

## НАПРАВЛЕНИЕ 10

Фундаментальные общенаучные исследования  
(Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. Р.А. Каюмов)

### Кафедра Высшей математики

Председатель Н.К. Туктамышов  
Зам. председателя Ш.Ф. Арасланов  
Секретарь М.А. Борисова

### ПЕРВОЕ ЗАСЕДАНИЕ

11 апреля, 11.40, ауд. 4-309

#### 1. Н.К. Туктамышов. Математическое образование в билингвальном контексте.

Во всех цивилизованных, высокотехнологичных странах профессиональная компетентность тесно связана с изучением языков и социокультурных традиций разных народов. Билингвизм как современный тренд развития образования формируется под влиянием факторов: усиление осознания народами своей собственной культуры, участие в «диалоге культур»; создание единого образовательного пространства; развитие мирового информационного пространства (интернет, телевидение, средства массовой информации); свободное перемещение рабочей силы. Исследования (Barwell, Setati, Clarkson), ориентированные на изучение влияния билингвизма в обучении математике, выявили три основных обстоятельства, воздействующих на усвоение учащимися математики в условиях билингвизма: взаимовлияние математики и языка; несоответствие между академическим и неформальным (бытовым) языком; разница между домашним языком общения учащихся и языком обучения. Для преодоления отмеченных напряжений ведутся теоретические и практические исследования, направленные на: анализ математического корпуса языков; анализ сформированности математического регистра на родном языке студентов; выявление смыслов математических терминов на разных языках; изучение математических текстов, написанных студентами; исследование происхождения и источников «студенческой» математической речи.

#### 2. Р.Б. Салимов, А.З. Сулейманов. Новый подход к решению неоднородной краевой задачи Римана с бесконечным индексом степенного порядка и условием на луче.

Рассматривается задача Римана с бесконечным индексом степенного порядка  $\Gamma$ ,  $0 < \Gamma < 1$ .

Пусть  $D$ - область в плоскости комплексного переменного  $z = x + iy$ , границей которой служит положительная действительная полуось  $L$ . Требуется определить функцию  $F(z)$ , аналитическую и ограниченную в области  $D$ , если ее граничные значения удовлетворяют условию

$$F^+(t) = G(t)F^-(t) + g(t), \quad t \in L,$$

где  $F^+(t)$ ,  $F^-(t)$ - предельные значения функции  $F(z)$  при  $z \rightarrow t$  соответственно слева и справа, когда соответственно  $\text{Im } z > 0$  и  $\text{Im } z < 0$ ,  $g(t)$ - заданная функция, удовлетворяющая условию Гельдера на  $L$ , коэффициент  $G(t)$ - заданная функция, обладающая следующими свойствами:

1)  $\ln |G(t)|$  удовлетворяет условию Гельдера на  $L$ ,

$$2) \arg G(t) = \mathbf{b} t^{\Gamma} + \mathbf{n}(t),$$

$\mathbf{b}$ ,  $\Gamma$  - заданные числа,  $\mathbf{b} > 0$ ,  $0 < \Gamma < 1$ ,  $\mathbf{n}(t)$ - заданная функция, удовлетворяющая условию Гельдера.

В отличие от работ других авторов решение задачи дается путем приведения ее к соответствующей задаче с конечным индексом.

#### 3. Р.Б. Салимов, А.Г. Лабуткин. Видоизмененная обратная смешанная краевая задача аэрогидродинамики.

В плоскости  $z = x + iy$  имеется крыловой профиль  $L_z$  обтекаемый потенциальным потоком невязкой несжимаемой жидкости, когда скорость невозмущенного потока равна  $v_{\infty} e^{i\eta_{\infty}}$ ,  $v_{\infty} > 0$ ,  $|\eta_{\infty}| > \frac{\pi}{2}$ . Комплексный потенциал этого потока обозначим  $w(z) = \varphi + i\psi$ . Тогда  $w'(z) = v e^{-i\eta}$ , где  $v$  - величина скорости,  $\eta$  - угол наклона вектора скорости к оси  $Ox$ . Примем, что  $B$

точка схода потока,  $D$  – передняя кромка профиля. Для всех точек  $L_z$  имеем  $0 \leq x \leq d$ ,  $d$  – заданное число. Требуется найти форму профиля  $L_z$  если часть  $BK$  нижней поверхности профиля  $L_z$ , на которой находится точка разветвления потока  $A$ , задана и является отрезком прямой, образующей заданный угол  $\alpha$ ,  $-\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{\pi}{2}$ , с действительной осью, если на остальной части  $L_z$  потенциал скорости  $\varphi$  задан как функция абсциссы  $x$  точек  $L_z$  в виде:  $\varphi = \varphi^+(x)$ ,  $0 \leq x \leq d$  на верхней поверхности  $BD$ ,  $\varphi = \varphi^-(x)$ ,  $x_K \leq x \leq d$  на части  $KD$  нижней поверхности контура  $L_z$ , причем  $\varphi^+(d) = \varphi^-(d)$ ,  $\varphi^+(0) = \varphi_B$ ,  $\varphi^-(0) = \varphi_H$ ,  $\varphi_B, \varphi_H$  – заданные числа,  $\varphi_B > \varphi_H > 0$ ,  $x_K$  – абсцисса точки  $K$ .

Получены формулы для вычисления координат точек дуги  $KDB$  профиля  $L_z$  а так же для вычисления распределения скорости вдоль  $L_z$  и подъемной силы профиля.

**4. Р.Б. Салимов, Т.Ю. Горская.** Обратная краевая задача для крылового профиля, расположенного вблизи прямолинейного экрана, в новой постановке.

Рассматривается обратная краевая задача для крылового профиля, расположенного вблизи твердой прямолинейной границы и обтекаемого потоком несжимаемой невязкой жидкости со скоростью на бесконечности, параллельной указанной границе, когда требуется определить форму и положение крылового профиля по заданному на нем распределению потенциала скорости как функции абсциссы точки профиля и заданной разности значений функции тока на профиле и на прямоугольной границе (или величины, связанной с указанной разностью). Получено решение исследуемой обратной краевой задачи, результаты которого, в свою очередь, могут найти применение в таких отраслях производства, как машиностроении, в частности, в тех, которые связаны с проектированием летательных аппаратов типа экранолетов и могут привести к созданию новых эффективных средств транспорта.

**5. Э.Н. Хасанова, П.Л. Шабалин.** Однолиственность отображений на полигональные области с бесконечным числом вершин и неограниченным вращением порядка  $\ln^a t, t \in \mathbb{R}^+ \setminus \mathbb{N}$ .

Рассматривается класс отображений  $z(V)$  полуплоскости  $D$  на полигональную область  $D_z$ , ограниченную ломаной линией с бесконечным числом звеньев. Класс отображений определяется фиксированными прообразами вершин на вещественной оси  $L = \mathbb{R} \cap D$  в виде двух монотонных сходящихся к бесконечности последовательностей точек  $\{t_k\}$ ,  $k = \pm 1, \pm 2, \mathbf{K}$ , таких, что  $\mathring{a}_{k=1}^{\mathbb{N}} t_k^{-1} < \mathbb{N}$ , и ограничением на вращение касательной к границе области  $z(D)$  в виде неравенства  $|n^*(t) - D \ln^a t| < C$ , с некоторым фиксированным  $a > 0$ . Здесь  $n^*(t)$  – считающая функция, совпадающая на интервале  $(t_k, t_{k+1})$  с частичной суммой  $S_k$  расходящегося ряда  $\mathring{a}_{j=1}^k k_j$ , где  $k_k \rho$  – угол поворота касательной при переходе через вершину ломаной  $z(t_k)$ . Доказана

Теорема. Для того, чтобы в данном классе отображений существовали однолистные необходимо и достаточно, что бы выполнялось неравенство  $0 < a \leq 1$ .

**6. П.Л. Шабалин, Ф.Г. Авхадиев.** (ПФУ, Казань). Конформные отображения круговых областей на конечно-связные области несмирновского типа.

Рассматриваются каноническая факторизация и интегральные представления для производных конформных отображений круговых областей на конечно-связные области несмирновского типа. С использованием функций класса Зигмунда получены условия глобальной однолиственности. Аналогичные результаты ранее были доказаны рядом авторов лишь для случая односвязных областей. Известно, что для конформных отображений  $f: D \rightarrow W$  единичного круга  $D$  на жордановы области  $W$  со спрямляемыми границами имеет место каноническая факторизация В.И. Смирнова, определяемая формулами:  $f = e^{ig} f^{ext} f^{int}$ , интеграл Шварца -- Стильтьеса в структурной формуле для  $f^{int}$  берется по сингулярной мере. В 1928 году В.И. Смирновым впервые был рассмотрен класс областей  $W$ , характеризуемых отсутствием сингулярного фактора, т.е. тем, что  $f^{int} \circ 1$ . М.В. Келдыш и М.А. Лаврентьев геометрически построили пример области  $W$ , для которой  $f^{int} \neq 1$ , доказав тем самым существование

несмирновских областей. Более общий, аналитический подход построения несмирновских областей был предложен Дюреном, Шапиро и Шилдсом в 1966 году с применением ряда интересных фактов из различных областей теории функций. В частности, они пользуются функциями, удовлетворяющими условию Зигмунда, для характеристики гладкости сингулярной меры и условием Альфорса и Вейля, гарантирующим глобальную однолиственность конформного отображения  $f$  и квазиконформную продолжимость этого отображения на всю плоскость. Целью этой работы явилось обобщение результатов Дюрена, Шапиро и Шилдса на случай конечно-связных областей.

## ВТОРОЕ ЗАСЕДАНИЕ

13 апреля, 13.00, ауд. 4-309

**1. В.Л.Крепкогорский.** Расчет плоского стационарного температурного поля с помощью программы Excel.

При расчете плоских температурных полей удобно использовать Excel. Для стационарного случая, когда процесс описывается эллиптическим уравнением, решение получается с помощью метода итерации. В программе Excel метод итераций реализуется с помощью циклических ссылок. При замене дифференциального уравнения Лапласа на систему конечных разностей мы получим систему алгебраических уравнений с большим количеством неизвестных. Несмотря на быстрое действие современных компьютеров, не все методы решения систем позволяют решать такие системы за разумное время. Метод итераций позволяет это сделать быстро.

Рассматривается горизонтальный разрез угла здания. На границе области предполагается теплообмен по закону Ньютона. Расчет показывает при каких значениях основных параметров (толщина стены, теплопроводность материала, температура наружного воздуха) получается нежелательный эффект в виде промерзания угла. При расчете эти параметры можно изменять и мгновенно получать новый вариант распределения температуры.

**2. С.Н. Тимергалиев.** К вопросу о разрешимости нелинейных краевых задач для пологих неоднородных оболочек типа Тимошенко со свободными краями.

Рассматривается геометрически нелинейная, физически линейная краевая задача для упругих пологих изотропных неоднородных оболочек со свободными краями в рамках сдвиговой модели С.П.Тимошенко. Цель работы – доказательство теоремы существования обобщенного решения задачи. Метод исследования состоит в сведении нелинейной системы дифференциальных уравнений равновесия к одному нелинейному операторному уравнению относительно компонент деформаций поперечных сдвигов в соболевском пространстве, разрешимость которого устанавливается при помощи принципа сжатых отображений. В основе метода лежат интегральные представления для обобщенных перемещений, содержащие произвольные голоморфные функции, которые находятся таким образом, чтобы обобщенные перемещения удовлетворяли заданным статическим граничным условиям. Голоморфные функции ищутся в виде интегралов типа Коши с действительными плотностями, которые определяются как решения системы одномерных сингулярных интегральных уравнений. Выводятся необходимые и достаточные условия разрешимости задачи в виде ограничений на внешние силы, при выполнении которых нелинейная задача имеет обобщенное решение в соболевском пространстве с точностью до жестких смещений оболочки как абсолютно твердого тела.

**3. Т.Ю. Горская, А.Ф. Галимянов, В.Л. Воронцова.** Квадратурная формула для гиперсингулярного интеграла с логарифмически ослабленным ядром.

Исследуется приближенное вычисление интеграла, понимаемого в смысле конечной части по Адамару, с логарифмически ослабленным ядром. Предложена оптимальная по порядку квадратурная формула, построенная на базе сплайнов. Доказательство осуществлялось согласно методологии конструктивной теории функций. В классе  $W^{r+m-1}H_\omega[-1,1]$  сингулярному интегралу

$$S(m, \alpha, f, t) = \int_{-1}^1 \frac{f(x) dx}{(x-t)^m \ln^\alpha |x-t|}, t \in (-1, 1), \alpha \in (0, 1],$$

где  $m \geq 2$  – целое, поставим в соответствие квадратурную формулу:

$$S(m, \alpha, f, t) = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^{\gamma_i} a_{ij}(t) f^{(j)}(x_i) + R(m, \alpha, f, t, x_N, A_N, \Gamma_N), t \in (-1, 1),$$

параметры которой выбираются независимо от положения точки  $t \in [a, b] \subset [-1, 1]$ . В этом случае оптимальной оценкой погрешности квадратурной формулы на классе  $W^{r+m-1}H_\omega[-1, 1]$  на отрезке  $[a, b]$  при фиксированном наборе  $\Gamma_N$  будет оценка:

$$\varepsilon_N(m, W^{r+m-1}H_\omega[-1, 1], [a, b], \Gamma_N) = \inf_{x_N, A_N} \sup_{f \in W^{r+m-1}H_\omega[-1, 1]} \sup_{t \in [a, b]} |R(m, \alpha, f, t, x_N, A_N, \Gamma_N)| = O\left(\omega\left(\frac{1}{N}\right)\right).$$

**4. Ш.Ф. Арасланов.** Получение итерационных схем типа Ньютона с помощью связывания поправок неизвестных в соседних узлах для решения разностных уравнений газовой динамики.

В работах автора 2000-2006 годов с помощью искусственного связывания поправок неизвестных в соседних узлах была получена работоспособная итерационная схема расчета трехмерного нестационарного течения нагреваемого газа с учетом вязкости и теплопроводности. Проверка работоспособности и эффективности схемы проводилась сравнением численного и аналитического решений. Для дальнейшего совершенствования метода и расширения области его применения, исследование устойчивости и скорости сходимости схемы были проделаны автором для случая акустического приближения в одномерном, нестационарном случае, в лагранжевых координатах. В данной работе полученные трехмерные уравнения и соответствующая схема упрощены до одномерного нестационарного случая для эйлеровых координат  $x$  и  $t$ , с исключением вязкости, теплопроводности при учете сжимаемости газа. На внутренних итерациях  $L_p$  коррекции давления, поправки давления  $p$  в  $j$ -й ячейке, шириной  $h$ , и скорости  $u$  в  $i$ -ом узле на глобальной итерации  $L$ , для времени  $t+Dt$  ( $n+1$  временной слой) вычисляются через невязки уравнений неразрывности и скорости  $Q_\square$ ,  $Q_u$  и величины внутренней энергии  $I$  и плотности  $\rho$  по формулам

$$dp_{j,L+1,L_p}^{n+1} = -Q_{rj} \left( \rho \left( p_{L+1,L_p}^{n+1}, I_{L+1}^{n+1} \right), I_{L+1}^{n+1}, p_{L+1,L_p}^{n+1}, u_{L+1,L_p}^{n+1} \right) \left/ \frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_{\text{звук}}^2} \frac{1}{Dt} + (1 - w_{p0}) w^2 Dt \frac{3}{8h^2} \frac{\dot{u}}{\dot{\rho}} \right.$$

$$du_{i,L+1,L_p}^{n+1} = -Q_{ui} \left( \rho \left( p_{L+1,L_p}^{n+1}, I_{L+1}^{n+1} \right), I_{L+1}^{n+1}, p_{L+1,L_p}^{n+1}, u_{L+1,L_p}^{n+1} \right) \left/ \frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_i} \frac{1}{Dt} + \frac{w u_i^{n+1}}{h} \frac{\dot{u}}{\dot{\rho}} \right.$$

Здесь  $w$  параметр неявности схемы, например, равный 0.6, а  $w_{p0}$  параметр, связывающий искусственно поправки давления в соседних ячейках, например,  $w_{p0} = -1$ .

**5. Н.К. Туктамышов, Ю.А. Шмагин.** Непрерывность и преемственность математического образования в научно-образовательном кластере КГАСУ.

В состав научно-образовательного кластера «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» входят КГАСУ и 5 колледжей, в том числе «Казанский колледж коммунального хозяйства и строительства». Для успешного освоения программы по математике в ВУЗе необходима достаточная база математических знаний. На примере рабочей программы и практики ее применения в КККХиС по дисциплине «Математика» специальности «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» оценивается подготовленность к учебе студентов, получивших СПО. Наряду с базовым средним образованием, студенты колледжей, входящих в кластер, получают углубленные знания некоторых разделов высшей математики в объеме 96 часов, из них 64 часа - аудиторных. За это время студенты расширяют знания по линейной алгебре и аналитической геометрии, теории пределов и производным, неопределенным и определенным интегралам. Здесь они получают первоначальные знания по теории множеств и приближений, функциям нескольких переменных, линейным дифференциальным уравнениям, 18 часов отводится на изучение теории вероятностей и мат. статистики. Полученных знаний достаточно для успешной учебы выпускников колледжей кластера в КГАСУ, где они смогут получить более глубокие теоретические знания по математике - в кластере существует многоуровневая система математической подготовки строителей.

### ТРЕТЬЕ ЗАСЕДАНИЕ

17 апреля, 13.00, ауд. 4-309

**1. Ч.И. Гарифзянова, М.Ч. Закирова** (гр. 6ПГ09, н. рук. Н.К. Туктамышов). Из истории ноля.

В 712 году арабы захватили часть Индии и покорили Синд - земли в низовьях Инда. Там они познакомились с принятой индийцами системой счисления и переняли ее; с тех пор стали говорить (и говорят) об «арабских цифрах». Персидский математик аль-Хорезми (787 г.) первым из арабов описал в своем трактате «Числа индийцев» эту новую систему счисления. Он рекомендовал своим читателям ставить в расчетах пустой кружок на то место, где должно

помещаться «ничто», введя таким образом в арабских рукописях привычный нам ноль. Купцы-мусульмане, посещая Китай, познакомили местных жителей с цифрой «ноль». К тому времени она носила уже новое название. Слово «шунья» («пустое») было переведено на арабский и стало звучать «сифр» и «ас-сифр». Легко усмотреть в этом названии прообраз таких слов, встречающихся в разных европейских языках, как «Ziffer», «Cipher», «Chiffre», «цифра». Триумф нуля состоялся в XVII веке, когда он стал основой декартовой системы координат. Изобрел ее французский философ Декарт, и она до сих пор применяется во многих отраслях - от проектирования до компьютерной графики. Приход арабской системы цифр и в частности нуля открыл новую страницу в истории Возрождения. Появление нуля вызвало ожесточенные споры среди философов, теологов. Еще более запутанное понятие деления нуля на ноль легло в основу одного из самых важных разделов математики - математического анализа. Через математический анализ ноль вошел в современные физические теории: квантовую механику, космологию, теорию большого взрыва.

**2. А.И. Тептина** (гр. 6ЭН01, н. рук. В.Л. Крепкогорский). Решение некоторых экономических задач с помощью программы Maxima.

Программа Maxima предназначена для выполнения математических действий в символьном виде. Ее удобно использовать для решения алгебраических задач. В частности она позволяет производить различные операции над матрицами. Матричная алгебра широко используется при решении экономических задач.

В данной работе составлена программа для решения задачи межотраслевого баланса по методу Леонтьева. Определен объем валового продукта необходимый, с учетом внутреннего потребления, для обеспечения заданного конечного продукта. Рассматриваются критерии продуктивности матрицы прямых затрат.

Кроме того рассматриваются задачи линейного программирования. Составлены программы для решения задачи об использовании ресурсов и транспортной задачи. Изучаются условия, при которых эти задачи не имеют решения. Произведен анализ этих случаев графическим методом.

**2. Р.Р. Фатыхов** (гр. 6ПГ02, н. рук. В.Л. Крепкогорский). Программа Wolfram Alpha.

Программа Wolfram Alpha может решать различные математические задачи, вычислять интегралы, решать дифференциальные уравнения, рисовать графики, строить кривые второго порядка, в том числе в случае произвольного уравнения второй степени. Как правило, кроме решения поставленной задачи, программа дает много дополнительной информации. Например, было задано уравнение второй степени  $x^2 + xy + 2y^2 = 1$ . Программа сообщила, что это эллипс, нарисовала его и по собственной инициативе нашла координаты фокусов, вершин и центра симметрии. Кроме того, вычислены длины полуосей, площадь, периметр и эксцентриситет. Можно получить более подробное описание решения задачи, например алгоритм вычисления интеграла, если использовать опцию «Step by step».

Программа Wolfram Alpha может давать ответы в самых разных областях знания. В основном меню содержатся названия 25 различных дисциплин. Это «Математика», «Физика», «Химия», «Инженерные науки», «Мир технологии» и «Астрономия». Не забыты и гуманитарные дисциплины: «Люди и история», «Мир и языки», «Музыка», «Культура и медиа», «Деньги и финансы» и т.д.

**3. А.С. Кудрявцева, К.А. Семенова** (гр. 6ЭН02, н. рук. Т.Ю. Горская). По следам доказательства Великой теоремы Ферма.

Великая теорема Ферма, сформулированная в 1637 году французским математиком Пьером Ферма, являет собой самый большой контраст между простотой формулировки и сложностью доказательства. Ни в одной науке нет ни одной проблемы, которая формулировалась бы так просто, но оставалась нерешенной так долго. Но даже найденное доказательство ее громоздко и поэтому до сих пор продолжают поиски простого и лаконичного доказательства.

В этой связи интересен подход Уайлса, в котором Великая теорема Ферма станет не только модельной математической задачей, но и методологической моделью для преподавания математики. На ее примере можно будет изучать, по сути, все основные разделы математики. Так, например, американский математик Серж Ленг включил в третье издание своего классического руководства по алгебре основные конструкции доказательства Уайлса. А российские математики Юрий Манин и Алексей Панчишкин детально излагают само доказательство теоремы в контексте современной математики.

**4. А.И. Суворов, А.И. Тептина** (гр. 6ЭН01, н. рук Т.Ю. Горская). Ортогональные многочлены в теории вероятностей.

Известно, что в задачах по теории вероятностей возникает необходимость нахождения закона распределения в виде непрерывной функции по известным дискретным значениям аргумента и их весов, либо по известным числовым характеристикам их степенным моментам. Такая задача сводится к нахождению интерполяционного аппарата приближения. При этом является важным аппроксимировать искомую функцию как можно точнее. Для этого предлагается использовать ряды Фурье по системам ортогональных многочленов, таких, которые наилучшим образом приближают по метрике заданных пространств. Так, например, для интерполяции конечной системы точек используют многочлены Чебышева. А в случае нахождения закона для непрерывной случайной величины с заданными степенными моментами на отрезке  $(a, b)$  используют ряды Грама-Шалье. Точность приближения будет определяться величиной остаточного члена ряда. Заметим, что для разных весов можно подобрать различные ортогональные многочлены, точность приближения которых определяется наилучшим равномерным приближением.

**5. В.В. Колесникова, А.А. Юнусов** (гр. 6ЗН02, рук. Т.Ю. Горская). Золотое сечение.

Золотое сечение (или пропорция Фидия), по мнению многих исследователей, является наиболее приятной для человеческого глаза. Этим можно объяснить ее многогранное применение человеком, например такие сферы как архитектура, живопись, фотография и ландшафтный дизайн широко используют эту пропорцию и связанные с ней свойства. Это пропорция была в почете у умнейших людей, таких как Леонардо Да Винчи и Ле Корбюзье. Художник и архитектор Леонардо Да Винчи считал, что идеальные пропорции человеческого тела должны быть связаны с золотым сечением. Архитектор Ле Корбюзье руководствовался им во множестве своих работ. Пропорции пирамиды Хеопса, храмов, барельефов, предметов быта и украшений из гробницы Тутанхамона свидетельствуют, что египетские мастера пользовались соотношениями золотого сечения при их создании. Древние математики обнаружили, что золотое сечение можно получить при помощи геометрии, и потом применять в любом масштабе, даже для строительства пирамид.

**6. И.М. Гильмутдинова, К.Д. Ившина** (гр. 6ЭН02, рук. Т.Ю. Горская) Математическое моделирование в экономике.

В современной экономике широко используются различные математические методы, как для решения практических задач, так и для теоретического моделирования социально-экономических процессов. Математические методы являются составной частью методов любого раздела экономической науки. Использование математического описания экономических систем открывает новые возможности для экономической теории и практики. Поэтому современный экономист должен хорошо разбираться в экономико-математических методах. Знание общих теоретических моделей экономических систем позволяет лучше понимать причины возникновения тех или иных ситуаций в экономике, осознавать закономерности их развития и правильно прогнозировать отдаленные последствия предпринимаемых шагов. Умение ставить и решать задачи моделирования реальных экономических ситуаций в микроэкономическом масштабе дает ключ к оптимальному планированию деятельности предприятия.

**7. О.Ю. Волостнов** (гр. 2АП503, рук. Т.Ю. Горская). Использование сложных систем в проектировании.

В докладе рассматриваются программные комплексы, основанные на сложных системах. Разбираются принципы и основы параметрической архитектуры и сопутствующие ей подходы – машина, как основа для создания архитектурного объема, человек – оператор процесса. Рассматриваются программы и компоненты, ориентируемые на создание формы и пластики объекта, где используются простые математические операторы, а также сложные программные комплексы, позволяющие анализировать и прогнозировать множество факторов, включающих в себя полную модель жизни здания и его окружения, основанных на сложных закрытых системах. Результаты данного исследования применяются в рамках дипломного проекта. Примером служат промежуточные результаты дипломного проектирования, которые иллюстрируют все этапы использования вышеуказанных программных комплексов.

## Кафедра Физики, электротехники и автоматики

Председатель В.Л. Фурер  
Зам. Председателя Э.М. Ягунд  
Секретарь Л.И. Потапова

### ЗАСЕДАНИЕ

13 апреля, 14.00, ауд. 1-48

#### 1. В.Л. Фурер. Изучение колебательных спектров фосфортригидрида.

В данной работе мы сообщаем об изучении колебательных спектров и квантово-химических расчетах фосфортригидрида  $G_0$ , который представляет собой дендример нулевого поколения с конической архитектурой. Эта работа является продолжением спектральных и квантово-химических исследований структуры и реакционной способности дендримеров. Рассчитанные геометрические параметры сравнивались с экспериментальными данными, полученными рентгеновским методом. Так, что основной замысел этой работы заключался в том, чтобы определить спектральные особенности различных сегментов дендримера: ядра и аминных функций групп с помощью теоретических вычислений.

Экспериментальные данные рентгеноструктурного анализа использованы для молекулярного моделирования. Оптимизация геометрии и анализ нормальных колебаний выполнен для дендримера  $G_0$  на основе квантово-химических расчетов методом функционала плотности (ФП). Метод ФП использовался для анализа свойств каждой структурной части (ядра, ветвей, концевых групп). Рассчитанные геометрические параметры и гармонические частоты колебаний предсказаны в хорошем согласии с экспериментальными данными. Глобальные и локальные дескрипторы использованы для характеристики функции ядра и концевых групп. Экспериментальные ИК и КР спектры дендримера  $G_0$  интерпретированы с помощью распределения потенциальной энергии.

На основе расчетов методом ФП предложено отнесение колебаний. Интенсивности самых заметных полос в ИК и КР спектрах  $G_0$  воспроизводятся нашими расчетами. Теоретические кривые  $G_0$  в целом соответствуют экспериментальным ИК и КР спектрам в широком диапазоне частот. Итак, используемый метод ФП позволяет рассчитать структуру, заряды на атомах, и воспроизвести экспериментальные ИК и КР спектры дендримера  $G_0$ . Рассчитанные отношения главных моментов инерции показывают, что молекулы  $G_0$  имеют асимметричную форму. Аминные функции отличаются пиками 3321, 3238, 1614  $\text{cm}^{-1}$  в экспериментальном ИК спектре и пиками 3327, 3241  $\text{cm}^{-1}$  в спектре КР  $G_0$ . Опытные частоты асимметричных и симметричных  $\text{NH}_2$  валентных колебаний ниже, чем теоретические значения из-за внутримолекулярной водородной связи  $\text{N}-\text{H}\cdots\text{S}$ . Эта водородная связь также ответственна за более высокую интенсивность этих полос в ИК спектре по сравнению с теоретическими величинами. Предложено полное отнесение колебаний для  $G_0$ .

#### 2. Е.А. Вдовин, П.Е. Буланов, Э.М. Ягунд. Изучение взаимодействия глинистых минералов с поликарбоксилатным суперпластификатором методом ИК-спектроскопии.

Известно, что глинистые грунты состоят в основном из каолиновых и монтмориллонитовых глинистых минералов и мелкодисперсного кварца. При укреплении глинистых грунтов в ряде случаев возникает необходимость повысить структурно-механические свойства и морозостойкость цементогрунта, используя добавки поверхностно-активных веществ (ПАВ) гидрофильного и гидрофобного типа. Однако малоизученным остается влияние данных типов ПАВ на природу глинистых минералов. Поэтому целью исследования явилось изучение поликарбоксилатного суперпластификатора на монтмориллонитовую и каолиновую глины методом ИК-спектроскопии.

Для исследований использованы каолиновая глина (КГ) с числом пластичности 18,07 и содержанием песчаных частиц 6,02 %, содержание минерала каолинита до 95 %; и бентонитовая глина (БГ) с числом пластичности 22,32 и содержанием песчаных частиц 8,00 %, содержание минерала монтмориллонита до 70 %.

В качестве ПАВ применены эфирполикарбоксилат (ЭПКС) (добавка Pantarhit PC 160 Plv, Германия) и кремнийорганическое соединение октилтриэтоксисилан (ОТЭС), производство ООО «Пента-91». Нами показано, что введение в каолиновую и бентонитовую глину указанных добавок приводит к исчезновению полос поглощения, отвечающих связям Si-O-Si модификаторов. Этот факт, по-видимому, свидетельствует о химическом взаимодействии применяемых модификаторов с глинистыми минералами, приводящим к конверсии групп Si-O. Каких-либо взаимодействий (химических, либо физических, по типу водородного связывания) относительно ОН-групп глинистых минералов и модификаторов не наблюдается.

**3. Э.М. Ягунд, Н.А. Самигуллина, Р.Г. Яхин.** Исследование влияния СВЧ излучения на свойства продуктов питания растительного происхождения методами ЭПР и ИК-спектроскопии.

Технический прогресс, наряду с несомненными достижениями, приносит в экологию питания существенные проблемы. Элетромагнитные поля СВЧ-диапазона являются одними из существенных загрязнителей как окружающей среды в целом, так и продуктов питания в частности. Под воздействием СВЧ-излучения с высокой плотностью потока энергии в продуктах питания возможно образование групп с неспаренными электронами (свободных радикалов), являющихся одной из причин преждевременного старения организма человека.

В данной работе методами ЭПР и Фурье ИК-спектроскопии в средней области проведен качественный анализ процессов, происходящих в ряде продуктов питания растительного происхождения при воздействии на них различных доз СВЧ излучения. Методом ЭПР установлено, что исходные материалы содержат незначительное количество парамагнитных центров (свободных радикалов), однако под воздействием СВЧ излучения их количество увеличивается пропорционально времени и (или) мощности излучения. В ИК-спектрах СВЧ-обработка проявляется в уменьшении интенсивности полосы поглощения  $\nu(\text{OH})$ , что связано, по-видимому, с потерей молекулярной воды образцами при нагреве, и ростом интенсивности полосы  $\nu(\text{C}=\text{O})$ , что может быть объяснено образованием некоторого количества сложноэфирных и кетонных групп в системах в результате термоокислительной деструкции (пиролиза), либо переходом органических молекул в перекисное состояние под воздействием свободных радикалов.

**4. Л.И. Потапова, В.Л. Фурер, В.И. Коваленко.** Изучение колебательных спектров и структуры каликс[4]арена, каликс[6]арена и каликс[8]арена.

Использование современных теоретических квантово-химических методов позволили получить ряд новых важных результатов, связанных с интерпретацией и классификацией колебаний молекул каликс[4,6,8]аренов на основании расчетов силового поля методом функционала плотности; установлено соотношение форм нормальных колебаний для молекул каликс[n]аренов и дана интерпретация их ИК спектров.

Изучение ИК спектров в сочетании с квантово-химическими расчетами дает детальное описание динамики соединений каликс[n]аренов. Сравнение ИК спектров каликс[4]арена, полученных при комнатной температуре, для нагретого и ненагретого образцов обнаруживает расщепление полос 1400, 1299 и 900  $\text{см}^{-1}$  после нагревания, спектры становятся более разрешенными. Неизменность спектральной картины после нагревания до 180° С может быть связано с сохранением конформации конус в изученном каликс[4]арене. Устранение молекул воды и растворителей возможно сопровождается уменьшением дефектности кристаллической упаковки, что отражается на более разрешенной спектральной картине, и приводит к сужению полос. Величине сдвига полосы  $\nu\text{OH}$  при нагревании отражает во-первых, степень теплового движения ареновых фрагментов в кристалле. Во-вторых, различное поведение компонент полосы  $\nu\text{OH}$  указывает на различия в упаковке удаленных фенольных фрагментов каликс[4]арена.

Анализ интенсивностей полос обнаружил, что наиболее прочной циклической кооперативной внутримолекулярной водородной связью характеризуется молекула *пара-трет*-бутилкаликс[6]арена в разбавленном растворе. Образование более прочной водородной связи в растворе *пара-трет*-бутилкаликс[6]арена можно объяснить за счет отсутствия стерических препятствий, которые реализуются в кристаллическом состоянии.

**5. В.В. Соколов-Сыромятников, Г.В. Кононов** (гр. 5УН01), **Л.И. Потапова.** Исследование влияния диоксида титана и ультразвуковых волн на свойства эпоксидной смолы.

Эпоксидные смолы имеют широкую область применения в современном строительстве и производстве: полимербетоны, компаунды, клеи, покрытия, связующие для стекло- и углепластиков и др.

Целью нашей работы было исследование влияния диоксида титана и ультразвуковых волн на свойства эпоксидной смолы. Ультразвуковое воздействие на жидкие среды эффективно и оно обеспечивается возникновением в жидких средах кавитационных парогазовых пузырей, накапливающих энергию при их расширении и взрывающихся при сжатии с созданием ударных волн и кумулятивных струй. При таком воздействии наблюдается значительное повышение физико-механических характеристик.

Нами были созданы образцы с различной концентрацией диоксида титана, которые подвергались ультразвуковой обработке и проведенные лабораторные испытания показали, что в результате наблюдается значительное повышение характеристик: изменении прочности образцов, увеличении адгезии и изменении пластичности материала. Отмечено, что введение малых добавок (0,1 масс.ч.) ПТК при введении их в пластифицированную композицию приводит повышение физико-механических характеристик.



Методом ИК спектроскопии доказано, в исследованиях количество отвердителя изменялось от 15 до 50 масс.ч., с увеличением содержания в композиции отвердителя до 40 масс.ч., повышаются показатели таких свойств, как твердость композита и ударная вязкость. С увеличением содержания отвердителя в составе композиции с 15 до 40 масс.ч., в спектрах эпоксидного полимера уменьшается, пик колебаний эпоксидного кольца ( $910-930\text{ см}^{-1}$ ). Это свидетельствует о том, что все эпоксидные группы вступили в химическое взаимодействие с функциональными группами отвердителя.

**6. Л.И. Потапова, А.В. Петров** (гр. 5ДМ01). Изучение структуры ПЭТ - флекса модифицированного УНТ.

Метод инфракрасной спектроскопии является эффективным экспресс-методом изучения процессов формирования модифицированных полимерных систем, в частности, эпоксиаминных адгезивов, поскольку не требует сложного химического оборудования и больших трудозатрат. Идея метода состоит в измерении степени конверсии функциональных групп композита по ИК-спектрам и возможности добиться ее максимального значения путем модификации состава композита и режима отверждения. В частности, введение углеродных нанотрубок (УНТ) в состав эпоксиаминной композиции на основе вторичного ПЭТ – флекса позволяет значительно увеличить прочность, термо- и химическую стойкость получаемого соединения. Сравнения свойств немодифицированной эпоксидной композиции на основе вторичного полиэтилентерефталата и эпоксидного композита с введенными углеродными нанотрубками позволяют сделать вывод о преимуществе последнего по ряду показателей.

**7. В.И. Сундуков, А.В. Инькова** (гр. 5ВВ101). Обработка эксперимента ЯМР при исследовании строительных материалов.

Образовательные программы подготовки бакалавров и магистров не включают такие информативные методы исследования материалов, как ядерный магнитный резонанс (ЯМР), поэтому студентам приходится знакомиться с ним самостоятельно. Мы рассмотрели применение метода импульсного ЯМР на протонах к изучению композиционных материалов на основе битума.

Наиболее простая разновидность метода ЯМР – это импульсные методы наблюдения за подвижностью протонов (ядер водорода). Основными измеряемыми параметрами в этом методе являются времена спин-решеточной релаксации  $T_1$  и времена спин-спиновой  $T_2$  релаксации. Если в состав исследуемых композиций входят атомы водорода, то подвижность протонов будет характеризовать подвижность молекул, в состав которых входит водород. Измеренные времена релаксации довольно сложным образом связаны со строением и физическими свойствами материала, но, тем не менее, они позволяют оценивать подвижность молекул компонент композиционных материалов. В данной работе рассмотрен метод оценки спин-спиновой релаксации в программе ORIGIN, заключающийся в аппроксимации спада свободной индукции.

**8. В.И. Сундуков.** Организация зачета по электротехнике в виде тестовых заданий в системе MOODLE.

Новые федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) требуют сопровождения обычных образовательных курсов их электронными версиями. В нашем университете для организации электронных курсов используется бесплатная программа MOODLE. Если создание электронного учебного курса начать с важнейшего модуля по названию ТЕСТ, то его сразу же можно использовать на занятиях со студентами. Наибольшая эффективность достигается на зачетном занятии.

Вопросы теста были составлены и размещены в банке, разделенном на категории в соответствии с разделами предмета. Вопросы были различного типа, например, с одним вариантом правильного ответа, с множеством вариантов, с возможностью вписать свой ответ и некоторых других разновидностей. Плохо, когда студенты получают одни и те же вопросы, требующие одних и тех же ответов. Гораздо лучше, когда вопросы одного типа, но имеют разные числовые данные, проверяют на практике знания формул, требуют продемонстрировать умения производить нужные вычисления. Последние позволяют сделать вопросы вычисляемого типа. В них данные генерируются системой случайным образом.

**9. А.М. Хакимов, В.И. Сундуков.** Самодиффузия воды в набухших сверхсшитых полистирольных сетках.

Способность сверхсшитого полистирола набухать практически в любых жидкостях делает эти сетки перспективными для изучения методами ЯМР 1H с импульсным градиентом магнитного поля. Благодаря коротким временам поперечной релаксации полистирольной матрицы, вклад в диффузионное затухание спинового эхо дают только протоны растворителя. Это заметно упрощает интерпретацию экспериментальных данных. Для диффузионного затухания

наблюдается зависимость от времени диффузии, характерная для случая ограниченной диффузии. Кажущийся КСД воды убывает обратно пропорционально времени диффузии. Можно оценить размер ограничений. Размер пор хорошо согласуется с литературными данными, полученными другими методами. Таким образом, при набухании сверхсшитого полистирола в воде образуется гетерогенная структура с порами заполненными водой.

**10. А.М. Хакимов, С.И. Ахсанов** (гр. 6ПГ09). Использование солнечных батарей и грид-инвертора в условиях Казани.

Быстрое развитие солнечной энергетики в мире, часто на уровне домохозяйств, делает актуальным вопрос о экономической эффективности применения солнечных батарей. Например в летний период выработка электроэнергии в Германии за счет возобновляемых источников энергии уже превышает 50%. Хотя Казань располагается по широте примерно на уровне северной границы Германии, благодаря резко континентальному климату число часов солнечного сияния вполне сопоставимо с югом сравниваемой страны. Однако отсутствие мер экономического стимулирования, возможности отдавать излишки выработанной электроэнергии и относительно низкие тарифы ставят под вопрос экономическую эффективность солнечной энергетики в частных домохозяйствах. В данной работе сделана попытка оценить себестоимость энергии и сроки окупаемости солнечных батарей и грид-инвертора в условиях Казани.

**11. А.М. Хакимов, С.И. Ахсанов** (гр. 6ПГ09). Применение бытовых инверторных кондиционеров в качестве тепловых насосов для отопления зимой.

Существенным препятствием для широкого использования тепловых насосов для обогрева в холодное время года является их высокая стоимость. Бытовые кондиционеры, как правило не приспособлены для работы в зимних условиях. Основные препятствие - обмерзание конденсата и ухудшение смазки деталей компрессора при низких температурах. Однако, появившиеся в последнее время бытовые инверторные кондиционеры, благодаря непрерывной работе и применению новых синтетических смазочных материалов, согласно паспортным данным могут работать при температуре до  $-15^{\circ}\text{C}$ . В представленной работе обсуждается применение этих устройств для отопления в холодное время года.

**12. Г.И. Захватов.** Влияние некоторых электрических параметров на эффективность электронеутрализационной обработки водных эмульсий.

Эффективность процесса электронеутрализационного метода разрушения устойчивости водных эмульсий зависит от многих параметров, из которых следует выделить электрические, поскольку они непосредственно определяют механизм процесса. Однако основным электрическим параметром, который используется для регулирования процесса, является только электродная плотность тока. Для расширения возможностей метода целесообразно было изучить влияние таких факторов, как частота и форма электрического сигнала.

Для изучения влияния частоты была выбрана синусоидальная форма импульсов, как наиболее удобная для использования в практике. Диапазон исследованных частот находился в пределах от 5 Гц до 1 кГц. Как было установлено, эффективность процесса резко возрастает в диапазоне низких частот вплоть до 40 – 50 Гц, после чего стабилизируется.

Форма электрического импульса имеет очень большое значение, с точки зрения разрушения устойчивости водных эмульсий типа «масло – вода». Эффективность процесса близка для всех периодических импульсов и мало зависит от формы импульса. Однако при использовании асимметричных импульсов или униполярных эффективность процесса резко падает.

**13. Л.М. Кузнецова, Л.И. Маклаков.** Изучение конформации диола методами колебательной спектроскопии.

Целью данной работы является изучение структуры молекулы диола  $\text{OH}-(\text{CH}_2)_2-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{CH}_2)_2-\text{OH}$ , где  $\text{C}_6\text{H}_4$ -паразамещенное бензолное кольцо. Методами квантовой химии рассчитаны частоты нормальных колебаний молекулы, в которой группы  $\text{CH}_2$  находятся в транс-конформации (диол-транс) и гош- конформации (диол-гош). В связи с дальнейшими исследованиями полиморфизма были рассчитаны частоты колебаний молекулы диола, в которой атомы водорода метильных группах были заменены на атомы дейтерия. Квантово-химические расчеты проводились с использованием пакета компьютерных программ «PRIRODA». В результате этого проведена оптимизация геометрии, установлены геометрические параметры и проанализированы нормальные колебания двух конформаций молекулы. Установлены частоты характеристических колебаний метильных групп для транс- и гош- конформаций. На основании сопоставления полученных расчетных данных по частотам и экспериментально наблюдаемых частот установлено, что молекула диола имеет плоскую транс-конформацию.

**14. Р.К. Сафиуллин.** Численное моделирование проточных газоразрядных CO<sub>2</sub>-лазеров с цилиндрическими и коническими разрядными трубками.

Работа посвящена компьютерным исследованиям проточных CO<sub>2</sub>-лазеров с цилиндрическими и коническими разрядными трубками. В результате математического и численного моделирования процессов в таких лазерах рассчитаны пространственные распределения заряженных компонентов плазмы, скорости и температуры газоразрядной смеси, коэффициента усиления и выходной мощности лазеров. Система дифференциальных уравнений тлеющего разряда, неравновесной газовой динамики и колебательной кинетики молекул решалась методом расщепления по физическим процессам. Для лазеров с цилиндрическими трубками получено хорошее согласие рассчитанных характеристик с имеющимися экспериментальными данными. Экспериментальных данных для лазеров с коническими трубками нет. Расчеты предсказывают, что в случае прокачки газа от анода к катоду в сторону сужения трубки выходная мощность лазера должна повыситься примерно на 10 %.

**15. Л.М. Кузнецова, Р.Х. Мухаметрахимов, Р. Сафин** (гр 6ПГ02). Исследование кинетики твердения цементного камня методом ИК-спектроскопии.

Твердение цемента происходит в результате комплекса сложных химических и физико-химических процессов. К химическим процессам при твердении цемента можно отнести процессы гидратации, гидролиза и обменного взаимодействия, протекающие при затворении цемента водой. Состав новообразований определяется химической природой безводных соединений, соотношениями твердой и жидкой фазы, температурными условиями. Вода в процессе взаимодействия с цементом насыщается переходящими в раствор гидроксидом кальция, являющимся продуктом гидролиза клинкерных минералов, гипсом и щелочами, содержащимися в цементе.

Методом ИК-спектроскопии исследовано влияние пластифицирующих добавок и комплексов на их основе на состояние воды в образцах на основе композиционного гипсоцементно-пуццоланового вяжущего. Исследования методом ИК-спектроскопии показывают, что вода в исходных композициях по-разному связана.

**16. Р.О. Гайнулина** (гр. 6ПГ01), **Г.И. Захватов.** Мониторинг электроснабжения административных и гражданских зданий и сооружений.

Мониторинг электроснабжения целесообразен для наиболее ответственных объектов, например, для стадионов, торговых центров, взрыво- и пожароопасных промышленных объектов и т.д. Мониторинг обеспечивает непрерывный контроль за состоянием системы электроснабжения и при отклонении электрических параметров за пределы номинальных значений сигнализирует и отключает отдельные участки или всю систему в целом. В настоящее время используются для этой цели современные технические средства, такие как контроллеры, компьютерная и сенсорная техника, что повышает надежность и уровень автоматизации мониторинга.

Основными контролируемыми параметрами при мониторинге электроснабжения являются токи и напряжения. Измерение сопротивлений отдельных линий проводится эпизодически, что снижает универсальность мониторинга. Поэтому предлагается непрерывный контроль величины сопротивлений линий, что позволит непрерывно контролировать их работоспособность и тем самым исключить местные перегревы и частичные замыкания процесса

**17. Ю.Г. Володин, О.П. Марфина, Р.Р. Фатыхов** (гр. 6ПГ02). Рабочий процесс в пусковом режиме энергосиловой установки.

Рассмотренные нестационарные режимы работы энергетического оборудования, проявляющиеся при пуско-останове, маневровых процедурах, при выводе технологического оборудования средствами автоматизации на оптимальные режимные параметры и т. п., посвященные исследованию теплообмена и трения в нестационарных условиях, показали на существенное отличие реальных коэффициентов теплоотдачи и трения от соответствующих квазистационарных аналогов. Большие положительные градиенты скорости при достаточно длительном воздействии могут приводить к снижению эффективности теплоотдачи и даже формируют явление ламинаризации ТПС, что приводит к резким и существенным уменьшениям коэффициентов трения и теплоотдачи. Из исследований влияния различных видов нестационарности, а также неизотермичности на коэффициенты трения и теплоотдачи, менее изученными являются вопросы, связанные с совместным влиянием неизотермичности, динамической и тепловой нестационарности при турбулентных режимах течения на начальном участке осесимметричных каналов переменного радиуса. При исследовании нестационарных процессов предпочтительными являются параметрические методы, которые более эффективны, и позволяют непосредственно оценивать воздействие градиентов температур и скоростей на коэффициенты теплоотдачи и трения.

**18. А. Исхакова** (гр. 6ПГ02). Математическое моделирование течения газового потока в промышленной дымовой трубе в 3D формате.

Главная особенность процессов течения и тепло- массообмена в проточной части дымовой трубы состоит в том, что они происходят, главным образом, в режиме существенных трансформаций полей скорости и температуры при весьма сложных начальных и граничных условиях. К настоящему времени эти процессы остаются мало изученными из-за отсутствия практической возможности проведения на такого рода объектах углубленных натуральных экспериментальных исследований с применением современных средств диагностики, и задача их подробного изучения остается практически важной и актуальной.

В сложившейся ситуации приемлемой альтернативой детальному физическому натурному эксперименту может служить математический эксперимент, основанный на использовании самых современных методов вычислительной газодинамики и компьютерных технологий. Такой подход уже позволил успешно решить большое количество задач, связанных с углубленным исследованием сложных газодинамических, теплообменных и массообменных процессов в различных технических устройствах.

**19. Р.Д. Файзрахманов.** (гр. 5ИС01), **Р.К. Сафиуллин.** О преимуществах лазерной обработки материалов CO<sub>2</sub>-лазерами.

Мировой парк мощных CO<sub>2</sub>-лазеров составляет более 40 тысяч единиц. В области строительства CO<sub>2</sub>-лазеры применяются при сооружении тоннелей, шахт, обустройстве скважин, трубопроводов, а также в задачах строительства или утилизации объектов морских оффшорных сооружений, при резке стали толщиной до 300 мм, резке бетона и практически любых материалов. Это возможно благодаря наличию на мировом рынке промышленных лазеров мощностью от 0,1 до 50 кВт. Главные достоинства лазерной сварки: 1) очень высокое качество сварного шва 2) высокая скорость процесса; 3) широкий спектр свариваемых разнородных материалов; 4) высокая контролируемость процесса "on-line". ЛС занимает около 10 % объема сварных работ в промышленности развитых стран. Быстро развивается применение «лазер-роботов» в Европе и Японии. Ведутся исследования и разрабатываются процессы сварки сплавов в реакторостроении и алюминиевых сплавов, сварки стальных листов с алюминиевыми листами. Активно развиваются: лазерная модификация поверхности, прямая лазерная\_фабрикация изделий из металлических и керамических микро- и нанопорошков методом селективного лазерного спекания; дистанционная разделка и сварка крупногабаритных изделий в энергетике, судостроении, строительстве; сверление и резка минералов, горных пород, очистка поверхностей объектов архитектуры, скульптур и изделий машиностроения. У CO<sub>2</sub>-лазеров много также других практических приложений.

**20. А.Г. Исмагилов, Р.Н. Золин** (ст. гр. 4ДМ01), **Р.Г. Яхин**. Улучшение характеристик дорожного полотна.

Как известно, по состоянию дорожного фонда наша страна занимает одно из последних мест в мире. Как правило, наши дороги требуют ремонта уже через три года после ввода в эксплуатацию, а затем – ежегодного так называемого ямочного ремонта. В связи с этим возникает проблема качества всей дорожной сети страны.

Решением данной проблемы будет являться применение цементобетона вместо асфальта. Именно цементобетон, как вид дорожного покрытия, более целесообразно использовать в наших климатических условиях, т.к. применение такого вида полотна, имеет преимущества перед асфальтовым.

Применение цементобетонных покрытий дает перспективу для дальнейшего развития дорожной отрасли страны, при бетонном покрытии повышенные эксплуатационные характеристики позволяют одной единицей большегрузной техники перевозить по ним гораздо большее количество груза

Нами разработана конструкционная модель дорожного покрытия. Расчет конструкции производили в программе APM WinMachine. Программа позволяет рассчитать конструкционные характеристики данной модели: устойчивость, коэффициенты запаса текучести и прочности, инерционные характеристики модели и расчеты собственных частот колебаний конструкции. Результаты статического расчета определили эквивалентное напряжение по Мизесу и суммарное линейное перемещение.

Расчетные конструкционные характеристики в программе APM WinMachine удовлетворяют прочностным требованиям современных дорог.

**21. К.А. Пузанкова, Д.А. Лутфирахманова** (гр. 5АД01), **Л.И. Потапова.** Современные технологии применения материалов в строительстве.

Цемент – вяжущая субстанция, которая имеет свойство твердеть в воде и на открытом

воздухе. Флуоресцентный цемент можно представить как материал со светоизлучающими составными частями, поглощающими солнечный свет, а затем отдающими его в темное время суток. Было проведено сравнение зависимости прочности, светоизлучения от количества добавления светоизлучающих частиц. Свое применение данный материал может найти как в дорожном, гражданском строительстве, так и в ландшафтном освещении. В данной работе методами Фурье ИК-спектроскопии в средней области проведен качественный анализ процессов, происходящих в цементе со светоизлучающими составными частицами с разным соотношением масс.ч., при воздействии на них ультразвука.

**22. А.С. Галеева, А.И. Ярулина (гр. 5АД01), Л.И. Потапова.** Цемент с флуоресцентными частицами.

Одной из характеристик изделий из цемента является прочность. Прочность — это способность материала сопротивляться разрушению. Флуоресцентный цемент имеет более устойчивые свойства к ультрафиолету и может служить очень долгое время. Как известно, при растворении обычного порошкообразного цемента в воде, образуются нерастворимые хлопьевидные кристаллы, которые считаются одним из видов дефектов и негативно влияют на прочностные характеристики готового бетона. Мы попробовали изменить микроструктуру цемента, введя в него флуоресцентные добавки. Таким образом, у нас получился не только более однородный раствор, но и без характерных «хлопьев» кристаллов. Яркость свечения зависит от размера частиц, поэтому яркость материала можно будет регулировать при изготовлении. Для установления правильного соотношения цементного раствора и флуоресцентных частиц был проведен ряд исследований. Для диспергирования агломератов частиц цемента и флуоресцентных частиц применялся метод ультразвукового воздействия. Ультразвуковое смешение использует кавитационные поперечные силы, которые более эффективны для смешения мелкоразмерных частиц. Ультразвуковое диспергирование улучшает показатели, поскольку она улучшает распределение частиц и их контакт с водой. Методом ИК спектрального анализа определили функциональные группы цементного раствора.

**23. Л.И. Потапова, А.В. Хахалкина, В. Максимова (гр. 6УН01).** Исследование гипсовых материалов методом ИК - спектроскопии.

Гипс - минерал из класса сульфатов, по составу гидратсульфата кальция ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). В чистом виде содержит 32,56 %  $\text{CaO}$ , 46,51 %  $\text{SO}_3$  и 20,93 %  $\text{H}_2\text{O}$ . Для того, чтобы подобрать необходимый пигмент для декоративного кирпича, необходимо, в первую очередь, изучить состав, молекулярные связи в веществе и т.д. В качестве материала для исследования были использованы молотый газобетон и молотый кирпич. Для определения функциональных групп были сняты ИК – спектры молотого газобетона и молотого кирпича черного. Регистрация ИК – спектров производилась с помощью приставки НПВО Miracle ATR (кристалл  $\text{ZnSe}$ ) в области  $4000 - 650 \text{ см}^{-1}$  на спектрофотометре Perkin Elmer FT-IR Spectrometer model Spectrum 65 при стандартных условиях регистрации. Обработка спектров производилась с помощью прилагаемого программного обеспечения.

В спектре молотого кирпича черного выражены полосы: 3390, 1634, 1445, 1166, 1089, 1050, 972, 875  $\text{см}^{-1}$  и дублет при 790 и 778  $\text{см}^{-1}$ , 694  $\text{см}^{-1}$ . Широкая полоса 3390  $\text{см}^{-1}$  и 1634  $\text{см}^{-1}$  характеризующие валентные и деформационные колебания ОН. Максимумы при 1445  $\text{см}^{-1}$  характеризуют деформационные колебания гидроксильных групп в вершинах кремнекислородных тетраэдров, а также могут принадлежать карбонату кальция или свидетельствовать о присутствии обоих компонентов. В исследованных составах полоса при 1445  $\text{см}^{-1}$  характеризует содержание гидросиликатов. Кроме того, совокупность полосы 1445  $\text{см}^{-1}$  и широкой полосы спектра в области 3300 – 3500  $\text{см}^{-1}$  свидетельствует о наличии гидросиликатов кальция. Сильные колебания связи Si–O для аморфных силикатов наблюдаются при длине волны 1089  $\text{см}^{-1}$ , 1030  $\text{см}^{-1}$ , 972  $\text{см}^{-1}$ , где полоса 1089  $\text{см}^{-1}$  относится асимметричным колебаниям валентных связей Si–O в тетраэдрах  $\text{SiO}_4$ . Для кристаллической фазы силикатов характерен дублет при 790  $\text{см}^{-1}$  и 778  $\text{см}^{-1}$ , характеризующий валентные симметричные колебания Si–O–Si, характерные для кремния в тетраэдре  $\text{SiO}_4$ .

Судя по ИК – спектру молотого кирпича черного можно считать, что основу составляет неравномерно окристаллизованная смесь гидросиликатов кальция.