

## ТЕОРИЯ ИГР: ПОСТРОЕНИЕ ДОМИНАНТНОЙ СТРУКТУРЫ

Р.С. Журавлев, А.Н. Зайцев, доцент С.А. Ярдухина  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

В 1949 году Джон Нэш написал диссертацию по теории игр. По прошествии времени эта тема не теряет своей актуальности, потому что она постоянно используется в кибернетике, искусственном интеллекте, а также других науках.

Предметом теории игр являются оптимальные стратегии. Под игрой понимается процесс, в котором участвуют две или несколько сторон, каждая из которых ведет борьбу за реализацию собственных интересов.

Авторами была разработана программа для решения антагонистических матричных задач по теории игр. Данный тип игр был выбран исходя из определённых соображений:

1) антагонистическая игра (с нулевой суммой) – это наиболее близкое к реальности отражение типичных конфликтов двух игроков;

2) матричная форма представления стратегий (ходов) позволяет наглядно разобраться в описании хода игры абсолютно каждому, что является наиболее оптимальным выбором на наш взгляд.

Разработка приложения велась на языке объектно ориентированного программирования Delphi. Графический интерфейс программы содержит поля ввода игровой матрицы и вывода результата, элементы автозаполнения данных, расчета, очистки и вывода промежуточных вычислений.

Программа универсальна и позволяет описать в визуальном режиме достаточно большое количество стратегий. Алгоритм решения задач определяет тип игры – смешанной или чистой. Считается, что игрок А стремится максимизировать выигрыш, а игрок В минимизировать проигрыш.

Решение в чистых стратегиях зависит от максимина и минимакса – верхней и нижней ценой игры, гарантированными минимальным выигрышем и максимальным проигрышем. Если в игре встречается седловая точка, то программа производит вычисления в чистых стратегиях, в ином случае в смешанных стратегиях решение вычисляется методами линейного программирования и симплекс-метода.

Для стратегии каждого из двух игроков находится вероятность выигрыша, а также определяется цена игры.

## СОЗДАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОЧНОСТНЫХ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ С ДОБАВКАМИ УГЛЕРОДА И АЛЮМИНИЯ

М.И. Кошечев, профессор В.С. Абруков  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

В России и мире накоплено чрезвычайно большое число экспериментальных данных в различных областях знаний. Вопрос: как можно их обобщить, сделать удобными в использовании для фундаментальных и прикладных исследований. В данной статье представлен пример такого обобщения экспериментальных данных в виде вычислительной модели прочностных и электрофизических свойств наноструктурированных материалов на основе меди с добавками углерода и алюминия. При создании вычислительных моделей использовались экспериментальные данные, полученные Е.П. Шалуновым, сведённые в общую таблицу (содержание углерода и алюминия в материале, прочность, твёрдость, удлинение, электропроводность) и искусственные нейронные сети (ИНС). Использовалась аналитическая платформа Deductor (<http://www.basegroup.ru/>), включающая ИНС, а также методы, позволяющие готовить экспериментальные данные к моделированию (проверка качества данных, их очистка, устранение дубликатов и противоречий). Были получены вычислительные ИНС-модели, аппроксимирующие связи между составом материала и его прочностью, твёрдостью, удлинением при нагрузке и электропроводностью. Полученные ИНС-модели могут решать как прямые задачи, например, одновременное определение твёрдости и электропроводности для различных составов материала, так и обратные, например, определение состава материала, который будет обеспечивать требуемую для материала твёрдость и удлинение при нагрузке. Полученные ИНС-модели позволяют также прогнозировать характеристики материала для еще не исследованных составов материала и таким образом определять перспективные направления исследований. ИНС-модели можно использовать как специализированный калькулятор, позволяющий мгновенно производить требуемые вычисления и визуализировать выявленные зависимости в виде разнообразных графиков.

# СОЗДАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДНОЙ ФУНКЦИИ НА ОСНОВЕ НЕПОЛНЫХ ДАННЫХ

М.И. Кошечев, профессор В.С. Аbruков  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Задача дифференцирования экспериментальных функций в различных областях фундаментальных и прикладных исследований является очень распространенной. В работе была поставлена задача исследования возможностей искусственных нейронных сетей (ИНС) для решения этой задачи на основе неполных данных об экспериментальной функции. На первом этапе была поставлена задача создания вычислительной ИНС-модели решения задачи дифференцирования для аналитически заданных функций типа гиперболический тангенс, конкретный вид которой был неизвестен. Этот тип функций интересен тем, что он соответствует реальным экспериментальным функциям, например, вольтамперным характеристикам электронных устройств или распределению температуры в волне горения.

Основой идеи данного исследования были идеи работы [лит.], в которых представлены результаты по созданию вычислительных ИНС-моделей решения обратных (интегральное уравнение Абеля) и прямых задач оптики (уравнение эйконала) на основе измерения в эксперименте только одного значения интеграла. При создании вычислительных ИНС-моделей использовались значения функций типа гиперболический тангенс с различной крутизной, соответствующие значения координат и производных. Созданная ИНС-модель позволяет по одному значению функции и соответствующему значению координаты определять значение производной в данной точке и характер изменения производной во всей области определения функции. Классическими математическими методами дифференцирования это невозможно в принципе! Планируется получить аналогичные ИНС-модели для других типов распространенных аналитических функций (многочлены одной переменной, гармонические функции, гипербола, сигмоида и др.) и разработать методику применения ИНС-моделей при решении задачи дифференцирования реальных экспериментальных функций.

## Литература

Abrukov V.S., Pavlov R.A., Ivanov P.V., Troeshstova D.A. Artificial neural networks and inverse problems of optical diagnostics. Proceedings - ISDA 2006: Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications. Jinan, 2006. P. 850–855.

## ЗАДАЧИ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А.Н. Мешков, А.В. Анисимов, доцент Д.А. Троешестова  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Искусственный интеллект – раздел информатики, занимающийся вопросами имитации мышления человека с помощью компьютера, в рамках которого ставятся и решаются задачи аппаратного и программного моделирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными. Термин «искусственный интеллект» (artificial intelligence) предложен в 1956 году на семинаре с аналогичным названием, который состоялся в США и был посвящен решению логических задач.

Одним из важнейших приложений данного направления являются системы управления знаниями и экспертные. Они моделируют мышление человека в процессе выбора и принятия решений.

В настоящее время системы искусственного интеллекта широко применяются во всех областях информационных технологий и охватывают самые разные предметные области, среди которых лидируют бизнес, производство, проектирование и системы управления, в банковском и страховом деле, распознавании образов (в том числе текста и речи), управлении производственными процессами, военной технике, медицинской диагностике и т. д.

Задачи интерпретации данных, диагностики, поддержки принятия решений относятся к задачам анализа, задачи проектирования, планирования и управления – к задачам синтеза. К комбинированному типу задач относятся обучение, мониторинг и прогнозирование.

Термин «решение задач» (problem solving) употребляется в искусственном интеллекте в ограниченном смысле. Речь идет о хорошо определенных задачах, решаемых на основе поисковых алгоритмов.

Задача считается хорошо определенной, если для нее имеется возможность задать пространство возможных решений (состояний), а также способ просмотра этого пространства с целью поиска конечного (целевого) состояния, соответствующего решаемой задаче. Поиск конечного состояния задачи заключается в применении к каждому состоянию алгоритмической процедуры с целью проверки, не является ли это состояние решением задачи. Данная процедура продолжается до тех пор, пока не будет найдено решение.

Примерами хорошо определенных задач являются: доказательство теорем, поиск маршрута на графе, планирование робота в среде с препятствиями и т.д.

## РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ

А.Н. Мешков, доцент А.В. Речнов

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Интернет-магазин – специализированный вид бизнеса, основанный на дистанционном обслуживании и дающий возможность продавцу и покупателю совершать сделки по покупке-продаже того или иного вида товаров посредством сети Интернет.

XXI век – век информационных технологий, и в наше время интернет-бизнес все больше и больше набирает обороты. Интернет-магазин сельхозпродукции – это еще одна ступень развития продаж через Интернет.

В мире, в котором мы живем, установлен бешеный ритм. Исходя из условий проживания, жители земли начинают экономить свое драгоценное время. Покупки одежды, средств личной гигиены, игрушек, сельхозпродуктов занимают уйму времени. Кроме того, мы нуждаемся в сельхозпродукции, которую ежедневно, еженедельно, ежемесячно нужно пополнять наилучшими продуктами, которые мы сами выбираем в магазинах, на рынках и т.д. Если все покупки сельхозпродукции совершать в интернет-магазине, у нас появится то самое «недостающее» время, не будет усталости, да и нервы поберегутся.

В основе идеи лежит интернет-магазин, который работает не для одного фермера, а для *n-го* количества производителей сельхозпродукции. Структура работы магазина следующая:

1. С производителями заключаются индивидуальные договоры на поставку натуральных «здоровых» продуктов.
2. Потребитель через сайт заказывает нужную продукцию и информирует, что, куда и когда доставить.
3. Диспетчер интернет-магазина связывается с производителем и делает заказ.
4. Курьер отоваривается у поставщика и привозит необходимую продукцию клиенту. Оплата производится при получении.

В наше время все большее количество людей осознает, что яркие обертки продукции в магазинах не всегда являются гарантией качества товара, поэтому в городах начали появляться рынки натуральных продуктов, а во всемирной паутине – фермерские интернет-магазины. Сельский бизнес должен и будет идти в ногу со временем (прогрессом).

# МОДЕРНИЗИРОВАННЫЕ СЕТИ НЕЙРОНОВ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

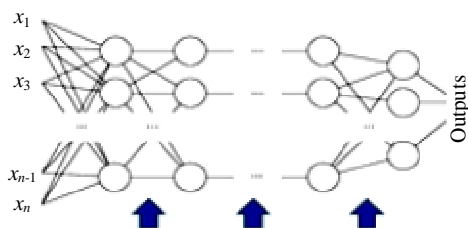
А.А. Никандров, доцент Е.Г. Ефимова

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Основными проблемами, выделяемыми в экономике как задачи для искусственных нейронных сетей, являются прогнозирование, оптимизация финансов и выделяемое в отдельный пункт решение проблем моделирования [1].

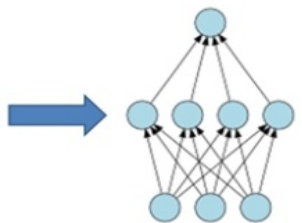
Основные типы ИНС как экономических моделей:

1. Улучшенный многослойный перцептрон Румельхарта



В отличие от перцептрона Розенблатта обучение Румельхарта проходит не у одного слоя нейронов, а минимум у двух-трёх. Также функцией активации выступает нелинейная функция, коэффициенты которой зависят от коэффициентов формул расчётов финансов [2].

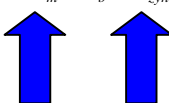
2. Сеть радиально-базисных функций (RBF-сеть)




$$f(x) = \phi \left( \frac{x^2}{\sigma^2} \right).$$

Сеть состоит из одного скрытого слоя, обучение проходит на основе радиально-базисных функций, коэффициент абсциссы полагает эффективность модели [Там же].

### 3. Модель импульсных нейронов Ижикевича

$$\begin{cases} C_m \frac{dV_m}{dt} = k(V_m - V_r)(V_m - V_t) - U_m + I_b + I_{syn}, \\ \frac{dU_m}{dt} = a(b(V_m - V_r) - U_m), \end{cases}$$


если  $V_m \geq V_{peak}$ , то

$$\begin{cases} V_m = c, \\ U_m = U_m + d. \end{cases}$$


В отличие от первых двух моделей модель Ижикевича более полно рассматривает каждый нейрон, основываясь на синаптическом токе (в расчёт берутся все входные данные).

### 4. Ансамбль нейросетей Байеса (MDA - модели)

$$P_{gN} = 1 / \left[ 1 + \exp(-\hat{Y}_g(\mathbf{x}_{gN})) \right]$$

$$F: \mathbf{x} \in R^{(n)} \rightarrow \hat{Y} \in R^{(1)}$$

$$\hat{Y}(\mathbf{x}, t) = F(\mathbf{x}, W, t).$$

MDA-модели рассматриваются как модели для определения банкротства [2]. В данном случае высчитывается вероятность банкротства компании.

Среди основных достоинств ИНС как моделей можно выделить работу на неполных данных, самообучение, а также графический вывод не только самой сети, но и её составляющих, а большинство её недостатков легко корректируются первоначальной корреляцией данных или работой в комплексе с другими моделями, что повышает её эффективность с 81 до 94 % [4].

### Литература

1. Нейронные сети: учебник / под ред. М.Б. Беркинблит. М.: МИРОС: ВЗМШ РАО, 1993. 96 с.
2. Савельев А.В. На пути к общей теории нейросетей. К вопросу о сложности // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2006. № 4–5. С. 4–14.
3. Соловьёв Ю.С., Греков Т.И. Моделирование экономических процессов с применением нейросетевых технологий // Вестн. Томск. гос. ун-та. 2009. Вып. 1. 10 с. (Сер.: «Управление, вычислительная техника и информатика»).
4. Чен С., Кован Ф.Н., Грант П.М. Обучающий алгоритм проецирования метода наименьших квадратов для искусственных нейронных сетей // IEEE Transactions on Neural Networks. 1991. Vol. 2. № 2. С. 15–23.

## СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В.Н. Никитина, доцент А.Г. Кулагина  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Эффективное развитие предприятия в современных условиях практически невозможно без регулярного привлечения внешних инвестиций. Этому должна способствовать, на наш взгляд, положительная динамика интегральной оценки инвестиционной привлекательности предприятия.

Рассматривая инвестиционную привлекательность предприятия как обобщенный критерий оценки предприятия в смысле альтернативы вложения капитала, нами выделены пятнадцать наиболее значимых, с нашей точки зрения, показателей, оказывающих влияние на уровень инвестиционной привлекательности промышленного предприятия. По смысловому содержанию выделенные показатели разделены на пять блоков.

Информационной базой проводимых в нашем исследовании расчетов являются преобразованный бухгалтерский баланс и отчет о прибылях и убытках действующего предприятия. Проводимые исследования основывались на стандартизованных значениях показателей исследуемого предприятия.

Методика оценки инвестиционной привлекательности предприятия в настоящем исследовании состоит из двух этапов [1, 2].

На первом этапе нами определены весовые коэффициенты показателей в разрезе каждого из выделенных ранее блоков. Таким образом сформированы потенциальные функции блоков

$$\begin{aligned}y_1 &= 0,45z_{11} + 0,27z_{21} + 0,28z_{31} \\y_2 &= 0,13z_{12} + 0,14z_{22} + 0,07z_{32} + 0,66z_{42} \\y_3 &= 0,68z_{13} + 0,26z_{23} + 0,06z_{33} \\y_4 &= 0,2z_{14} + 0,32z_{24} + 0,39z_{34} + 0,09z_{44} \\y_5 &= 0,23z_{15} + 0,25z_{25} + 0,23z_{35} + 0,29z_{45}\end{aligned}$$

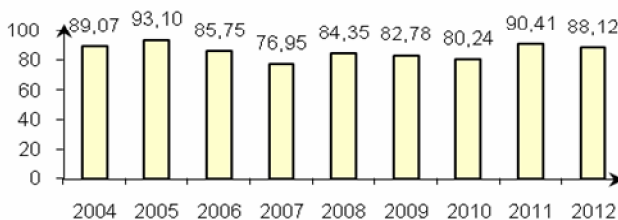
На основе потенциальных функций рассчитаны значения каждого блока.

На втором этапе исследования, основываясь на значениях потенциальных функций первого этапа, нами определены весовые коэффициенты блоков и обобщенная потенциальная функция

$$y_2 = 0,14y_1 + 0,17y_2 + 0,55y_3 + 0,09y_4 + 0,06y_5.$$



Интегральная оценка инвестиционной привлекательности предприятия рассчитана по построенной потенциальной функции за период 2004-2012 гг. (рисунок).



Уровень инвестиционной привлекательности предприятия

Из проведенного нами анализа следует, что уровень инвестиционной привлекательности исследуемого предприятия в целом стабилен. На основе рассчитанных весовых коэффициентов показателей можно выработать меры по повышению уровня инвестиционной привлекательности исследуемого предприятия. Предлагаемую методику целесообразно использовать для оценки инвестиционной привлекательности предприятий одной отрасли с целью их сравнительной характеристики.

#### Литература

1. Джурабаева Г.К. Методология оценки инвестиционной привлекательности промышленного предприятия // Изв. Ураль. гос. экон. ун-та. 2005. № 10. С. 64–72.
2. Шаланов Н.В. Математическая экономика. Новосибирск: НГИ, 2005.

## МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ В АНАЛИЗЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

А.В. Евдокимов, ст. преподаватель А.Б. Исаев  
Филиал ЧГУ (г. Алатырь)

В XXI веке мир переживает информационный бум, поэтому в настоящее время требуются новые методы анализа и получения нужной информации. Проблема обработки больших данных (Bigdata) встаёт как никогда остро в информационном веке.

Цель работы – найти наиболее удобный метод обработки больших данных для получения максимальной информативности модели при минимальном искажении фактов, оценить перспективы данного на-

правления. Задачи: рассмотреть метод главных компонент, выявить недостатки, предложить решение проблем, представить действующую модель использования метода при анализе данных на примере урбанизированной территории.

Основные преимущества метода главных компонент:

1) сжатие объёмов информации происходит с минимальными потерями;

2) полученные в результате обработки модели, как правило, имеют наглядное лаконичное представление, что повышает информативность результатов обработки для рядовых пользователей и упрощает анализ;

3) применение метода главных компонент позволяет избежать мультиколлинеарности.

Суть метода заключается в значительном сокращении числа переменных до существенно влияющих факторов (главных компонент). В ходе выполнения работы была построена матрица, элементами которой являлись отклонения результатов наблюдений над  $n$  переменными от соответствующих средних (в качестве переменных были рассмотрены запросы пользователей сети Интернет по теме «Общественный транспорт», «Питание» и др.).

После построения матрицы дисперсий и определения ковариаций объясняющих переменных были выделены главные компоненты, с помощью которых была произведена оценка параметров регрессии.

Применение метода главных компонент для анализа больших данных в условиях урбанизированной территории (города) позволило установить основные характеристики запросов в сети Интернет, касающихся функционирования городских территорий, и снизить разнородность полученных данных с наименьшими потерями информации, что имеет большое значение для применения рассмотренного метода при построении прогнозных оценок развития и управления урбанизированными территориями.

## ЛЕМНИСКАТА БЕРНУЛЛИ

Р.Е. Навошин, ст. преподаватель Л.В. Пшеничная  
Филиал ЧГУ (г. Алатырь)

Лемниската Бернулли – плоская алгебраическая кривая, определяется как геометрическое место точек, произведение расстояний от которых до двух заданных точек (фокусов) постоянно и равно квадрату

половины расстояния между фокусами. Лемниската по форме напоминает восьмёрку или символ бесконечности



Название происходит от греч. λημνίσκος (лемнискос) – лента, повязка. В Древней Греции лемнискатой называли бантик, с помощью которого прикрепляли венок к голове победителя на спортивных играх. Данный вид лемнискаты назван в честь швейцарского математика Якоба Бернулли, положившего начало её изучению.

Рассмотрим простейший случай: если расстояние между фокусами равняется  $2c$ , расположены они на оси  $OX$ , и начало координат делит отрезок между ними пополам, то получим формулы лемнискаты в прямоугольных координатах

$$(x^2 + y^2)^2 = 2c^2(x^2 - y^2).$$

Лемниската Бернулли является частным случаем овала Кассини при  $a = c$ , синусоидальной спирали с индексом  $n = 2$  и лемнискаты Бута при  $c = 0$ , поэтому она наследует некоторые свойства этих кривых.

В качестве примера компьютерного построения лемнискаты, была написана программа на языке Pascal

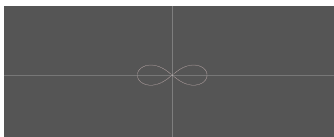
```
uses graph;
var xc,yc,x1,y1,y2,m:integer;
    x,y,c:real;
begin
  writeln('Ÿr#EBr c:');
  readln(c);
  writeln(c,Ÿr#EBr ~ ив Ÿ:');
  readln(m);
  xc:=0;
  initgraph(xc,yc,'');
  xc:=getmaxx div 2; // x жr-ва
  yc:=getmaxy div 2; // y жr-ва
  line(0,yc,2*xc,yc); // <E-Eп x
  line(xc,0,xc,2*yc); // <E-Eп y
  //c:=1;

  x:=-c*sqrt(2);
  //m:=100; // ъ ив Ÿ
  while x<=c*sqrt(2) do
  begin
    if sqrt(c*c*c*c+4*x*x*c*c)-x*x-c*c >= 0 then
    begin
      y:=sqrt(sqrt(c*c*c*c+4*x*x*c*c)-x*x-c*c);
      x1:=xc+round(x*m);
      y1:=yc-round(y*m); // Ÿrae
      y2:=yc+round(y*m); // -EŸ
      putpixel(x1,y1,12); // гае-пп з бвм
      putpixel(x1,y2,12); // кЕ!-пп з бвм
    end;
    x:=x+0.001;
  end;
  readln
end.
```

Программа строит лемнискату по формуле

$$y = \pm \sqrt{\sqrt{c^4 + 4x^2c^2} - x^2 - c^2}.$$

В программу вводим  $c$  и масштаб, в результате получаем вывод лемнискаты (рисунок).



Вывод лемнискаты

## ТЕСТИРОВАНИЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

А.И. Федосеева, преподаватель Н.А. Фирсова  
Алатырский технологический колледж

Проверки знаний в виде теста являются одной из основных форм массового контроля в системе образования. Но тестирование часто критикуют за то, что для большинства заданий закрытого типа существует вероятность случайного угадывания правильного ответа. Можно ли предвидеть результаты тестирования, опираясь на законы и формулы теории вероятностей?

Цель работы – определить вероятность угадывания числа правильных ответов при тестировании. Предмет исследования – результаты тестовых опросов. В работе рассматриваются тесты с четырьмя альтернативами и одиночным выбором ответа.

Результаты вычисления показали, что из десяти вопросов с четырьмя альтернативами вероятнее всего угадать два или три ответа, (28 и 25 % соответственно). Суммарная вероятность угадать не менее половины ответов равна 0,078, или 7,8 %, т.е. только 7-8 человек могут справиться с такой задачей. Если положительная оценка ставится не менее чем за шесть правильных ответов из десяти, то вероятность получить хотя бы тройку не превышает 0,02, или всего 2 %.

Группе студентов из 50 человек был предложен тест, состоящий из 10 вопросов. 34 % опрошенных угадали три ответа из десяти, что совпадает с теоретическими расчетами. Пять и более ответов угадали всего 4 человека – 8 % тестируемых. Никто из опрошиваемых ни разу не угадал более семи ответов. Вычисления по формуле показали, что начиная с 6-го вопроса вероятность угадывания становится около 1 %.

Сравнивая результаты опроса с вычислением по формулам, можно сделать следующие выводы:

- вероятнее всего угадать 2-3 ответа из десяти;

- с увеличением числа тестовых вопросов уменьшается вероятность их угадывания;
- результаты опроса и вычислений близки по значениям и подчиняются биномиальному распределению;
- суммарная вероятность угадать 5-6 или более ответов из 10, не зная ни одного ответа, равна 7,75 %;
- суммарная вероятность угадать 5-6 или более ответов из десяти, зная всего один ответ, составила 16,6 %, т.е. увеличивается почти в два раза – 16,6 %.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ

Д.А. Шишуев, доцент Р.В. Федоров  
Филиал ЧГУ (г. Алатырь)

При решении научных и инженерно-технических задач часто возникает необходимость математически описать какую-либо динамическую систему. Оптимальным в этом случае является описание задачи в виде дифференциальных уравнений с заданными начальными условиями (задача Коши). Наиболее часто такая задача возникает при решении проблем, связанных с моделированием различных физических, химических, экономических и других процессов. Для ускорения процесса вычисления на практике часто используют численные методы решения задачи Коши.

Наличие большого количества численных методов решения задачи Коши требует их сравнительной оценки с целью определения наиболее эффективного метода с точки зрения экономного использования ресурсов ЭВМ, а также быстроты достижения требуемой точности решения.

Для решения поставленной задачи построена математическая модель, разработан алгоритм и реализован программный продукт сравнительной оценки наиболее популярных на практике численных методов решения задачи Коши.

Основой математической модели является итерационное уменьшение шага интегрирования дифференциального уравнения до достижения требуемой точности решения задачи Коши.

Для разработки программного продукта использовалась интегрированная среда разработки Borland Delphi 7.

Программный продукт позволяет для дифференциального уравнения первого порядка с заданными начальными условиями определить наиболее оптимальный с точки зрения указанных выше критериев численный метод решения.

Разработанный программный продукт полезен при изучении численных методов решения задачи Коши в курсе дисциплин «Вычислительная математика», «Методы приближенных вычислений» и «Численные методы».

## ПОЛУЧЕНИЕ АНИОННЫХ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ДИСПЕРСИЙ

Э.Ш. Байгускарова, К.В. Голованова, А.А. Табачков,  
профессор Л.А. Зенитова

Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Разработка полиуретановых (ПУ) материалов – одно из приоритетных направлений в химии и технологии полимеров. Необходимость в экологически безопасных продуктах и процессах определила их развитие в области водоразбавляемых ПУ пленкообразующих полимеров. Качество покрытий, получаемых на их основе, в большинстве областей не уступает традиционным органорастворимым ПУ материалам [1].

Известно много методов синтеза водных полиуретановых дисперсий (ПУД). Наиболее распространенный – двухстадийный, где на первой стадии из полиолов и изоцианатов синтезируют низкомолекулярный предполимер, а на второй – предполимер диспергируют в воде, производя далее удлинение цепи [2]. Для осуществления диспергирования и стабилизации ПУ в воде в его цепочку вводят ионные агенты. Для лучшей гидрофилизации используют ионные агенты анионного типа, например, низкомолекулярные диолы, содержащие карбоксильные группы. Использование нейтрализующих агентов, в качестве которых выступают третичные амины или щелочи, позволяет улучшить их растворимость в воде [3].

Нами получены водные ПУД анионного типа с применением в качестве иономера диметилпропионовой кислоты, нейтрализующего агента – диметилэтанолamina, удлинителя цепи – бутандиола-1,4. Физико-химические характеристики полученных водных ПУД представлены в таблице. Синтезированные ПУД обладают хорошими физико-химическими характеристиками и не уступают зарубежным аналогам.

Физико-химические характеристики  
полученных водных ПУД

Характеристика	Водная ПУД (наша технология)	Dispercoll u 56 (Bayer)
Диаметр частиц, нм	30-90	30-120
Сухой остаток, %	45±10	40 ± 1
Вязкость, мПа·с	300-600	50 - 900
рН	7,5±2	7,5 ± 1,5
Поверхностное натяже- ние, мН/м	45-50	47,1

Литература

1. Водные ПУ, акрил-ПУ-дисперсии и системы [Электрон. ресурс]. Режим доступа: [http://macro-mer.ru/catalog/Vodnie\\_PU\\_\\_akril\\_PU\\_\\_dispersii\\_i\\_sistemi/](http://macro-mer.ru/catalog/Vodnie_PU__akril_PU__dispersii_i_sistemi/).
2. Мищенко А.А. Разработка экологически эффективной полиуретановой дисперсии для водостойких покрытий: Дис. М., 2014. 28 с.
3. Водные полиуретановые дисперсии и применение их в качестве клея / В. Арндт, В. Хеннинг, Ю. Майкснер, Т. Мюнцмай, Р. Вернер. Пат. РФ № 2385331, МПК C2 C08G18/10. Заявлено 20.06.08; опубл. 27.03.08. БИ № 9.

**ВЛИЯНИЕ ТИПА ВУЛКАНИЗУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ  
НА СВОЙСТВА ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ВУЛКАНИЗАТОВ**

Р.Д. Бармаков, В.И. Тайорова, А.Э. Шарипов, Е.В. Новикова  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Динамическая вулканизация – вулканизация одного полимера, находящегося в расплавленном состоянии, при смешении с другим полимером или другими полимерами. Сначала полимеры тщательно перемешиваются при высокой скорости смешения и температуре, превышающей температуру плавления термопласта, а затем при дальнейшем смешении частицы каучука становятся поперечно сшитыми, а термопласт остается линейным. Полученный материал – динамически вулканизованный термоэластопласт (ДТЭП) – сочетает в себе свойства термопластов при переработке и вулканизованных каучуков – при эксплуатации. Варьируя соотношение каучуков и термопластов, тип и дозировку вулканизирующего агента, можно получить материал с требуемым уровнем свойств.

Для вулканизации каучуковой фазы ДТЭП наиболее частое применение находят эффективные сероускорительные, а также пероксидные и смоляные вулканизирующие системы.

В рамках настоящего исследования в составе ДТЭП на основе полипропилена начаты исследования серных и пероксидных вулканизирующих систем. Для серной вулканизации была выбрана известная рецептура на основе сульфенамида Ц, а для пероксидной – наиболее часто используемая комбинация пероксидов с эффективным совулканизирующим агентом триаллилциануратом. ДТЭП изготавливались и затем экструдировались по установленному режиму. Свидетельством протекания процесса динамической вулканизации каучуковой фазы является увеличение крутящего момента после ввода вулканизирующей группы.

Согласно предварительным испытаниям, использование различных по механизмам действия вулканизирующих систем позволяет обеспечить вулканизацию каучуковой фазы ДТЭП. Это позволит в дальнейшем выбрать вулканизирующую систему, наиболее подходящую для периодического и непрерывного процессов динамической вулканизации термоэластопластов, в том числе при компаундировании на двухшнековых экструдерах.

## СИНТЕЗ [2-N-ЭТИЛ-2-N-(4-(4-СУЛЬФАМОИЛФЕНИЛ)- ДИАЗЕНИЛФЕНИЛ)АМИНОЭТИЛ]ДИМЕТИЛФОСФАТА

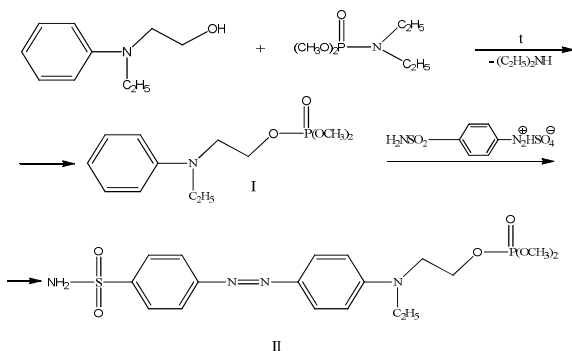
Д.А. Безгин, доцент М.П. Осипова, доцент Т.В. Васильева  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Продолжают оставаться актуальными исследования, направленные на получение высокоэффективных сульфаниламидных препаратов. Наличие первичной ароматической аминогруппы в сульфаниламидах позволяет им вступать в реакции азосочетания с аминными, фенольными, другими СН-кислотными компонентами, конденсироваться с альдегидами, кетонами, изоцианатами, нитрозосоединениями, увеличивая при этом число функциональных групп, позволяющих проводить различные модификации, изменять фармакологическую активность.

В связи с этим представляет интерес синтез потенциально биологически активных фосфорсодержащих азокрасителей на основе сульфаниламидов и фосфорилированного N-этил-N-гидроксиэтиланилина. Фосфорилирование последнего по гидроксильной группе проводили диметилдиэтиламидофосфатом при кипячении в сухом толуоле. Про-



цесс протекает как нуклеофильное замещение у атома фосфора с удалением диэтиламина и образованием N-этил-N-2-фениламиноэтилдиметилфосфата (I). Азосочетание (I) с диазотированным белым стрептоцидом в слабокислой среде при 5-10 °С приводит к красному фосфорсодержащему азокрасителю – [2-N-этил-2-N-(4-(4-сульфамойл-фенил)-дiazенилфенил)аминоэтил]диметилфосфату (II),  $\lambda_{\text{макс}} = 510 \text{ нм}$ :



Сочетание в красителе (II) сульфамидной, азо-, алкилариламинофосфатной групп позволяет ожидать проявление им бактерицидных свойств.

## СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НОВЫХ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ

Р.Р. Вафин, профессор И.Н. Бакирова  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Разработан способ получения нового полиуретанового термопласта, предусматривающий использование в качестве удлинителя цепи ароматического диола.

Установлено, что замена алифатического удлинителя цепи на ароматический приводит к получению аморфных термопластичных полиуретанов, что обусловлено введением в их жесткий блок дополнительного количества ароматических ядер, гибких  $\text{C}_{\text{Ph}}\text{-O-C}$  и боковых метильных заместителей, нарушающих упорядоченность упаковки олигоэфирного блока.

Замена в рецептурах полиуретановых термопластов удлинителя цепи 1,4-бутандиола на ароматический диол приводит к уменьшению

значений твердости, резкому сокращению остаточных деформаций, а также повышению прочности полимера.

Показана возможность использования синтезированных ТПУ в качестве гидроксилсодержащего компонента при получении клеевых композиций бытового назначения.

Изучено влияние рецептурных и технологических параметров на свойства полученных клеевых композиций. Установлено, что разработанные составы являются клеями холодного отверждения и по свойствам не уступают промышленным аналогам.

## ВЛИЯНИЕ НАНОУГЛЕРОДА НА СВОЙСТВА ДИНАМИЧЕСКИ ВУЛКАНИЗОВАННЫХ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ

И.И. Вахитов, Р.Р. Миннегалиев, Р.В. Карпунин,  
К.А. Семенов, О.А. Панфилова  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

В настоящее время разработка и исследование полимерных композитов с нанонаполнителем из наночастиц является перспективным направлением развития современной науки. Отличительной особенностью наночастиц является намного большее, чем у объемных материалов обычных размеров, отношения площади поверхности к объему. Уменьшение размера частиц и высокоразвитая поверхность изолированных наночастиц очень сильно увеличивает их реакционную способность и химическую активность.

Для технологии изготовления эластомерных материалов и придания им новых свойств наиболее перспективными являются нанобъекты с новой организацией структуры углерода – фуллерены, нановолокна, нанопорошки, углеродные нанотрубки. Углеродные нанотрубки (УНТ) – это кристаллическая форма углерода, представляющая собой цилиндры диаметром 0,5-50 нм и длиной до 100 мкм, которые могут быть одно- и многослойными.

Известно, что большинство наноструктурных частиц в высокой степени агрегировано, поэтому необходимым условием успешного сочетания нанотрубок и полимеров является максимально однородное распределение частиц наполнителя в матрице. Особенно затруднено распределение УНТ вследствие высокой поверхностной энергии и большого отношения длины к диаметру.

Нами начаты исследования одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ) производства компании OCSiAl (г. Новосибирск) (нанотрубки Tuball, внешний средний диаметр  $1,8 \pm 0,5$  нм, длина  $>5$  мкм, удельная поверхность  $532 \text{ м}^2/\text{г}$ ) в составе динамически вулканизованных термоэластопластов (ДТЭП).

ДТЭП на основе полярных и неполярных каучуков и полипропилена были изготовлены в двухроторном смесителе.

Оценивались упруго-прочностные, термические свойства композиций, а так же стойкость к действию агрессивных сред. Отмечено небольшое повышение прочности с одновременным снижением эластичности, улучшение термических свойств, снижение набухаемости в бензине и моторном масле.

## СТОЙКОСТЬ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ АРОМАТИЧЕСКОГО ДИОЛА К ДЕЙСТВИЮ ХИМИЧЕСКИХ СРЕД

Н.В. Галкина, профессор И.Н. Бакирова  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

В процессе эксплуатации материалы часто подвергаются воздействию различных эксплуатационных факторов, в частности, воды и промышленных агрессивных сред, в результате чего возникает коррозия металлических поверхностей. Наиболее простой и доступной защитой от коррозии является нанесение покрытий на основе лакокрасочных материалов.

Синтезирован полиуретановый (ПУ) лак, названный УР-ДФП-1, предусматривающий использование в качестве удлинителя цепи ароматического диола – 2,2-бис-[4-(2-гидроксиэтокси)-фенил]-пропана. Проведена оценка стойкости разработанного ПУ лака к действию различных химических сред.

Исследования включали изучение степени набухания ПУ пленок, полученных на основе лакокрасочной композиции в сравнении с поведением промышленных образцов в аналогичных условиях. В качестве сред для наблюдения были выбраны дистиллированная вода, моторное масло, бензин (торговая марка «Галоша») и нефть (Татарстан, Ромашкинское месторождение). В качестве объектов сравнения использовали широко применяемые СКУ-ПФЛ и Лаптекс. Время экспозиции – 1 год.

Работы по исследованию химической стойкости ПУ пленок проводились при комнатной температуре. Для оценки набухания испытуемые образцы выдерживались в средах в течение заданных интервалов времени до установления равновесной степени набухания.

Исследование кинетики набухания пленок в различных углеводородных растворителях показало, что предлагаемое покрытие обладает высокой маслостойкостью. Равновесная степень набухания данной композиции не превышает 1 %, в то время как для пленок из УР-СКУ-ПФЛ и Лаптекс в бензине она достигает 8,5 и 7,9 %, трансформаторном масле 19,5 и 6,3 %, а в нефти – 17,5 и 3,5 % соответственно (таблица).

Пленки на основе ароматического диола, также характеризуются отличной гидролитической стойкостью, превосходящей промышленные аналоги Лаптекс и СКУ-ПФЛ в 5 раз (таблица).

Стойкость покрытий к действию различных химических сред

Плёнка на основе лака	Равновесная степень набухания в различных средах, %:			
	вода	бензин	нефть	трансформаторное масло
УР-ДФП-1	<0,5	<0,5	<1	<1
Лаптекс	2,6	7,9	3,5	6,3
УР-СКУ-ПФЛ	2,5	8,5	17,5	19,5

Таким образом, анализ полученных данных дает возможность рекомендовать синтезированную ПУ композицию УР-ДФП-1 в качестве материала для получения антикоррозионного и топливостойкого покрытия.

## РЕГУЛИРОВАНИЕ РАСТВОРИМОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА

В.М. Гематдинова, Ю.Д. Сидоров  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Поливиниловый спирт (ПВС) достаточно широко применяется в различных отраслях промышленности: в пищевой – в качестве загустителя, в текстильной – для аппретирования тканей, в медицинской –

для изготовления гигиенических средств, в полиграфии – для шелкографии и т.д. На основе композиций, содержащих ПВС, изготавливаются водорастворимые пленочные материалы, используемые для упаковки шампуней, моющих средств, а также для технических целей.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью создания водорастворимых пленочных материалов с регулируемым временем растворения.

Целью настоящей работы является разработка технологии изготовления пленок на основе композиций содержащих ПВС и обладающих различной скоростью растворения в воде.

Известно, что растворимость полимеров в значительной степени определяется их внутренней структурой. Сшивание макромолекул полимеров, способствует снижению их растворимости, так как в процессе сшивания образуется развитая трехмерная пространственная структура [1, 2]. В качестве сшивающих агентов для ПВС использовали формальдегид, натрий тетраборнокислый и калий двухромовокислый.

Результаты экспериментов показали, что введение этих соединений в композиции, содержащие ПВС, позволяет значительно увеличить время растворимости формируемых из этих композиций пленок.

#### Литература

1. Ушаков С.Н. Поливиниловый спирт и его производные. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 1, 2.
2. Розенберг М.Э. Полимеры на основе поливинилацетата. Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1983.

## ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РЕАКЦИЙ СПИРТОВ С ИЗОЦИАНТАМИ

Д.О. Гнездилов, доцент А.Я. Самуилов, профессор Я.Д. Самуилов  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Полиуретаны (ПУ) являются одним из важнейших видов высокомолекулярных соединений. ПУ в настоящее время используются практически во всех отраслях народного хозяйства. Фактором, препятствующим более широкому использованию ПУ, является их пониженная термическая стабильность.

Повышению термической стабильности ПУ посвящено множество исследований. Тем не менее эта проблема еще далека от своего решения. Среди наиболее доступных и эффективных способов повышения термостабильности ПУ является введение в их состав различных фенольных соединений (ФС), характер воздействия которых на термическое поведение полимерного материала до настоящего времени неясен.

Как указывалось в литературном обзоре, термическая устойчивость полиуретанов возрастает в присутствии ФС. Причины этого явления пока оставались неизвестными. Нами были высказаны предположения о том, что, может быть, что фенолы из-за особенностей их механизма взаимодействия с изоцианатами приводят из-за наличия побочных направлений к получению каких-либо соединений, способных выступать в роли термостабилизаторов.

На данном этапе работы нами была принята попытка исследования взаимодействия спиртов с изоцианатами методом УФ-спектроскопии. Этот метод был выбран из-за удобного расчета кинетических параметров из уравнения Бугера – Ламберта – Бера. Но в ходе исследований мы столкнулись с проблемой перекрытия необходимых длин волн комплексами, образующимися при взаимодействии растворителя и изоцианата. В качестве растворителя использовался гексан.

Вследствие чего нам пришлось использовать в качестве детектора ИК-спектрометр и подбирать другой растворитель. На данный момент нами получены константы реакции для ряда температур.

## ВЛИЯНИЕ КОРОННОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК

А.Ю. Григорьев, доцент А.А. Ефремова  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Многослойные полимерные пленки в настоящее время, активно используется для упаковки различных видов продуктов: сырных, мясных, рыбных, кондитерской продукции, специй, кофе и многого другого. Такая упаковка обеспечивает длительную сохранность упакованной продукции, удобство использования и транспортировки, отличный товарный вид [Лит.].

Условия рынка требуют, чтобы упаковка выполняла не только защитные функции, но и выделяла продукт среди большого количества конкурентов. Качественная полноцветная печать, которая наносится непосредственно на полимерную пленку, дает возможность получить яркую индивидуальную упаковку. Полимерные пленки представляют собой химически инертные и невосприимчивые поверхности с низким поверхностным натяжением. Поэтому они не могут обеспечить требуемый уровень адгезионного взаимодействия с печатными красками, клеями и другими адгезивами без дополнительной активации поверхности. Наиболее распространенным методом активации является коронный разряд, главным преимуществом которого является его совместимость как с технологией изготовления пленки, так и с технологией печати.

В работе изучено влияние параметров коронной обработки на поверхностные свойства однослойных полиолефиновых пленок различной толщины и многослойных термоусадочных барьерных пленок. Оценена длительность сохранения эффекта коронной обработки для всех исследуемых полимерных пленок. Изучена структура многослойных полимерных пленок с помощью цифрового микроскопа, который позволяет определить толщину и сплошность отдельных слоев, что особенно важно для барьерных свойств пленок.

#### Литература

Загидуллин А.И., Гарипов Р.М., Хасанов А.И. и др. // Вестн. Казан. технол. ун-та. 2014. № 17, 7. С. 160–162.

### ВЛИЯНИЕ НАНОУГЛЕРОДА НА ПРОЦЕСС ВУЛКАНИЗАЦИИ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНЫХ КАУЧУКОВ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ

А.Д. Дементьев, А.А. Павлова, Р.В. Карпунин,  
К.А. Семенов, О.А. Панфилова  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Современная шинная промышленность связана с постоянным совершенствованием технологий производства и рецептур резиновых смесей. Помимо высоких требований по прочности и износостойкости, в настоящее время на первое место выходит требование к упруго-гистерезисным характеристикам. Наиболее благоприятное сочетание

этих свойств обеспечивает использование в протекторных резиновых смесях бутадиен-стирольных каучуков растворной полимеризации и кремнекислотных наполнителей.

Вариантом улучшения свойств полимерных композиционных материалов является использование наноразмерных наполнителей, в частности углеродных нанотрубок (УНТ). Отличительной особенностью наночастиц является намного большее, чем у объемных материалов обычных размеров, отношения площади поверхности к объему. Уменьшение размера частиц и высокоразвитая поверхность изолированных наночастиц очень сильно увеличивает их реакционную способность и химическую активность.

В рамках данной работы начаты исследования одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ) производства компании OCSiAl (г. Новосибирск) (нанотрубки Tuball, внешний средний диаметр  $1,8 \pm 0,5$  нм, длина  $> 5$  мкм, удельная поверхность  $532 \text{ м}^2/\text{г}$ ) в составе вулканизатов протекторных резиновых смесей на основе растворных бутадиен-стирольных каучуков, отличающихся содержанием 1,2-структур в бутадиеновых звеньях, и каучука эмульсионной полимеризации.

На первом этапе исследований для оценки поведения каучуков на стадии вулканизации были изготовлены резиновые смеси, содержащие эффективную серно-ускорительную систему. Вулканизационные характеристики полученных смесей определялись на сдвиговом реометре Monsanto 100S при температуре  $160^\circ\text{C}$ .

Показано, что ОУНТ в исследуемой дозировке не оказывают существенного влияния на вулканизационные характеристики.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЗОТА И ФОСФОРА В МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЯХ

Е.А. Дубынина, М.А. Шишликова, доцент Н.Н. Ященко  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Минеральные удобрения – источник различных питательных элементов для растений, в первую очередь азота, фосфора и калия, а затем кальция, магния, серы, железа. Известна значительная положительная роль удобрений на урожайность и качество растениеводческой продукции, плодородие почв и улучшение экологической ситуации. Вместе с этим возможны и негативные воздействия их на растения, почву и другие объекты окружающей среды в случаях недостатка или избытка.



В зависимости от содержащегося азотного соединения азотные удобрения подразделяются на три группы: нитратные, аммонийные, амидные удобрения.

Фосфорные удобрения по растворимости делятся на три группы: водорастворимые, цитратно- и лимоннорастворимые и труднорастворимые удобрения.

Для определения азота применяются методы титрования, фотометрии и прямой потенциометрии. Наиболее удобен в использовании метод прямой потенциометрии, основанный на определении содержания азота с помощью ион-селективных электродов. Для определения нитратов использовали нитрат-селективный; для  $\text{NH}_4^+$  – аммоний-селективный электроды. В качестве электрода сравнения использовали хлорсеребряный электрод. Перед работой индикаторные электроды калибровали по стандартным растворам.

Для определения фосфора используются методы фотометрии, титриметрии и гравиметрии. Так как содержание фосфора в минеральных удобрениях значительное (более 15 %), то оптимальным способом является титриметрия. Титриметрический метод основан на осаждении фосфатов молибдатом аммония. Полученный осадок фосформолибдата аммония растворяли в щелочи, избыток которой оттитровывали азотной кислотой в присутствии фенолфталеина.

Как показали экспериментальные данные содержание азота и фосфора в минеральных удобрениях соответствует нормативной документации.

## БИОРАЗЛАГАЕМЫЙ УПАКОВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

И.В. Захаров, Ю.Д. Сидоров  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

В настоящее время около 99 % всех полимерных материалов, применяемых для изготовления тары и упаковки, производится из невозобновляемых сырьевых источников. Увеличение стоимости нефтепродуктов, рост обеспокоенности населения в связи с выбросами парниковых газов, а также экологические проблемы усилили заинтересованность в биоразлагаемых полимерных материалах из растительного возобновляемого сырья [1].

Актуальностью работы являлось создание биоразлагаемого упаковочного материала, конкурентоспособного с полиэтиленом.

Исследования набухаемости плёночных материалов показало, что все образцы характеризуются ограниченным набуханием в водных растворах, но при содержании воды в слое (15-20 %) снижаются физико-механические свойства [2].

Все образцы наших материалов характеризуются более высоким значением предела прочности при растяжении по сравнению с полиэтиленом низкого давления (ПНД) и достигают 41 МПа, без сшивки. Опыты показали, что относительное удлинение полиэтилена всего на 5 % выше значения наших пленок.

Все образцы пленок из наших композиций могут подвергаться окрашиванию пищевыми красителями, а также обладают лучшими антистатическими свойствами по сравнению с ПНД марки П-4007-Э.

Паропроницаемость образцов пленок находится в диапазоне (2,4 – 5,4) г/дм<sup>3</sup>.

Разработанный материал не содержит токсичных примесей и может найти применение для упаковки пищевых продуктов. Использование такого материала позволит значительно улучшить экологическую обстановку, а также повлиять на энергоресурсосбережение нашей страны.

#### Литература

1. Власов С.В. Биоразлагаемые полимерные материалы // Полимерные материалы. 2006. № 7. С. 23–26.
2. Буряк В.П. Биополимеры – настоящее и будущее / В.П. Буряк // Полимерные материалы. 2005. № 11. С. 8–12.

## ПЛАСТИФИКАЦИЯ ПЛЁНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАКРИЛАМИДА

Л.А. Зимагулова, Ю.Д. Сидоров  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Большая доля полимеров, выпускаемых промышленностью, используется для изготовления упаковочных материалов. Полимерная упаковка выбрасывается после использования, и эти отходы подвергают либо захоронению в земле, либо утилизации. Ситуация особенно усугубляется тем, что многие полимеры практически не поддаются биологическому разложению. Поэтому исключительно актуальными

представляются разработка и совершенствование технологий производства биополимеров.

Биополимеры, выпускаемые промышленностью, широкого распространения не получили из-за высокой стоимости, сложности изготовления и неудовлетворительных физико-химических свойств.

Целью работы является создание пленочных материалов на основе полиакриламида.

Пленки на основе полиакриламида для упаковочных целей в настоящее время не применяются ввиду того, что они обладают высокой хрупкостью и жесткостью. Однако использование этого полимера представляет большой интерес вследствие его низкой стоимости, отсутствия вредного воздействия на организм и высокой прочности [Лит.].

Для пластификации пленочных материалов использовали карбамид, сорбитол, этиленгликоль, ортофосфорную кислоту, глицерин, диметилсульфоксид, дисперсию поливинилацетата.

Введение в состав композиции этиленгликоля, диметилсульфоксида и карбамида не позволило получить пленки с удовлетворительной пластичностью. Наилучшие результаты, позволяющие получать пленки на основе полиакриламида с удовлетворительными свойствами, показало использование в композиции глицерина, сорбитола и дисперсии поливинилацетата.

#### Литература

Куренков В.Ф. Водорастворимые полимеры акриламида // Соросов. образоват. журнал. 1997. № 5. С. 48–53.

### Н-ФЕНИЛМАЛЕИНИМИД – ЭФФЕКТИВНЫЙ МОДИФИКАТОР ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ\*

М.В. Иванова, доцент О.А. Коляшнин

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Композиционные полимерные материалы на основе эпксидных олигомеров занимают ведущее положение среди современных конструкционных материалов. Широкое их применение обусловлено возможностью легко регулировать свойства композиций путем подбора

---

\* Исследование выполнено в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России.

системы эпоксидный олигомер-отвердитель. Наряду с достоинствами им присущи некоторые недостатки: заметное снижение прочности с повышением температуры, высокая токсичность продуктов сгорания, заметная усадка композиций при отверждении.

В то же время имиды малеиновой кислоты и их производные представляют повышенный интерес в качестве компонентов полимерных материалов. Имидопласты на основе термореактивных малеинимидных связующие обладают технологичностью эпокси- и фенопластов, перерабатываются традиционными для реактопластов методами на обычном оборудовании. Конструкционные углепластики на основе *бис*-малеинимидов (БМИ) прочнее титановых сплавов вплоть до 230 °С (эпоксидные до 120 °С).

В связи с этим нами была проведена модификация эпоксидной смолы ЭД-20 добавками N-фенилмалеинимида в различных соотношениях. Отверждение проводили полиэтиленполиамином при 100 °С в течение 10 ч. Содержание N-фенилмалеинимида варьировали от 2,5 до 10 масс. ч на 100 масс. ч смолы ЭД-20. Установлено, что введение N-фенилмалеинимида в композицию приводит к значительному возрастанию адгезионной прочности на разрыв сталь к стали (она возрастает в 2,8 раза при введении в композицию 7,5 масс. ч. N-фенилмалеинимида по сравнению с не модифицированным составом). Ударная вязкость по Шарпи при этом возрастает в 1,7 раза.

Полученные результаты показывают, что модификация эпоксидных композиций малеинимидами является эффективным способом существенного улучшения эксплуатационных свойств эпоксидных композиций.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОЛИГОУРЕТАНДИМЕТАКРИЛАТОВ НА СВОЙСТВА РЕЗИН НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКА СИНТЕТИЧЕСКОГО И СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА МЕТИЛСТИРОЛЬНОГО

М.В. Ильин, доцент М.В. Кузьмин  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Стремительное развитие полимерной науки и техники в последнее время приводит к широкому внедрению полимеров в различные отрасли промышленности и народного хозяйства. Полимеры и сополимеры на основе олигоуретанов и метакрилатов обладают важными свойствами: значительной атмосферостойкостью, прозрачностью, стойкостью к старению, эластичностью, водостойкостью, теплостойкостью,

высокими механическими и диэлектрическими свойствами и хорошей адгезионной способностью. Весьма перспективным является использование в резиновой промышленности олигоуретанметакрилатов. В связи с этим целью нашей работы являлось синтез и исследование олигоуретандиметакрилатов с различными молекулярными массами, изучение влияния на структуру и свойства резин на основе БНКС и СКМС.

На первом этапе нами синтезированы олигоуретандиметакрилаты на основе простых полиэфиров молекулярной массой от 400 до 3000, ароматического диизоцианата и монометакрилового эфира этиленгликоля, при этом получены олигомеры с различной молекулярной массой и функциональностью. Свойства полученных олигомеров представлены в таблице.

Наименование и свойства олигоуретандиметакрилатов

Наименование	Марка полиэфира	Выход, %	$d_4^{20}$ , г/м <sup>3</sup>	$\eta$ , Пз·с/см <sup>3</sup>
ОУДМ -1002	Л-402	96	1,1023	10,02
ОУДМ -1652	Л-1052	95	1,095	6,78
ОУДМ - 3913	Л-3003	98	1,063	4,53

На втором этапе синтезированные олигоуретандиметакрилаты были использованы в качестве технологических добавок в резиновые смеси различной природы на основе БНКС и СКМС от 5 до 15 масс. ч. Добавки вводились на этапе приготовления резиновой смеси после введения технического углерода. Установлено, что при введении до 10 масс. ч. ОУДМА 3913 в резину на основе БНКС улучшает такие свойства, как износостойкость резины более чем в 2,5 раза, прочность повышается на 15 % при сохранении эластичности модифицированных резин.

## ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ I-V КЛАССОВ ОПАСНОСТИ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Ю.В. Ильина, К.Б. Михайлова, доцент Т.Г. Константинова  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Сложившаяся в Российской Федерации ситуация в области обращения с отходами ведет к опасному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов, значительному экономическому ущербу и представляет реальную угрозу здоровью

современных и будущих поколений страны. В большинстве случаев отходы просто собираются для захоронения на полигонах и свалках, что ведет к отчуждению свободных территорий в пригородных районах и ограничивает их использование для строительства жилых зданий.

В Чувашской Республике (ЧР) одной из приоритетных задач, требующих безотлагательного решения, является создание системы управления отходами, так как вместимость существующих объектов размещения ТБО в основном исчерпана. Для решения задач по повышению экологической безопасности на территории ЧР разработана республиканская целевая программа «Повышение экологической безопасности Чувашской Республики на 2010–2015 годы». «Рекультивация санкционированной свалки твердых бытовых отходов г. Чебоксары» включена в проект данной программы.

Целью работы являлось определение особенности управления отходами I-V классов опасности на предприятиях Чувашской Республики.

Были проанализированы данные об отходах 11 предприятий ЧР, представленные в проектах норматив образования отходов и лимитов на их размещения (ПНООЛР)». По результатам инвентаризации было определено количество видов отходов (таблица).

Количество отходов различных классов опасности  
на предприятиях Чувашской Республики

Название предприятия	Количество видов отходов					
	Итого	I класса опасности	II класса опасности	III класса опасности	IV класса опасности	V класса опасности
1. ОАО «Акконд»	33	1	1	6	15	10
2. АБС Электро»	12	1	0	3	2	6
3. ОАО «Агрегатный завод»	35	1	0	5	19	10
4. ПМК-52, г. Козловка	32	1	1	4	14	12
5. ЧЭАЗ	25	1	0	3	8	13
6. ОАО «Электром»	35	1	1	5	12	16
7. ТЭЦ - 3	16	1	0	4	1	10
8. ЧХБК	42	1	1	8	17	15
9. Моргауш. молзавод	23	1	1	5	10	6
10. УФСИН, г. Цивильск	24	1	1	2	11	9
11. ЧГУ им. И.Н. Ульянова	37	1	1	4	16	15

В результате основной деятельности на исследуемых предприятиях образуется от 12 до 42 видов отходов различных классов опасности. Из них: I класса опасности – 1 вид; II класса опасности – 8 видов; III класса опасности – до 8 видов; IV класса опасности – до 19 видов; V класса опасности – до 15 видов.

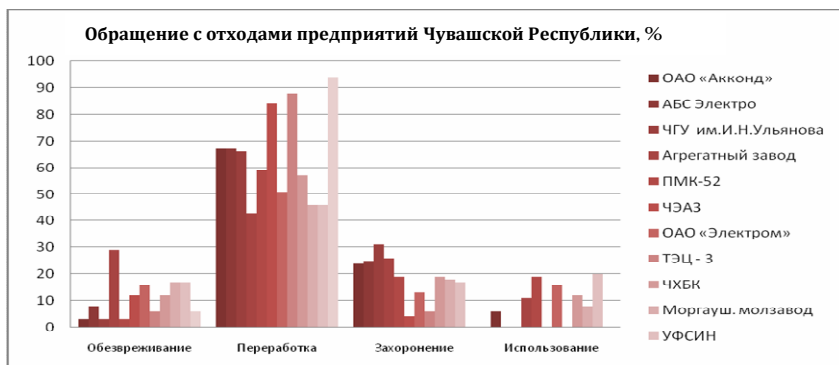
Таким образом, в основном образуются отходы IV и V классов опасности (малоопасные и практически неопасные).

Сведения о передаче отходов другим предприятиям и организациям с целью переработки, обезвреживания и/или захоронения, детально по каждому виду отходов отражены в «Схеме операционного движения отходов» предприятия.

На обезвреживание в НПО «Меркурий» направляются отходы I класса опасности. В НПО «Экология» на переработку передаются отходы II и III классов опасности.

Большая часть отходов IV и V классов опасности (малоопасные и практически неопасные) по договору со специализированными хозяйствами вывозится на захоронение на санкционированные свалки.

Однако анализ образующихся отходов предприятий показал, что практически все виды промышленных или бытовых отходов пригодны для вторичной переработки и последующего использования (рисунок).



Для каждого вида отходов существует индивидуальная технология и оборудование по переработке вторсырья. Так, для осуществления разделения отходов на различные группы материалов применяются различные виды сепарации.

Таким образом, более 45 %, а на отдельных предприятиях до 80 % видов отходов могут быть переработаны и вовлечены в хозяйственный оборот в качестве вторичных источников сырья и энергоресурсов.

Утилизация отходов дает значительный экологический и экономический эффект, позволяет существенно уменьшить техногенную нагрузку на окружающую среду в условиях продолжающегося необратимого сокращения природных ресурсов.

Многостороннее и глубокое решение проблемы утилизации и переработки промышленных отходов, развитие ресурсосберегающих технологий – длительный и кропотливый процесс, которым предстоит заниматься ряду поколений ученых, инженеров, экологов и многих других специалистов.

## ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ГЕРМЕТИКОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО БУТИЛКАУЧУКА

И.В. Имамутдинов, профессор Ю.Н. Хакимуллин,  
доцент Р.Ю. Галимзянова  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

В современном мире герметизирующие материалы на основе высокомолекулярных полимеров или олигомеров применяются во многих сферах человеческой деятельности. Среди множества герметизирующих материалов особую нишу занимают неотверждаемые (невысыхающие) герметики на основе высокомолекулярных каучуков-эластомеров, прямым назначением которых можно считать герметизацию разъёмных соединений. Однако область применения невысыхающих герметиков этим не ограничивается, и они широко используются для герметизации неразъёмных соединений и различного рода стыков и швов.

Недостатком, ограничивающим применение неотверждаемых композиций, является их невысокая прочность, вследствие чего большой интерес представляют отверждаемые на холоде герметики на основе эластомеров. Известно применение двухкомпонентных герметиков на основе бутилкаучука (БК), отверждаемых на холоде. Данные герметики существенно превосходят по физико-механическим свойствам герметики неотверждаемого типа, и находятся на уровне, а порой даже превосходят свойства отверждаемых герметиков на основе реакционноспособных олигомеров. С учетом этого разрабатывались одно-



компонентные отверждаемые герметики на основе модифицированного бутилкаучука.

Изучалось влияние содержания и природы как активных наполнителей – технического углерода (ТУ) марок П-803 и П-324, так и инертных наполнителей (мел, каолин) на физико-механические свойства герметиков на основе модифицированного БК. Было выявлено, что природа и содержание изученных наполнителей не оказывают отрицательного влияния на процессы отверждения. Определено оптимальное содержание каждого из видов наполнителей. Установлено, что герметики, наполненные ТУ марки П-324, обладают более высокими показателями адгезионной и когезионной прочности.

## НЕЗАПОТЕВАЮЩИЕ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ СМЕСИ ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ

А.А. Мельникова, профессор Р.М. Гарипов,  
доцент Н.И. Ли, зав. лабораторией Ф.Б. Балабанова  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

В настоящее время из полимеров изготавливают широкий спектр оптических изделий. Например, одними из них является незапотевающие пленки для противогазов. Актуальность настоящей работы обусловлена необходимостью совершенствования существующих технологий изготовления незапотевающих пленок с целью улучшения эксплуатационных характеристик и снижения материальных и энергетических затрат при их производстве.

Известно, что желатин, применяемый в настоящее время для изготовления незапотевающих пленок, характеризуется достаточно высокими показателями влагоемкости. Однако для получения требуемой работоспособности пленок толщина их должна составлять не менее 100 мкм, что представляет определенные трудности при их изготовлении. Нами предлагается при изготовлении пленки вместо желатина использовать полимерную композицию, в которой часть желатина заменена на продукт взаимодействия желатина и крахмала с акриламином. Такие пленки характеризуются улучшенными эксплуатационными свойствами (влагопоглощение, светорассеяние) и большей работо-

способностью. Кроме того, при их изготовлении значительно снижаются материало- и энергозатраты.

Специфической особенностью желатина является его способность восстанавливать спиралевидную структуру при поглощении влаги, в результате чего он характеризуется высоким влагопоглощением. Также известен ряд других веществ (крахмал, полиакриламид, поливиниловый спирт и т.д.), характеризующихся более высокой степенью влагопоглощения [1-2]. Однако изготовление пленок из них представляет определенные трудности (полиакриламид), либо невозможно (крахмал). Крахмал, как правило, используют в качестве загустителя или наполнителя. Он имеет выраженную водосвязывающую способность в результате клейстеризации, но не обладает пленкообразующей способностью.

Представлялось интересным провести химическую модификацию желатина с использованием веществ, обладающих большой степенью влагопоглощения для повышения гидрофильности полученного соединения [3]. В данной работе получен продукт взаимодействия желатина, крахмала и акриламида, который использовали для изготовления композиций с желатином в различных соотношениях.

У полученных пленок определяли влагопоглощение в соответствии с методикой по ТУ 13-0248633-788-89 и светорассеяние по методике, изложенной в ТУ 3-3.1531-77.

Анализ испытаний пленок, изготовленных на основе полимерных композиций, в которых часть желатина заменена на продукт взаимодействия желатина, крахмала и акриламида показал, что полученные пленки характеризуются улучшенными эксплуатационными характеристиками: влагоемкость слоя увеличивается в 10-12 раз при уменьшении толщины слоя в 2,5 раза по сравнению с контрольным образцом.

#### Литература

1. Куренков А.В. Радикальная сополимеризация 2-акриламидо-2-метилпропансульфоната натрия с акрилатом натрия в растворах: дис. канд. техн. наук // А.В. Куренков. Казань, 2011. 166 с.
2. Аскадский А.А. Химическое строение и физические свойства полимеров // А.А. Аскадский, Ю.И. Матвеев. М.: Химия, 1983. 248 с.
3. Дьяконов А.Н., Завлин П.М. Полимеры в кинофотоматериалах. Л.: Химия, 1991. 240 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА НА СВОЙСТВА РЕАКТИВНЫХ ГЕРМЕТИКОВ НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНДИЕНОВОГО КАУЧУКА И СИЛОКСАНОВЫХ ОЛИГОМЕРОВ

Л.И. Муртазина, профессор Ю.Н. Хакимуллин  
Казанский национальный исследовательской  
технологический университет

Композиционные материалы на основе этиленпропилендиенового каучука (СКЭПТ) отличаются устойчивостью к действию термоокислительного и атмосферного старения, обладают высокой химической стойкостью к различным агрессивным средам. В случае неотверждаемых герметиков на основе СКЭПТ основным недостатком таких композиций является плохая адгезия к большинству субстратов, невысокая прочность и верхний температурный предел эксплуатации.

Одним из путей повышения адгезионных, физико-механических свойств и расширения температурного интервала эксплуатации является введение в состав композиции реакционноспособных олигомеров (РСО), не отверждающихся в среде эластомера в течение всего срока хранения, но эффективно отверждающиеся под действием влаги воздуха. Это позволяет использовать такие герметики в более жестких условиях эксплуатации и существенно расширяет области возможного их применения.

Полученные таким способом реактивные термоплавкие герметики на основе СКЭПТ представляют собой гибридные композиции, состоящие из отвержденной фазы реакционноспособного олигомера (РСО) распределенной в среде неотвержденного эластомера.

Изучалась возможность получения наполненных реактивных герметиков, путем сочетания этиленпропилендиенового каучука СКЭПТ-50 и низкомолекулярного силоксанового каучука (СКТН марки А) с концевыми гидроксильными группами.

Исследовано влияние содержания силоксанового олигомера, сополимера этилена с винилацетатом (СЭВА-11808-340), винилтриэтоксисилана (ВТЭС), различных наполнителей (природный мел МТД-2, Росил-175, БС-120) на свойства реактивных герметиков на основе СКЭПТ. Установлены оптимальные режимы смешения и отверждения.

Было установлено, что СКТН способен отверждаться в среде СКЭПТ в присутствии влаги воздуха с образованием непрерывной трехмерной сетки, при содержании не менее 20 мас. ч.

Полученные герметики обладают повышенными физико-механическими и адгезионными свойствами по сравнению с неотверждаемыми и «hot-melt» герметиками на основе СКЭПТ и способны эффективно перерабатываться уже при температурах 130-150 °С.

## УЛУЧШЕНИЕ ПРОЦЕССА ОЗОНИРОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРНИСТОГО МАРГАНЦА И ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА

Нго Куен Куи, А.А. Сибгатуллин, Т.С. Ситмуратов,  
Е.И. Григорьев, А.А. Петухов  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Химзагрязненные стоки производства стирола и оксида пропилена комплекса ОАО «Нижнекамскнефтехим» характеризуются высокой нагрузкой по органике, при этом ХПК (химическое потребление кислорода) варьирует от 30 000 до 450 000 мг  $O_2$ /л и высокой щелочностью (рН колеблется от 12 до 13). Скорость образования нефтезагрязненных продуктов в водных экосистемах намного превышает скорость их биodeградации естественным путем.

Нами было проведено исследование влияния добавок на процесс озонирования. Каждый опыт проводили за 60 мин, в качестве добавок использовали  $MnSO_4$  и  $H_2O_2$  с разными концентрациями. Конверсия ХПК составляла 50,2 % при некаталитическом озонировании, тогда как степень очистки в случаях использования добавок была намного выше. Оптимальное количество добавленного  $MnSO_4$  составляло 0,1 % масс., при этом эффективность очистки достигала 80,1 %. Полученная высокая эффективность связана с тем, что при наличии марганца озон чрезвычайно быстро разлагается в водных растворах и образуется гидроксильный радикал [1-5]. Наилучший результат озонирования (90,5 %) наблюдался при использовании  $H_2O_2$  в количестве 0,075 % масс. Это можно объяснить, что использование  $H_2O_2$  в качестве катализатора в процессе озонирования повышает количество образующихся гидроксильных радикалов ( $\cdot OH$ ) [6]. Степень удаления метилфенилкарбинола составила 99 %, тогда как этилбензол, ацетофенон, и алкилфенолы полностью исчезали из водного стока после 60 мин озонирования. Снижение ХПК до значения 3420 мг  $O_2$ /л способствовало очищенной воде, пригодной для окончательной очистки биологическим методом.

## Литература

1. Einaga H., Harada M., Ogata A. Relationship between the structure of manganese oxides on alumina and catalytic activities for benzene oxidation with ozone // *Catalysis Letters*. 2009. № 129. P. 422–427.
2. Einaga H., Teraoka Y., Ogata A. Benzene oxidation with ozone over manganese oxide supported on zeolite catalysts // *Catalysis Today*. 2011. № 164. P. 571–574.
3. Zhao D.Z., Ding T.Y., Li X.S., Liu J.L., Shi C., Zhu A.M. Ozone catalytic oxidation of HCHO in air over MnOx at room temperature // *Chinese Journal of Catalysis*. 2012. № 33. P. 396–401.
4. Dhandapani B., Oyama S.T. Gas phase ozone decomposition catalysts // *Applied Catalysis B: Environmental*. 1997. № 11. P. 129–166.
5. Oyama S.T. Chemical and catalytic properties of ozone // *Catalysis Reviews*. 2000. № 42. P. 279–322.
6. Beltrán FJ, Rivas FJ, Fernández LA, Álvarez PM, Montero-de-Espinosa R. Kinetics of catalytic ozonation of oxalic acid in water with activated carbon // *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2002. № 41. P. 6510–6517.

## ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НА СВОЙСТВА РЕАКТИВНЫХ ГЕРМЕТИКОВ НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНДИЕНОВОГО КАУЧУКА И УРЕТАНОВЫХ ОЛИГОМЕРОВ

И.А. Никульцев, Л.И. Муртазина, профессор Ю.Н. Хакимуллин  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Реактивные термоплавкие герметики на основе эластомеров – это термореактивные, однокомпонентные, гибридные герметики, представляющие собой взаимопроникающую сетку химически неотверждаемой термоэластопластичной фазы (этиленпропилендиеновый каучук (СКЭПТ)+сополимер этилена с винилацетатом (СЭВА)) и отверждаемой после нанесения (под действием влаги воздуха) олигомерной фазы (уретановые РСО). Такие герметики сочетают в себе свойства как неотверждаемых термоплавких, так и отверждаемых олигомерных герметиков.

Изучалась возможность получения реактивных герметиков на основе СКЭПТ путем модификации уретановыми форполимерами (ФП) с концевыми изоцианатными и силанольными группами на основе олигооксипропиленгликолей 3603, 6003 и олиготетраметиленгликоля с ММ 1000. Исследовано влияние содержания ФП, условий смешения и

отверждения, различных модифицирующих добавок на свойства полученных герметиков.

Было установлено, что полученные реактивные герметики обладают повышенными физико-механическими и адгезионными свойствами и способны эффективно перерабатываться уже при температурах 130-150 °С.

## ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ ПОЛИУРЕТАНОВ

М.А Пасерб, профессор И.Н. Бакирова  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Известно, что полиуретаны (ПУ) характеризуются недостаточно высокой термоустойчивостью. Температурный предел эксплуатации указанных материалов составляет 120 °С [Лит.]. Одним из способов повышения термо-, тепло- и огнестойкости ПУ является модификация структуры исходного олигоэфира путем введения в его цепь термостойких групп, например, фенильных. В настоящее время промышленное использование ароматических олигоэфиров в синтезе ПУ ограничивается производными фталевого ангидрида. В настоящей работе предлагается получать сложные ароматические олигоэфиры на основе диолов, содержащих в структуре парные фенильные группы – гидроксиэтилированных производных дифенилолпропана.

Олигоэфиры синтезировали методом поликонденсации в расплаве ароматического диола и алифатической дикарбоновой кислоты. Структура олигомеров подтверждена ИК спектроскопией.

ПУ-пленки получали отверждением лаковой композиции, приготовленной из синтезированного олигоэфира и полиизоцианата при их эквимольном соотношении. Для этого к раствору олигомера в этилацетате приливали расчетное количество изоцианата, смесь перемешивали и через 20 мин наносили на пластину из фторопласта. После высыхания до степени 1 пленку отверждали в термощкафу в течение часа при 100 °С.

Термостойкость пленок определяли методом термогравиметрического анализа, теплостойкость – методом термомеханического анализа, огнестойкость – по показателю огнеопасности материала. Установили, что полученные ПУ не являются огнеопасными, характеризуются повышенной термо- и теплостойкостью.

## Литература

Нестеров С.В., Бакирова И.Н., Самуилов Я.Д. Термическая и термоокислительная деструкция полиуретанов: механизмы протекания, факторы влияния и основные методы повышения термической стабильности. Обзор по материалам отечественных и зарубежных публикаций // Вестн. Казан. технол. ун-та, 2011. № 14. С. 10–23.

## ВЛИЯНИЕ АНТИСКОРЧИНГОВ НА СВОЙСТВА ОБУВНЫХ РЕЗИН

Е.М. Портнова,

канд. техн. наук Н.Ф. Ушмарин, профессор Н.И. Кольцов  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

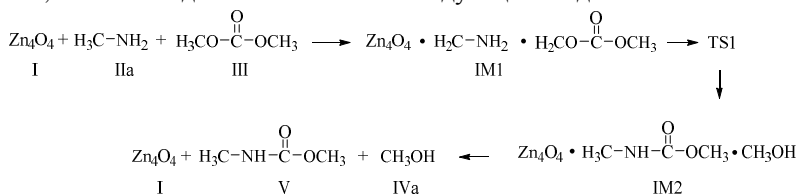
Известно, что антискорчинги относятся к технологическим добавкам, которые предотвращают процесс подвулканизации при переработке резиновых смесей и улучшают их технологические свойства. В настоящее время в качестве антискорчинга в резиновых смесях с серной вулканизирующей системой используется N-нитрозодифениламин (N-НДФА). Нами исследовалась возможность применения вместо него кубового остатка производства фталевого ангидрида – продукта ЗПР в передовой и подошвенной обувных резиновых смесях. Резиновые смеси включали каучуки СКИ-3, БНКС-40АМН, СКМС-30АРКМ-15, серу, сульфенамид Ц, нафтам-2, цинковые белила, стеарин, технический углерод и другие ингредиенты. Резиновые смеси готовили на лабораторных вальцах ЛБ 320 150/150 при одинаковых условиях смешения. Стандартные образцы резиновых смесей вулканизовали при 150 °С в течение 30 мин. Для полученных резиновых смесей исследовались реометрические свойства – вязкость и склонность к преждевременной вулканизации на реометре MDR 3000. Для вулканизатов по стандартным методикам определялись физико-механические свойства, твёрдость по ШОРу А, истираемость и сопротивление раздиру. Показано, что замена N-НДФА на продукт ЗПР приводит к понижению вязкости и скорости подвулканизации обеих резиновых смесей, что позволяет улучшить их технологические свойства. Следовательно, продукт ЗПР обеспечивает относительно большой индукционный период при переработке резиновых смесей и высокую скорость их структурирования на стадии вулканизации. Вулканизаты передовой и подошвенной резиновых смесей, содержащие продукт ЗПР, удовлетворяют требованиям нормативно-технической документации, предъявляемым

по деформационно-прочностным свойствам к исследуемым резинам. Они обладают близкими значениями физико-механических свойств, твердости, истираемости и сопротивления раздиру к вулканизатам, содержащим N-НДФА. Исследования методом термогравиметрии резин, содержащих антискорчинги, показали, что замена N-НДФА на продукт ЗПР практически не влияет на их термостойкость. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что продукт ЗПР может быть использован в качестве антискорчинга в обувных резиновых смесях.

## МЕХАНИЗМ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ДИМЕТИЛКАРБОНАТА С ПЕРВИЧНЫМИ АМИНАМИ

А.В. Сапожников, профессор Я.Д. Самуилов, доцент А.Я. Самуилов  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Для изучения механизма реакций диметилкарбоната с аминами мы использовали модельную реакцию с метиламином. Механизмы реакций изучали на примере взаимодействий с участием *цис-цис*-конформера диметилкарбоната. Проведенное нами квантово-химическое изучение реакции диметилкарбоната с метиламином показало, что взаимодействие включает следующие стадии:



В ходе превращения за счет взаимодействия кластера оксида цинка  $\text{Zn}_4\text{O}_4$ , молекул метиламин и диметилкарбоната первоначально образуется предреакционный комплекс. Предреакционный комплекс через переходное состояние, в котором происходит миграция протона от атома азота метиламина к атому кислорода образует послереакционный комплекс. Послереакционный комплекс распадается с образованием метанола и карбамата и оксида цинка  $\text{Zn}_4\text{O}_4$ .



# ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОГО МОДИФИКАТОРА НА СВОЙСТВА СОПОЛИМЕРОВ ЭТИЛЕНА С ВИНИЛАЦЕТАТОМ

А.А. Слесарева, доцент Н.Е. Темникова  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

В настоящее время имеются определенные ограничения синтеза принципиально новых полимеров и в связи с этим в исследованиях последних лет более отчетливо проявляется тенденция создания материалов с заранее заданными свойствами в сторону модификации свойств традиционных полимеров. Одним из эффективных модификации способов является силанольное структурирование полиолефинов.

Целью данной работы явилось изучение возможности использования аминосиланов в качестве сшивающих агентов сополимеров этилена с винилацетатом и малеиновым ангидридом СЭВАМА9305 (СЭВАМА26) и СЭВАМА9307 (СЭВАМА13), а также определение области составов композиций с улучшенными характеристиками.

Для сравнения были выбраны следующие модификаторы:  $\gamma$ -аминопропилтриэтоксисилан (АГМ-9), и N – [3-(триметоксисилил)пропил]-этилендиамин (ДАС).

Введение аминосиланов оказывает влияние на изменение эксплуатационных свойств композиций. Физико-механические испытания показали, что модификация сополимеров этилена с винилацетатом и малеиновым ангидридом позволяет улучшить деформационно-прочностные показатели.

При введении аминопропилтриэтоксисилана в СЭВАМА происходит значительное увеличение прочности модифицированных полимеров: СЭВАМА13 в 1,2 раза (содержание АГМ – 7 % масс.), СЭВАМА26 в 2 раза (содержание АГМ-9 – 10 % масс.), а также СЭВАМА26 в 2,5 (содержание ДАС – 7 %). При этом наблюдается снижение удлинения в 1,2-1,3 раза уже при введении 3 %-го модификатора. Одновременный рост прочности при снижении относительного удлинения характерно для сшитых полимеров.

Таким образом, в ходе проведенных исследований были определены области составов композиций с улучшенными характеристиками, которые можно было бы в дальнейшем использовать в качестве адгезионного материала.

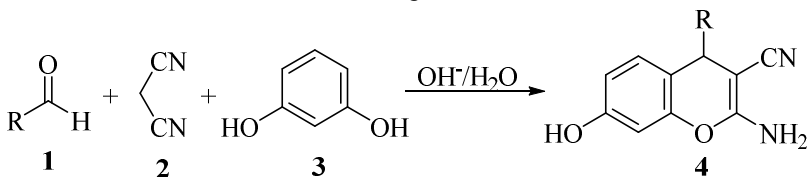
## ONE-POT СИНТЕЗ 4-АЛКИЛ-2-АМИНО-7-ГИДРОКСИ-4*H*-ХРОМЕН-3-КАРБОНИТРИЛОВ\*

Д.В. Тимрукова, Н.Л. Малышкина, доцент И.Н. Бардасов  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Хромены являются перспективными гетероциклическими органическими соединениями благодаря тому, что имеют широкий спектр биологической активности: антибактериальную, фунгицидную активность, кроме того, являются мощными агентами апоптоза, что перспективно в лечении опухолевых заболеваний [1].

В ранее опубликованных работах существует несколько подходов к синтезу 4-алкил-2-амино-4*H*-хромены [2,3]. Однако эти способы не подходят для синтеза простых соединений.

Нами был разработан метод синтеза не описанных ранее в литературе 4-алкил-2-амино-7-гидрокси-4*H*-хромен-3-карбонитрилов **4**, основанный на взаимодействии резорцина **1**, малононитрила **2** и алифатического альдегида **3** в щелочной среде.



**4a:** R=H; **4b:** R=Me; **4c:** R=Pr; **4d:** R=i-Pr; **4e:** R=n-C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>;

**4f:** R=CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; **4g:** R=n-C<sub>6</sub>H<sub>13</sub>; **4h:** R=C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>;

Строение полученных соединений доказано методами ИК, ЯМР <sup>1</sup>H- спектроскопии и масс-спектрометрии.

### Литература

1. Zhang, G.; Zhang, Y.; Yan, J.; Chen, R.; Wang, Sh.; Ma, Y.; Wang R. J. Org. Chem., 2012. Vol. 77. P. 878.
2. Hu, K.; Wang, Y.; Zhou, Zh.; Tang, Ch. Tetrahedron. 2014. 70. 181–185.
3. Aridoss, G.; Zhou, B.; Hermanson, D. L.; Bleeker, N. P.; Xing, Ch. J. Med. Chem. 2012. 55. 5566–5581.

\* Исследование выполнено в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных МК-6312.2015.3.

## МИР РИБОНУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ КАК ПРЕДШЕСТВЕННИК СОВРЕМЕННОЙ ЖИЗНИ

Д.В. Тимрукова, доцент А.Н. Васильев  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Все живые клетки выполняют две основные группы функций: хранение и передача наследственной информации, и синтез всего необходимого для хранения и передачи наследственной информации. За хранение информации отвечает дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) в современных живых клетках, а за активную работу – белки. Белки выполняют всю активную работу (катализ биохимических реакций, транспорт веществ, структурная функция и т.д.), но они не обладают способностью к размножению, наследственной изменчивости, а ДНК, напротив, не может выполнять активную работу. Но, кроме ДНК и белков существует еще другой промежуточный класс биополимеров – РНК. РНК характерна генетическая функция, а в 80-е обнаружили и каталитическую функцию РНК – рибозимы. Информационная роль РНК была известна и раньше. Таким образом, РНК – это такой класс биополимеров, который способен выполнять и информационную и «рабочую» функцию.

Следы мира РНК остались в современных живых клетках, причём РНК участвует в критически важных процессах жизнедеятельности клетки: основной носитель энергии в клетках – АТФ – это рибонуклеотид, а не дезоксирибонуклеотид. Биосинтез белка почти целиком осуществляется с помощью различных видов РНК, и для репликации ДНК также критически важна РНК. Кроме того, многие вирусы хранят свой генетический материал в виде РНК и поставляют в заражённую клетку РНК-зависимую РНК-полимеразу для его репликации.

Суть теории «Мира РНК» в том, что первой молекулой жизни могла быть РНК и первыми живыми организмами могли быть РНК - организмы, которые не имели ни ДНК, ни белков и все их функции выполняли разные виды РНК.

## ЭПОКСИДИРОВАНИЕ ХЛОПКОВОГО МАСЛА ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА НА ПЕРОКСОФОСФОВОЛЬФРАМАТНОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Р.А. Турманов, Д.Г. Милославский, профессор Р.А. Ахмедьянова  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Для получения эпоксицированных растительных масел, используемых при переработке галополимеров (как правило, ПВХ) наибольшее распространение в качестве сырья получили соевое и льняное масла. Первое – наиболее распространенное и дешёвое, второе – позволяет получить продукт с наивысшим содержанием эпоксидных групп, определяющих эффективность масла в роли стабилизатора-пластификатора.

Между тем с точки зрения получения эффективных стабилизаторов-пластификаторов, альтернативой соевому может служить ряд масел, характеризующихся подходящим жирно-кислотным составом, выражаемым через их йодное число, например, хлопковое.

Хлопковое масло характеризуется йодным числом порядка 116 г I<sub>2</sub>/100 г или потенциалом по содержанию эпоксидного кислорода (оксиановый индекс) – 6,8 % масс., т.е. вполне подходящим для использования при переработке галополимеров.

Для синтеза эпоксицированного хлопкового масла нами был выбран вариант окисления пероксидом водорода на фосфовольфрамадной каталитической системе, ранее описанной в ряде работ, в том числе и в области эпоксицирования растительных масел [Лит.].

Каталитический комплекс образовывался *insitu* при взаимодействии вольфрамов натрия или аммония с ортофосфорной кислотой в среде пероксида водорода. В качестве агента межфазного переноса рассмотрен хорошо описанный в процессах эпоксицирования триоктилметиламмоний хлорид (Aliquat 336).

Оптимизация условий проведения синтеза позволила получить продукт с содержанием эпоксидного кислорода уровня 6,6 % масс.

### Литература

Милославский А.Г., Милославский Д.Г., Ефремов А.И., Ахмедьянова Р.А., Лиакумович А.Г. Закономерности эпоксицирования рапсового масла пероксидом водорода в присутствии вольфрамата натрия и четвертичных аммониевых солей // Нефтепереработка и нефтехимия 2007. № 7. С. 42–46.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СУЛЬФАМИДА ФТАЛОЦИАНИНА НИКЕЛЯ НА СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПОЛИКАПРОАМИДА

М.О. Федорова, А.Г. Салахова, А.Н. Федорчук, А.Н. Косолапов,  
доцент Р.Р. Спиридонова

Казанский национальный исследовательский  
технологический университет

Поликапроамид (ПКА) является одним из лучших конструкционных материалов, сочетающих в себе высокие прочностные и эксплуатационные свойства.

С целью улучшения характеристик ПКА, можно изменять надмолекулярную структуру, используя активаторы, содержащие объемные фрагменты, которые будут способствовать уменьшению межмолекулярного взаимодействия. В качестве подобных соединений был выбран сульфамид фталоцианин никеля (СФН), который также может быть использован в качестве красителя [Лит.].

Краситель целесообразно добавлять только тогда, когда образовалось достаточное количество активных центров для дальнейшей полимеризации. Помимо этого, время ввода красителя в систему оказывает влияние на интенсивность окраски образцов от светло-зеленого к насыщенному темно-зеленому.

Факт, что окраска образцов не пропадала после экстракции образцов в ацетоне и воде свидетельствует о химическом взаимодействии красителя с макромолекулой ПКА, при этом, чем позднее вводится СФН от момента ввода активатора, тем больше выход полимера.

По итогам проведенных исследований, нами был сделан вывод, что краситель участвует в реакциях обрыва цепи растущей макромолекулы. Наличие большого выхода при позднем введении красителя связано с образованием полиамидных звеньев с достаточно высокой молекулярной массой.

### Литература

Курашев В.В. Синтез и некоторые свойства поликапроамида, образующегося в присутствии трехмерных активаторов / В.В. Курашев, Р.Б. Шлейфман, С.В. Цуцуран, В.А. Котельникова, А.А. Аскадский // Докл. АН СССР. 1989. Т. 307. № 1. С. 121–124.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭПИХЛОРИГИДРИНА ПЕРОКСИДНЫМ МЕТОДОМ

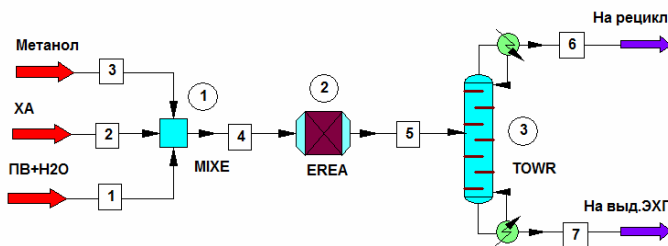
А.Р. Чебенова, доцент Н.И. Савельев  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Эпихлоргидрин (далее ЭХГ) в промышленности производят из глицерина или пропилена [1,2]. Современный пероксидный метод получения ЭХГ основан на реакции эпексидирования хлористого аллила (далее ХА) водным раствором пероксида водорода (ПВ) в среде метанола с применением титансодержащего гетерогенного катализатора [3].



Процесс рекомендовано проводить при начальном молярном соотношении ХА:ПВ 3:1, температуре 40 °С и содержании метанола 55 % масс. [4]. В этих условиях достигается полная конверсия ПВ, выход ЭХГ составляет 90 % при нагрузке на катализатор 1,23 ч<sup>-1</sup>.

В данной работе исследован процесс выделения из реакционной смеси избыточного количества ХА и метанола для рецикла методом ректификации. Расчетная схема (рисунок) в моделирующей программе ChemCAD включает смеситель 1 (MIXE) реактор 2 (EREA) и ректификационную колонну 3 (TOWER).



Найдено, что колонна 3 должна иметь 16-20 теоретических ступеней контакта с подачей потока питания в среднюю часть. Эффективное отделение избыточного ХА и метанола от ЭХГ и воды в колонне с 16 теоретическими тарелками достигается при флегмовом числе 1,5, а в колонне с 20 тарелками флегмовое число может быть уменьшено до 1,0 (таблица). Удельный расход тепла в испарителе (рибойлере) на 1 кг ЭХГ составляет 10-14 МДж/кг.

Число тарелок, шт.	16	16	20	20
Тарелка питания	8	8	10	10
Число флегмы	1,0	1,5	0,8	1,0
Доля ЭХГ в дистилляте, % масс.	0,29	0,05	0,10	0,02
Тепловая нагрузка, МДж/кгЭХГ	11,7	13,8	10,4	11,3

#### Литература

1. Эпихлоргидрин. Методы получения, физические и химические свойства, технология производства / Д.Л. Рахманкулов, Б.Х. Кимсанов, Н.А. Локтионов и др. М.: Химия, 2003. 244 с.
2. Промышленные хлорорганические продукты: справочник / под ред. Л.А. Ошина. М.: Химия, 1978. 656 с.
3. Данов С.М., Сулимов А.В., Сулимова А.В. Современные процессы получения эпихлоргидрина // Успехи в химии и химической технологии. 2010. Т. 24. № 5. С. 74–77.
4. Сулимов А.В. Разработка научных основ и технологий получения гетероциклических кислородсодержащих соединений: автореф. дис. .... д-ра техн. наук. 05.17.04. М., 2013.

### ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

А.С. Емельянов, доцент А.А. Миронов  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

В последние годы отмечается рост онкологической заболеваемости населения в Чувашской Республике и России. Несмотря на высокое качество оказываемой медицинской помощи, смертность от злокачественных новообразований остается высокой. В связи с этим является актуальным изучение состояния онкологической заболеваемости в различных эколого-биогеохимических зонах Чувашии.

В ходе эколого-географического зонирования в Чувашии выделены три зоны: Приволжская, Прикубниноцивильская и Присурская.

**Приволжская зона** включает Чебоксарский, Марпосадский, Козловский, Моргаушский, частично Ядринский, Цивильский и Аликовский районы. Почвообразующие породы представлены отложениями верхнетатарского яруса пермской системы, богаты кальцием, алюминием, кремнием. Почвы характеризуются низкой обеспеченностью

йодом, кобальтом, молибденом, бором, цинком и относительно высоким содержанием кремния.

Водоснабжение для питьевых целей осуществляется скважинами в отложениях Вятского и Северодвинского горизонтов верхнетатарских отложений, а на территориях Козловского, Марпосадского и Урмарского районов – в нижнетатарских отложениях, представленные известняками, мергелями, песчаниками.

**Прикубниноцивильская зона** занимает Янтиковский, Канашский, Аликовский, Красночетайский, Вурнарский, Батыревский, Яльчикский, Комсомольский, Ибресинский и Красноармейский районы. Почвообразующие горные породы представлены аллювиальными, татарскими и частично меловыми отложениями, обогащенными кальцием, натрием, серой. Наиболее распространены серые лесные почвы и черноземы. На территории наблюдается умеренный недостаток йода, кобальта, цинка, железа и молибдена. На территории Батыревского района в долине реки Була обнаружены участки с выраженным дефицитом цинка в почвах.

**Присурская зона** включает Алатырский, Поречский, Шумерлинский, Шемуршинский и частично Ядринский, Ибресинский, Вурнарский районы. Большая часть территории – лесная. Почвообразующими горными породами служат аллювиальный, меловой и казанский ярусы пермской системы, обогащенные натрием, серой, кремнием, кальцием, фтором, бором, йодом, марганцем и обедненные селеном и молибденом. Вода в реке Сура в значительной степени обогащена растворенной кремнекислотой. Наличие в Присурском субрегионе открытых месторождений кремния отражается на циклах биогенной миграции микроэлементов, которые носят здесь специфический кремниевый характер.

В заключение можно отметить, что ситуация с онкологической заболеваемостью в республике стоит довольно остро. Эта проблема требует особого внимания.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ВЫДЕЛЕНИЮ ВОДООХРАННЫХ ЗОН НА МАЛЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ (на примере Чувашской Республики)

Н.Г. Караганова, доцент И.В. Никонорова  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

В качестве важнейшего механизма улучшения водно-экологической обстановки, гидрологического режима и санитарно-



гигиенического состояния водных объектов в последние годы рассматривается выделение водоохранных зон (ВЗ) и прибрежных защитных полос (ПЗП).

На современном этапе существуют следующие подходы к выделению ВЗ: нормативно-правовой, формализованный и ландшафтно-гидрологический, каждый из которых имеет ряд достоинств и недостатков. Ландшафтно-гидрологический подход применим в качестве универсального к выделению ВЗ для большинства малых рек Российской Федерации, но для малых рек, расположенных в пределах крупных урбанизированных территорий, в зонах с высокой плотностью населения и в зонах с высокой стоимостью земли, его применение требует значительной доработки. Адаптация данного подхода должна включать гидрологический (расчетный), ландшафтно-экологический (экспертный) и картографический (ГИС-технологии) аспекты.

На территории Чувашской Республики с 2007 года осуществляется определение границ ВЗ и границ ПЗП рек. Общая протяженность береговой линии, требующей установления ВЗ (участков водных объектов, испытывающих антропогенное воздействие) на территории республики, составляет 6900 км. Протяженность установленных ВЗ (нанесенных на землеустроительные карты) с нарастающим итогом на конец периода 2007–2013 гг. составляет 1676,5 км (24 % от общей протяженности береговой линии, требующей установления ВЗ). К 2014 г. показатель составил 1867,9 км (27 %), а к началу 2015 г. – 2310,5 км (33 %).

При выделении ВЗ на территории Чувашской Республики, на наш взгляд, применяется формализованный подход, базирующийся на нормативах и методических документах, но без особого учета ландшафтных и стокоформирующих факторов.

## ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ КАЧЕСТВЕННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ

И.С. Козин, ст. преподаватель Н.Г. Караганова  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Создание благоприятной среды обитания, в том числе путем обеспечения доброкачественной питьевой водой в достаточном количестве, является приоритетом в социальной политике государства. От

качества питьевой воды зависит здоровье людей и уровень их санитарно-эпидемиологического благополучия.

Около 1 миллиона человек в нашей республике потребляют питьевую воду, отвечающую требованиям санитарного законодательства, что составляет около 80 % (в 2011 году – 79 %), большая часть из которых (72,8 %) составляет городское население. К районам с низким уровнем обеспечения населения качественной питьевой водой относятся девять районов с наихудшим показателем в Порецком районе, где только 14,0 % населения обеспечено качественной питьевой водой.

Удельный вес населения республики, пользующегося недоброкачественной питьевой водой, составляет 5,4 %, в том числе в семи районах республики данный показатель существенно выше. Несомненными лидерами являются Порецкий и Вурнарский районы – 49,2 и 41,3 % соответственно, наименьший показатель – в Яльчикском районе (19,0 %). Таким образом, наибольшие проблемы в обеспечении водой питьевого качества испытывают южные, юго-восточные и западные районы республики.

Приоритетными веществами, загрязняющими питьевую воду систем централизованного водоснабжения в Чувашской Республике, являются вещества, поступающие из источника водоснабжения (железо, барий, бор, литий, фтор, сульфаты); за счет загрязнения питьевой воды в процессе водоподготовки (алюминий, хлор); загрязняющие питьевую воду в процессе ее транспортировки по стальным трубопроводам (железо).

Основные проблемы обеспеченности населения качественной питьевой водой, к сожалению, остаются нерешенными (факторы природного характера, высокий износ водопроводных сетей (59,8 %) и сооружений (66,1 %), нестабильная подача воды и отсутствие сооружений по доочистке питьевой воды на системах централизованного водоснабжения и другие).

## ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЛЕСОВ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

М.А. Косова, ассистент Т.Г. Артемьева

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Инвентаризация леса – комплекс работ, включающий разделение леса на однородные участки и их описание. Она проводится в целях

своевременного выявления и прогнозирования развития процессов, негативно воздействующих на леса, оценки эффективности мероприятия по охране, защите и воспроизводству лесов, информационного обеспечения управления.

Для проведения инвентаризации лесов важно знать состояние лесных ресурсов. Леса в Чувашии занимают площадь более 622 тыс. га (32,1 % от общей). Доминирующие породы: мягколиственные (осина, ольха, липа, тополь, ива) – 46 %, хвойные – 3 %, твердолиственные (дуб, клен, береза) – 21 %. Территория ЧР разделена на пять лесорастительных районов: Заволжский хвойный, Приволжский дубравно-лесостепной, Присурский лесной, Юго-восточный и Юго-западный степной. Используют леса в заготовке древесины – 88 %, в охотничьем хозяйстве – 8,7 %, в рекреационных целях – 2,1 %, в сельском хозяйстве – 0,6 %, и т.д.

Актуальность вопроса инвентаризации лесного фонда обусловили результаты пожаров 2010 г. – площадь лесов Чувашии сократилась на 8000 га.

Для эффективной инвентаризации проводится мониторинг состояния лесных ресурсов. Последнее лесоустройство всех лесхозов республики было проведено в 1993–1995 гг. Пензенской лесоустроительной экспедицией Поволжского лесоустроительного предприятия.

В настоящее время необходимо решать следующие проблемы лесного хозяйства в Чувашии: наличие площадей лесов, погибших от пожаров 2010 года; уменьшение лесистости территории республики; наличие недобросовестных арендаторов лесных участков; недостаток квалифицированных кадров, низкий уровень оплаты и производительности труда и т.п.

Основные проблемы инвентаризации заключаются в охвате лесов, систематичности проведения инвентаризации, недостатках квалифицированных кадров и современного оснащения. Для их решения Министерством природных ресурсов и экологии Чувашской Республики создана Республиканская целевая программа «Развитие лесного хозяйства в Чувашской Республике на 2012–2020 годы». Перспективы инвентаризации способствуют развитию лесосырьевой базы, эффективному использованию лесных ресурсов, увеличению объема лесовоспроизводства с учетом ресурсосберегающих технологий.

## ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА ЧЕБОКСАРСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА

А.Н. Молостов, ассистент А.В. Мулендеева  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Работа посвящена построению экологического каркаса Чебоксарского городского округа с использованием ГИС-технологий на ландшафтной основе. В соответствии с поставленной целью и задачами рассматривались теоретические основы конструирования экологического каркаса, большое внимание уделялось физико-географической характеристике как основного фактора формирования не только ландшафтов города, но и как основы формирования экологического каркаса города. Обработка карт средствами ГИС позволило получить не только набор «традиционных» производных расчетных морфометрических показателей, таких как карту крутизны склона, экспозиций склона, рельефа, но и провести более глубокий их анализ для построения ландшафтной карты и экологического каркаса территорий. Наличие информации о ландшафтной структуре города позволило дать оценку экологическому состоянию территории города. В целях рационального природопользования геосистем проведена оценка их устойчивости и выявлены возможные негативные процессы.

Результаты исследования имеют большое практическое значение для научно-обоснованного планирования городского округа. Предложенная модель может быть использована при проведении геоэкологического мониторинга и научных исследований, а также лечь в основу экологической программы по охране природы.

## ДИНАМИКА ДЛИН РУСЕЛ РЕК КУБНЯ-КАРЛИНСКОГО ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНА ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Е.А. Никитина, доцент О.А. Шлемпа  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Малые реки, будучи начальными звеньями гидрографической сети, формируют более крупные реки, являются актуальным направлением исследований в физической географии и гидрологии.

Целью работы является выявление динамики длин русел рек на территории Кубня-Карлинского физико-географического района Чувашской Республики.

Задачи работы – подсчитать количество рек за 1850-й, 1967-й и 2014-й годы, разделив их на группы по протяженности и выявить динамику протяженности речной сети на основе анализа полученных данных.

В ходе работы было подсчитано число рек, протекающих в Кубня-Карлинском физико-географическом районе. Самые верхние звенья гидрографической сети образует овражно-балочная сеть с водотоками длиной до 4-5 км. Большинство этих рек протекают в полях или в пределах сельских населенных пунктов. Эрозионные процессы, вызванные распашкой прибрежных земель, вырубкой лесов, приводят к смыслу почвы и вынесу ее талыми или дождевыми водами в реку, накоплению ила в русле реки.

При рассмотрении русел рек на картах разных лет было отмечено, что возросло число меандр или излучины рек выпрямились с образованием озёр-стариц и, что многие реки в настоящее время регулируются плотинами или превращены в каскады прудов.

Был подсчитан коэффициент разветвленности речной сети, который показал, что для рек Карла и Кубня (правобережье) характерно сохранение общей протяженности речной сети с увеличением числа притоков, что можно объяснить уменьшением длин более крупных и образованием новых рек и ручьев, развитие которых происходит за счет оврагов и балок. Для реки Була увеличение общей протяженности происходит за счет образования новых рек и временных водотоков.

Помимо естественных природных причин на длины рек влияют и антропогенные факторы. Малые реки реагируют на прямые и косвенные антропогенные воздействия, что может привести к уменьшению полноводности и загрязнению более крупных рек, которые являются важным источником пресной воды.

## ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОТХОДАМИ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Н.А. Прокопьев, профессор Ф.А. Карягин  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Проблема обращения с биологическими отходами весьма актуальна, она связана с деятельностью лечебно-профилактических учре-

ждений, животноводческих ферм и комплексов, предприятий по переработке животноводческой продукции. Биологические отходы образуются и в каждом крестьянском хозяйстве. Биологические отходы имеются и в составе твердых коммунальных отходов. В широком смысле в состав биологических отходов включают и растительные отходы.

Проблема обращения с биологическими отходами, связанная с санитарной очисткой регионов Российской Федерации от опасных биологических отходов, приобретает все большую остроту в связи с ухудшением санитарно-ветеринарных условий содержания животных, появлением большого количества диких (бродячих) животных, увеличением количества инфицированного лабораторного материала, повышением объемов поставок по импорту некачественной продукции, превращающейся в ветеринарные конфискаты.

Целью работы является изучение состояния обращения с биологическими отходами в Чувашской Республике. Для достижения указанной цели мы поставили следующие задачи:

- ознакомиться с нормативно-правовой базой, регулирующей обращение с биологическими отходами, а также научной литературой, касающейся данной темы;
- посетить медицинские учреждения, организации и предприятия, связанные с содержанием, использованием животных и переработкой их тел с целью ознакомления с источниками образования биологических отходов и их переработкой;
- выявить проблемы обращения с биологическими отходами в Чувашской Республике;
- сформулировать предложения по решению выявленных проблем.

В ходе проведенного исследования мы установили, что в Чувашской Республике утилизацией биологических отходов занимаются ГУП Чувашской Республики «Цивильский ветсанутильзавод» и НПО «Экология». На территории республики имеются скотомогильники – места захоронения трупов животных. Основными источниками опасных биологических отходов являются медицинские учреждения, птицефабрики и животноводческие фермы. Проблем в обращении с биологическими отходами немало, основные из них: неудовлетворительное состояние скотомогильников и неосведомленность населения об опасности биологических отходов.

Начатая работа будет продолжена в 2014–2015 году по названным проблемам.

## ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ОЗЕР ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

А.А. Шмыков, ассистент В.Н. Ильин

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Работа посвящена анализу причин территориальной дифференциации озёр Чувашской Республики (ЧР). Цель исследования – выяснить, какие именно причины обуславливают распределение озёр по территории республики. В соответствии с выделенной целью были выделены задачи: рассчитать коэффициент озераобеспеченности по административным районам ЧР и построить соответствующую карту; выявить зависимость между происхождением и расположением озёр; выявить влияние рельефа и геологического строения на количество озёр.

В ходе проведенного исследования были составлены тематические карты: «Озераобеспеченность Чувашии», «Озераобеспеченность на единицу площади», «Распределение озёр по происхождению». Первая карта показала, что наибольшее количество озёр наблюдается в Присурском физико-географическом районе (Алатырский, Шумерлинский, Поречский, Красночетайский районы), наименьшее – в Моргаушском административном районе. Карта «Распределение озёр по происхождению» показала, что на территории Чувашской Республики выделяются озера пойменного, суффозионного, карстового и искусственного происхождения. Карта позволила также выявить взаимосвязь между геологическим строением, рельефом и территориальной приуроченностью озёр. Так, карстовые расположены вдоль границы Пермской и Юрской систем и протягиваются поясом от северо-востока на юго-запад в Красноармейском, Аликовском, Канашском и Янтиковском районах. Это озера Сюткюль, Кюльхири, Аль, Белое, Бездонное, Светлое. Пойменные озера приурочены к долинам рек Сура, Волга и Цивиль: озера Долгое, Базарное, Изерки, Старица. Суффозионные озера распределены по территории республики неравномерно: наибольшее их количество наблюдается на севере и юго-востоке Чувашии.

Таким образом, рельеф и геологическое строение местности являются важнейшими факторами распределения озёр Чувашии.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНО-ТУРИСТИЧЕСКОГО  
МАРШРУТА НА ПРИМЕРЕ  
«ГОСПОДИНА ВЕЛИКОГО НОВГОРОДА»  
И ПРИМЕЧАТЕЛЬНЫХ МЕСТ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Ядуркина, ст. преподаватель Е.Н. Житова  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Актуальность выбранной нами темы определяется возрастающей ролью внутреннего и въездного туризма, которая ведёт к увеличению заинтересованности людей в путешествиях в пределах Российской Федерации. Древнерусские города представляют собой особую историческую ценность, наиболее полно отражающую быт и нравы «русской души».

Цель – создать модель познавательно-туристического маршрута на примере Новгородской области.

В ходе разработки туристического маршрута были поставлены следующие задачи: 1) изучить историко-культурных и природных достопримечательностей Новгородской области; 2) выявить привлекаемые объекты для моделирования туристического маршрута; 3) составить программу культурно-познавательного туристического маршрута, рассчитать её себестоимость.

Нами была создана следующая программа туристического маршрута:

Первый день – посещение Новгородского Кремля «Детинец» и его историко-культурных объектов, а также речная прогулка по реке Волхов и озеру Ильмень. Второй день – посещение ансамбля «Ярославово Дворище», музея народного деревянного зодчества «Витославицы», а также Свято-Юрьева монастыря. Третий день – посещение Рюрикова Городища, церкви Спаса на Нередице, а также музея под открытым небом «Славянская деревня X века». Четвертый день – посещение Вязищского монастыря, Валдайского Иверского монастыря, а также Валдайского национального парка. Пятый день – посещение церкви Спаса на Ковалёве и Карстовых озёр. Шестой день – посещение парка усадьбы «Выбити». Таким образом, стоимость нашего тура на одного человека будет составлять 34500 р.

Данный турпродукт ознакомит туриста с особенностями Новгородской области, а также позволит ознакомиться с главными историко-культурными и природными объектами данного региона.