinogradova@imec.msu.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Влияние смачивания на форму капли магнитной жидкости в неоднородных магнитных полях.

В рамках курсовой работы предлагается ознакомиться с магнитными жидкостями, а также силами, действующими на намагничивающиеся среды в магнитном поле. В некотором неоднородном магнитном поле (выбранном совместно со студентом) предлагается аналитически, численно и экспериментально изучить влияние смачивания на форму капли магнитной жидкости. Похожие задачи возникают при использовании капель магнитной жидкости в микрофлюидных устройствах.

Тема 2. Движение капли магнитной жидкости с магнитом по наклонной плоскости: отклонение от линии наибольшего уклона.

В рамках курсовой работы предлагается ознакомиться с магнитными жидкостями, а также с силами, действующими на намагничивающиеся среды в магнитном поле. Предлагается теоретически, численно и экспериментально изучить движение капли магнитной жидкости с магнитом по наклонной плоскости, а именно проверить гипотезу о влиянии формы магнита на отклонение движения от движения по линии наибольшего уклона.

Персональная страница: https://istina.msu.ru/profile/VinogradovaAS/.

Вязьмин Вадим Сергеевич
ведущий научный сотрудник лаборатории управления и навигации
адрес эл. почты: vadim.vyazmin@math.msu.ru

Способ связи: встреча по предварительной договорённости.

Тема 1. Оценивание гравитационных аномалий по данным аэрогравиметра и спутникового навигационного приемника.

Аэрогравиметрия — наука об измерении гравитационных аномалий с борта самолёта. Аномалией называют разность между значениями реальной и нормальной силой тяжести (она обусловлена неравномерным распределением масс в верхнем слое земной коры, например, наличием полезных ископаемых). Задача аэрогравиметрии состоит в определении (оценивании) аномалии на траектории полёта по данным аэрогравиметра (измеряющего вертикальное кажущееся ускорение) и спутникового приёмника (измеряющего координаты и скорость самолета). Задача сводится к решению системы дифференциальных уравнений и применению методов фильтрации и численной оптимизации. Предлагается изучить и сравнить, используя реальные данные, разные методы фильтрации.

Голубев Юрий Филиппович
профессор кафедры теоретической механики и мехатроники
адрес эл. почты: golubev@keldysh.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Оптимизация нагрузки на ноги при движении шагающего робота.

При движении многоногого робота в режиме статической устойчивости реакции несущей поверхности в точках опоры распределяются в зависимости от положения его корпуса. Требуется указать правило движения корпуса для возможности равномерного распределения реакций.

Завойчинская Элеонора Борисовна
профессор кафедры теории упругости
адрес эл. почты: eleonor.zavoychinskaya@math.msu.ru

Способ связи: договорённость по электронной почте.

Тема 1. Моделирование поведения материалов и элементов конструкций при механическом нагружении в агрессивных средах.

Тема 2. Оценка вероятности разрушения участка газопровода с учетом коррозионных процессов.

Измоденов Владислав Валерьевич
профессор кафедры аэромеханики и газовой динамики
адрес эл. почты: vlad.izmodenov@gmail.com
телефон: +7 (909) 653-63-69 (whatsapp, telegram)

Способ связи: встреча по предварительной договорённости.

Тема 1. Газодинамическая модель взаимодействия солнечного/звездного ветра с межзвездной средой.

Солнечный ветер представляет собой высокоскоростной поток полностью ионизованный водородной плазмы. Задача о взаимодействии солнечного ветра с межзвёздной средой представляет собой сложную задачу, требующую совместного решения системы уравнений магнитной гидродинамики и кинетических уравнений. В простейшем случае истечения стационарного солнечного ветра в полностью ионизованную межзвёздную среду задача может быть сведена к системе обыкновенных дифференциальных уравнений, которые и предлагается решить и проанализировать в зависимости от граничных усовий (т. е. параметров звёздного ветра и межзвёздной среды).

Козлов Павел Владимирович
старший научный сотрудник
лаборатории кинетических процессов в газах НИИ механики МГУ
адрес эл. почты: kalevala@mail.ru
телефон: +7 (916) 407-33-61

Способ связи: необходима предварительная договорённость по электронной почте.

Тема 1. Экспериментальные подходы к исследованию физико-химических процессов в ударных волнах.

Тема 2. Экспериментальное моделирование условий аэрокосмических полетов перспективных аппаратов в сжатом слое.

Тема 3. Совершенствование методик измерения радиационных и конвективных составляющих полного теплового потока в импульсных газодинамических течениях с высокими температурными градиентами.

Кулешов Александр Сергеевич
доцент кафедры теоретической механики и мехатроники
адрес эл. почты: kuleshov@mech.math.msu.su, alexander.kuleshov@math.msu.ru
телефон: +7 (903) 536-87-22

Способ связи: Встреча у кафедры (ауд. 16-17 главного здания МГУ) по средам в 15:00.

Тема 1. Задача о движении твёрдого тела с неподвижной точкой в потоке частиц.

Уравнения движения твёрдого тела с неподвижной точкой в свободном молекулярном потоке частиц обобщают классические уравнения Эйлера — Пуассона движения тяжёлого твёрдого тела с неподвижной точкой. При этом действующие на тело моменты зависят от весьма неожиданных характеристик, в частности, от площади «тени», которую отбрасывает тело на плоскость, перпендикулярную потоку частиц. Поэтому возникает вопрос: какими свойствами обладает соответствующая «тень» в случае движения осесимметричного тела или центрально-симметричного тела? Насколько точно мы можем определить выражения для моментов, действующих на тело в этот случае, и т. д. Для вычисления соответствующих характеристик достаточно владеть основами математического анализа (дифференциальным и интегральным исчислением).

Тема 2. Алгоритм Ковачича и его применение в задачах классической механики.

Среди задач механики имеется немало таких, решение которых сводится к интегрированию некоторого линейного дифференциального уравнения второго порядка с переменными коэффициентами. В качестве примеров здесь можно привести известную задачу С. А. Чаплыгина о качении тела вращения по неподвижной абсолютно шероховатой горизонтальной плоскости, а также задачу о качении тяжёлого однородного шара по поверхности вращения. Однако найти общее решение соответствующего линейного дифференциального уравнения удаётся далеко не всегда. Поэтому возникает вопрос, при каких физически допустимых значениях параметров задачи её решение может быть указано в явном виде посредством квадратур. Необходимые и достаточные условия разрешимости линейного дифференциального уравнения второго порядка в квадратурах определяются с помощью так называемого алгоритма Ковачича. Этот алгоритм позволяет в явном виде получить решение линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка в случае, когда оно выражается через лиувиллевы функции. В случае отсутствия у рассматриваемого дифференциального уравнения лиувиллевых решений алгоритм Ковачича также позволяет установить этот факт. Предполагается получить условия существования лиувиллевых решений в различных задачах механики и математической физики, используя алгоритм Ковачича.

Персональная страница: `https://istina.msu.ru/profile/DoctorShark/` (можно посмотреть тематику исследований и последние публикации).

Левашов Владимир Юрьевич
заведующий лабораторией кинетических процессов в газах НИИ механики МГУ
адрес эл. почты: levashovvy@imec.msu.ru
телефон: +7 (915) 316-76-81

Способ связи: необходима предварительная договорённость по электронной почте.

Тема 1. Моделирование физико-химических процессов в высокотемпературных газах.

Тема 2. Экспериментальное исследование и численное моделирование суммарных тепловых потоков от ударно-нагретых газов.

Левин Владимир Анатольевич
профессор кафедры вычислительной механики
адрес эл. почты: v.a.levin@mail.ru,
телефон: +7 (495) 177-36-18

Способ связи: встреча у кафедры по вторникам с 12 до 15 (необходима предварительная договорённость по электронной почте).

Тема 1. Геомеханика (оценка напряжённо-деформированного состояния вблизи скважины, горной выработки, подземных хранилищ с учётом нелинейных эффектов. Моделирование динамических воздействий, закритических сценариев нагружения).

Тема 2. Оценка эффективных прочностных характеристик композиционных материалов (слоистоволокнистых, тканных, металлокомпозитов).

Тема 3. Оценка прочностных характеристик элемента конструкции при возникновении области с новыми свойствами в результате механического (кристаллизация, твердотельный фазовый переход) или не механического (радиационное, температурное) воздействия.

Тема 4. Точные решения задач теории наложения больших деформаций (и их использование при тестировании промышленного программного обеспечения).

Тема 5. Разработка элементов промышленного облачного сервиса для прочностного анализа Prove your design: structural simulation and analysis in the cloud.

Комментарии и ссылки: `https://cae-fidesys.com/`, `https://prove.design/`, `http://compmech.math.msu.su/pers/pers_levin.php`.
Возможна стажировка в комании-вендоре «Фидесис» (территориально — научный парк МГУ).

Морозов Виктор Михайлович
главный научный сотрудник НИИ Механики МГУ,
профессор кафедры прикладной механики и управления
адрес эл. почты: moroz@imec.msu.ru,
телефон: +7 (495) 939-31-10

Способ связи: по электронной почте, встреча у каб. 301 Института механики МГУ по средам с 9 до 14.30.

Тема 1. Стационарные движения спутника около центра масс в гравитационном и магнитном полях Земли и их стабилизация.

Задачи управления движением спутников являются важными и активно разрабатываются. Цель работы — познакомиться с выводом уравнений движений спутника около центра масс при его движении по орбите вокруг Земли. Изучение влияния различных механических моментов (гравитационных, магнитных, аэродинамических) на устойчивость стационарных движений. Рассмотрение способов их стабилизации при помощи моментов различной природы. Особенность этих задач состоит в том, что их математическими моделями являются системы дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами. Исследование таких систем представляет интерес не только практический, но и теоретический. По этой проблематике можно предложить несколько тем.

Никабадзе Михаил Ушангиевич
профессор кафедры гидромеханики, зам. зав. кафедрой
телефон: +7 (903) 556-51-49 (по Telegram, Whatsapp)
адрес эл. почты: mikhail.nikabadze@math.msu.ru, munikabadze@yandex.ru

Способ связи: встреча у кафедры механики композитов в ГЗ или во втором ГУМ-е (после предварительной договорённости по электронной почте).

Тема 1. Некоторые вопросы «Тензорного исчисления».

После изучения элементов «Тензорного исчисления» будут подобраны вопросы для курсовых работ, которые в дальнейшем будут применяться при изучении механических (физических) предметов.

Тема 2. Задачи на собственные значения тензоров и тензорно-блочных матриц чётного ранга и их некоторые применения в механике.

Будут рассматриваться задачи на собственные значения некоторых часто применяемых в механике тензорных объектов чётного ранга. Будут обсуждены важность и актуальность задач на собственные значения, а также будут рассмотрены их некоторые применения в механике.

Тема 3. О построении изотропных, трансверсально-изотропных и ортотропных тензоров второго, четвёртого, шестого и восьмого рангов.

Эти тензоры играют основную роль в «Механике сплошных сред». По возможности подробное изучение этих тензоров, а затем применение их в механике являются весьма актуальными задачами. Для них можно рассматривать и задачи на собственные значения.

Тема 4. О математическом моделировании упругих тонких тел с одним или двумя малым размером.

Здесь будет предложено применение метода системы полиномов Лежандра (или Чебышёва) при моделировании упругих (и не только упругих) тонких тел с одним или двумя малыми размерами.

Пелевина Дарья Андреевна
доцент кафедры гидромеханики
адрес эл. почты: pelevina.daria@gmail.com
телефон: 8 (495) 939-39-58, 8 (495) 939-59-74

Способ связи: встреча в к. 102 НИИ Механики МГУ по средам с 10 до 17 (необходима предварительная договорённость по электронной почте).

Тема 1. Опыты по созданию мобильных мини-роботов из намагничивающихся материалов.

Намагничивающиеся эластомеры — новые перспективные материалы, состоящие из намагничивающихся частиц и вязкоупругой матрицы. Их движением и формой можно управлять с помощью магнитных полей. Из таких материалов можно создавать мобильные роботы достаточно малых размеров, которые могут использоваться в медицинских и технических приложениях. Студентам предлагается ознакомиться с уже разработанными в нашей лаборатории роботами из намагничивающихся материалов и самостоятельно создавать новые прототипы роботов из изотропных и анизотропных эластомеров, а также экспериментально исследовать движения этих роботов в магнитных полях. Основной акцент делается на влиянии окружающих жидкостей на поведение образцов. В дальнейшем студентам предлагается присоединиться к написанию математических моделей движения таких роботов и численному расчёту скорости их движения.

Тема 2. Интересные эффекты взаимодействия магнитной жидкости с различными телами в магнитном поле.

Магнитные жидкости — суспензии ферромагнитных частиц в различных жидкостях-носителях, например, в воде или масле. Их формой поверхности, положением, а также физическими свойствами можно управлять с помощью внешнего магнитного поля, в связи с чем магнитные жидкости широко применяются в технике и медицине. В магнитном поле силы действуют как на тела, помещённые в магнитную жидкость, так и на саму магнитную жидкость со стороны тел. Этот эффект можно использовать для создания различных технических устройств, например, насосов и клапанов, управляемых магнитным полем. В работе студенту первоначально предлагается преимущественно экспериментальное исследование новых способов создания направленного движения — течения перекачиваемой жидкости, плавания или движения тел в магнитной жидкости и др. В дальнейшем предполагается построение математических моделей и теоретическое описание наблюдаемых в эксперименте явлений.

Романов Александр Вячеславович
научный сотрудник кафедры механики композитов
адрес эл. почты: atomicra@ya.ru

Способ связи: встреча у кафедры (предварительная договорённость по электронной почте)

Тема 1. Модель стержня Бернулли-Эйлера с элементами браузерной 3Д графики. Предполагается построение решения вариационной модели тонкого изотропного стержня для краевой задачи статики (МКЭ). Визуализация решения (прогиба балки) выполняется с использованием WebGL (three js) графики.

Тема 2. Приведение краевой задачи классической теории упругости к СЛАУ с использованием принципа Лагранжа и метода Ритца (МКЭ). Построение решения основано на аппроксимации искомого поля перемещений линейными полиномами (МКЭ). Визуализация решения (поле перемещений) выполняется с использованием WebGL (three js) графики.

Тема 3. Уточнение аппроксимации полиномами Лагранжа для «почти несжимаемых» материалов. Для уточнения аппроксимации предлагается заменить удельную энергию объёмных деформаций в конечном элементе, средней энергией по элементу. Для оценки уточнения аппроксимации предлагается сравнить полученное и существующее аналитическое решение (например, задачи Кирша).

Сутырин Олег Георгиевич
ведущий научный сотрудник, ассистент НИИ механики МГУ,
кафедра гидромеханики
адрес эл. почты: sutyrin@imec.msu.ru,
Вконтакте: https://vk.com/omican

Способ связи: написать Вконтакте или на почту. Также доступен по средам в НИИ механики (к. 235) с 11 до 15.

Тема 1. Численное моделирование сверхзвуковых течений газов.

Нужно будет освоить несколько несложных конечно-разностных численных методов, написать программу (предпочтительно на языке Си/Си++), изучить программу для визуализации течений.

Тема 2. Детонационное горение горючих газовых смесей.

Изучить основы распространения волн детонации в газах, включая внутреннюю структуру — зоны «индукции» и «реакции». На основе упрощённой модели горения построить графики давления, температуры и плотности во фронте одномерной детонационной волны.

Тема 3. Химическая кинетика горения газовых смесей.

Изучить основы химических процессов горения — закон действующих масс, закон Аррениуса, константы равновесия — и некоторые способы решения жёстких систем ОДУ. Написать программу, описывающую горение смеси в точечном «реакторе».

Хвостунков Кирилл Анатольевич
доцент кафедры теории пластичности
адрес эл. почты: kirill.khvostunkov@math.msu.ru,
WhatsApp: +7 (925) 507-97-51

Способ связи: написать в WhatsApp и договориться о личной встрече или в созвоне в Zoom.

Тема 1. Вероятность разрушения волокна.

Определение распределения вероятности разрушения хрупких волокон при растяжении и изгибе. Удивительно, но существующие методики не позволяют прогнозировать прочность на растяжение волокна по данным прочности его на изгиб. Задачу будем решать не только теоретически, а буквально на спагетти проводить натурные испытания. И по данным проведённых испытаний проверять надёжность теоретических результатов. Тема с очень большой теоретико-экспериментальной перспективой работы с новыми высокотемпературными композитными материалами.

Тема 2. Форма равновесия гравитирующей тонкостенной упругой системы.

Даже простая задача об устойчивости стержня в условиях взаимного гравитационного притяжения частиц тела вызвала затруднения у великих современных учёных. Нам же предстоит исследовать класс функций, который описывает закритические формы равновесия упругих тонкостенных систем. Начнем с упругой нити с гравитирующими бусинками, а закончим проектированием надёжности монтажа реальных крупноразмерных космических антенн.

Тема 3. Как узнать, когда материал разрушится при неизменной внешней нагрузке?

Недавно в Японии забили тревогу — ранее надёжно построенные здания, рассчитанные на самые сильные землетрясения, выдерживали стихию, а спустя несколько десятков лет, стали разрушаться при менее сильных толчках. Построение и исследование кинетических уравнений для повреждённости материала — фундаментальная цель, к которой мы будем стремиться на примере определения времени до разрушения медного образца при постоянной растягивающей или изгибающей нагрузках.

Тема 4. Реальные деформации и разрушения в VR.

Виртуальное пространство уже визуально неотличимо от реального. Можно вполне обмануться и испытывать неподдельный страх, находясь в вымышленном нарисованном цифровом мире. Там можно обучать людей опасным профессиям, не подвергая риску во время работы на тренажёре. Важно, чтобы виртуальные процессы соответствовали физическим процессам реального мира. Задача о прогибе доски на строительных лесах должна добавить реалистичности в момент моделирования работ на большой высоте. Не только освоение методов сопротивления материалов, но и получение навыков внедрения актуальных законов в программную оболочку VR — будет увлекательной историей!

Комментарий. Есть и другие интересные темы.

Хохлов Андрей Владимирович
доцент кафедры механики композитов,
ведущий научный сотрудник НИИ механики МГУ
адрес эл. почты: andrey-khokhlov@ya.ru

Способ связи: по электронной почте.

Тема 1. Плотные упаковки шаров и связанные с ними задачи механики и геометрии.

Тема 2. Дятел как механическая система и источник технологий.

Тема 3. Рукотворный рободятел.

Тема 4. Почему река часто петляет, но редко ветвится?

Тема 5. Упругие и вязкоупругопластичные материалы с отрицательным коэффициентом Пуассона, характерные особенности свойств и приложения.

Тема 6. Полуумные и псевдоумные материалы.

Шешенин Сергей Владимирович
профессор кафедры теории пластичности
адрес эл. почты: sergey.sheshenin@math.msu.ru

Способ связи: встреча у кафедры в четверг с 12 до 15 (необходима предварительная договорённость по электронной почте).

Тема 1. Метод конечных элементов в пакете Математика. Применение для метаматериалов.

Тема 2. Нейросети и их реализация в пакете Математика. Применение для геоматериалов.

Тема 3. Рентгеновская томография. Применение в многомасштабных и многоуровневых методах.

Тема 4. Композиты с металлической матрицей.

Комментарий. Эти темы и возможные другие темы связаны с применением компьютеров и программирования. Подробное разъяснение — при встрече!