Международная Объединенная Академия Наук

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Рецензируемый научный журнал

Апрель 2019 г.

НОМЕР 49

ЧАСТЬ 12

Самара 2019

УДК 001.1
ББК 60

Т34

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования». Апрель 2019 г. №49, Часть 12 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2019. - 84с.

SPLN 001-000001-0450-LJ
DOI 10.18411/lj-04-2019-p12
IDSP ljournal-04-2019-p12

В выпуске журнала собраны материалы из различных областей научных знаний.

Журнал предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в журнале, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему ELIBRARY

Электронная версия журнала доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: ljournal.ru

УДК 001.1
ББК 60

Содержание

РАЗДЕЛ XXI. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ 5

Паук Ю.Ю., Тускаева З.Р. Солнечные батареи – как альтернативный источник энергии 5

Попов Н.К., Овчинникова А.Ю. Применение гибридной водородно-солнечной системы электроснабжения 7

Раднаев Д.Н., Кем А.А., Зимина О.Г., Бадмацыренов Д. Б. Применение системного анализа при моделировании системы сельскохозяйственного производства 10

Сафонова Ю.А., Жаркова И.М., Баринов А.С. Моделирование рецептур функциональных пищевых продуктов 14

Субочева М.Ю., Федотов И.В. Исследование влияния ультрадисперсной углеродной фазы на антикоррозионные свойства фосфатирующих растворов 18

Терентьев В.Б. Определение вероятности обнаружения летательным аппаратом воздушного объекта 21

РАЗДЕЛ XXII. МАТЕМАТИКА 25

Конечная Н.Н. Асимптотика решений одного класса линейных дифференциальных уравнений 25

Конечная Н.Н. Асимптотическое интегрирование линейных дифференциальных уравнений второго порядка 28

Коринец Е.М. Решение практических задач гидрологии с применением информационных систем и технологий 31

Кормич Е. В., Москаленко И. С. Значение формирования математических понятий у студентов специальностей юридической направленности 34

РАЗДЕЛ XXIII. ХИМИЯ 38

Гусева Е.В., Потапова А.В. Комплексно-радикальная полимеризация метилметакрилата в присутствие тетра{пероксодихлорфосфинродий(III)}каликс[4]резорцина 38

Маслыгина А.М., Хабибулина Н.В., Красноштанова А.А. Оценка возможности использования экструдированного крахмалсодержащего сырья в рецептуре низкожирного веганского майонеза 42

Потапова А.С., Дурнова Н.А., Кузнецова И.А., Березуцкий М.А. Компонентный состав и токсикологическая характеристика некоторых химических соединений *Ligustrum vulgare L.* 47

РАЗДЕЛ XXIV. ФИЗИКА 50

Юров В.М., Гученко С.А., Лауринас В.Ч. Поверхностное натяжение и толщина поверхностного слоя высокоэнтропийного сплава CuNiAlFeCr 50

РАЗДЕЛ XXV. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 54

Бурнашев А.И. Практическое применение программы управления и оптимизации транспортного обеспечения на универсиаде-2019 в г. Красноярске..... 54

Губачев В.А. Особенности использования инфокоммуникационных технологий в управлении объектами водоснабжения..... 58

Иванов С.В., Давыдов С.А., Никулин Н.П. Модификация генератора случайных чисел 61

Костюкова Т. П., Хвойнова Э.Д. Защита персональной информации в локальной сети предприятия 65

Митрофанова А.С., Комлев Г.В. Обучение перцептрона 69

Сустов С.В., Подколзин В.В. Создание серверной части системы управления контентом в сфере профессионального образования 72

Чернов А.Ю, Клочков Д.А. Интернет-угрозы и способы защиты от них..... 75

Юдин А.О., Козырева Л.В. Способы повышения экологической безопасности автотранспортных потоков с использованием имитационного моделирования 78

Komlev G.V. Tests of liquid rocket thrusters..... 81

РАЗДЕЛ XXI. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Паук Ю.Ю., Тускаева З.Р.

Солнечные батареи – как альтернативный источник энергии

Северо–Кавказский горно – металлургический институт
(государственный технологический университет)
(Россия, Владикавказ)

doi: 10.18411/lj-04-2019-242
idsp: ljournal-04-2019-242

Аннотация

Статья посвящена изучению нетрадиционных и альтернативных источников энергии, а именно таким, как солнечные батареи. Рассматриваются виды, характеристики, способ работы, плюсы их применения. Описывается как использовать солнечное тепло по максимуму, а также объясняется почему солнечные батареи являются экологически безопасными и экономически выгодными источниками энергоснабжения.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, нетрадиционные источники энергии, альтернативные источники энергии, солнечные батареи.

Abstract

The article is devoted to the study of unconventional and alternative energy sources, namely, such as solar panels. The types, characteristics, method of operation, the advantages of their use are considered. It describes how to use solar heat as much as possible, and explains why solar panels are environmentally friendly and cost-effective sources of energy supply.

Keywords: renewable energy, unconventional energy sources, alternative energy sources, solar panels.

Состояние экологии в современном мире и исчерпывающие себя энергетические ресурсы, ставят перед специалистами задачу в поиске нетрадиционных и альтернативных экологически чистых источников энергии. Однако стоит учесть, что альтернативные источники энергии без энергосберегающих технологий не достигнут должного эффекта, поэтому их нужно применять в комплексе.

Одним из альтернативных источников является возобновляемая энергия, извлекаемая из природных процессов, происходящих в окружающей среде. Она не расходует природные ресурсы и не наносит вреда экологии [5]. Такими источниками являются:

- энергия потоков воды, ветра (механическая энергия);
- энергия солнечного излучения и тепла Земли (тепловая и лучистая энергия);
- энергия, заключенная в биомассе (химическая энергия).

Возобновляемые источники энергии вполне могут конкурировать с традиционными энергетическими технологиями, так как являются экономически выгодными. Их применение не наносит вреда окружающей среде, они экологичны, вместе с тем отсутствует надобность в транспортировке и топливных затратах [2]. Среди самых эффективных методов обеспечения домов экологически безопасным топливом находится использование солнечных батарей. Солнечные батареи имеют вид специальной рамки, в которой несколько фотоэлектрических элементов соединяются в единое целое. В каждой ячейке происходит преобразование энергии солнечного потока в электрическую [4].

Интересно, что с их помощью производится электрическая энергия на космических аппаратах, ведь они способны долгое время работать без расхода каких-

либо материалов, и в то же время являются экологически безопасными, в сравнении с ядерными и радиоизотопными источниками энергии [8].

Очень быстро развивается производство фотоэлектрических элементов в самых разных направлениях. Благодаря им получается уменьшить затраты на энергию. Стоит учесть, что такие конструкции окупаются в среднем через пять лет. Солнечные батареи возможно установить в процессе постройки дома или монтировать в здание, если его владелец решил переключиться на экологически безопасные и экономичные источники энергоснабжения. На практике известно, что такие батареи могут не только производить энергию в достаточном количестве, но даже создавать ее избыток [1].

Чтобы использовать солнечное тепло по максимуму, нужно соблюсти правило «Солнечной Архитектуры». Для этого нужно расположить жилые помещения с южной стороны дома, хозяйственные помещения с северной, что позволит увеличить поступление в дом солнечного света и тепла и минимизировать зимние теплопотери дома через окна [3].

Солнечная энергия имеет свойство накапливаться в батареях и коллекторах даже в пасмурную погоду. В связи с тем, что батареи собирают не сам солнечный свет, а определенные лучи, зима не является преградой для получения этого источника энергии. Имеется ввиду ультрафиолетовое излучение, которое всегда проникает в атмосферу даже через толщу туч. В зимнее время ультрафиолета, конечно, меньше, но его достаточно, чтобы обеспечить дом [1].

Когда на солнечный элемент попадают солнечные лучи, происходит поглощение некоторой части солнечного света (фотонов), материалом солнечного элемента. У каждого фотона имеется некоторое количество энергии. При поглощении фотона солнечным элементом, инициируется процесс освобождения электрона. Ток в цепи возникает во время поглощения фотона в связи с тем, что обе стороны фотоэлектрического элемента имеют токопроводящие выводы. Выработанное солнечным элементом электричество можно сразу использовать, допустим, для освещения. Также его можно сохранять в аккумуляторной батарее [7].

Солнечные батареи бывают следующих видов:

Монокристаллические (при попадании солнечного потока на поверхность в них активируются электрохимические процессы. Обычно они содержат 36 силиконовых ячеек, поэтому панели получаются легкими и компактными. Легкая установка на неровных поверхностях обеспечивает правильный угол наклона к световому потоку. Это происходит благодаря оригинальному соединению фотоэлементов, обеспечивающему небольшую гибкость рамке. Чтобы достигнуть их наибольшей мощности, нужно соблюсти температурный режим окружающего воздуха 15–25 °С).

Тонколистовые (возможность установки в любом удобном пользователю месте: крыше, стене здания, на отдельной конструкции, является их несомненным преимуществом. Это получается благодаря тому, что для активации фотосинтеза обеспечивать перпендикулярно направленный поток света на поверхность солнечных панелей - необязательно Потери на тонколистовых батареях в пасмурную погоду бывают максимум 15%. Тонкая пленка обеспечивает отличную работу панелей в условиях повышенной запыленности).

Поликристаллические (элементы приема солнечного потока на батареях создаются с помощью поликристаллов кремния яркого синего цвета. Поликристаллические панели применяются при освещении улиц, парков, для электрического снабжения частного дома или дачи, кафе и ресторанов.)

Одна солнечная панель стандартных размеров выводит около 250 Вт. Необходимо объединить несколько панелей в единую систему, чтобы получить оптимальную производительность. Выделяемая каждым элементов электрическая энергия концентрируется и выводится на общий накопитель. Площадь солнечных батарей 20–30 кв. метров является достаточной для полноценного функционирования электрических приборов в обычном доме.

Для накопления электроэнергии в ночное время необходим аккумулятор, в связи с тем, что в батареях не осуществляется фотосинтез. Подзарядка аккумуляторов

происходит за счет избыточной электроэнергии, получаемой при фотосинтезе в светлое время суток. С помощью инвектора происходит преобразование постоянного тока в рабочее электричество [8].

Солнечные батареи сейчас можно увидеть в самых отдаленных и труднодоступных местах, куда или невозможно, или экономически невыгодно прокладывать магистральную линию электропередач. Если раньше в таких местах работали ветросиловая установка или дизель-электростанция, то сейчас им на смену пришли солнечные батареи. Бесшумные, безотказные, не требующие никакого особого ухода, не имеющие никаких движущихся частей, солнечные мини-электростанции прочно вошли в быт обитателей отдаленных районов. А это означает, что будут сэкономлены сотни тонн дизельного топлива, не будут выброшены в атмосферу тысячи кубометров отработанных газов [6].

***

1. «Альтернативные источники энергии: солнечные батареи». URL: https://ecoteco.ru/library/magazine/zhurnal-14/ekologiya/alternativnye-istochniki-energii-solnechnye-batarei/ (Дата обращения 26.04.2019).
2. «Возобновляемые и не возобновляемые источники энергии». МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ». URL: https://avtonomny-dom.ru/ekonomiya-elektroenergii/vidyi-vozobnovlyaemyih-istochnikov-energii.html (Дата обращения 23.04.2019).
3. Концепция проекта «Солнечный энергоэффективный дом». URL: https://-солнечные-дома.рф/solnechnye-doma/koncepciya/ (Дата обращения 25.04.2019).
4. «Отопление дома солнечными батареями». URL: https://dimdom.ru/otoplenie-doma-solnechnymi-batareyami.html#i-2 (Дата обращения 24.04.2019).
5. «Солнечные батареи — энергообеспечение в каждом доме». URL: https://multiwood.ru/news/investments/solar_arrays/ (Дата обращения 23.04.2019).
6. «Солнечные батареи в системе технологии энергосбережения». URL: http://solarb.ru/solnechnye-batarei-v-sisteme-tekhnologii-energosberezheniya (Дата обращения 26.04.2019).
7. «Солнечные энергосберегающие системы». URL: https://-sintezgaz.org.ua/2_articlespro/34/solnechnye-energosberegayushchie-sistemy (Дата обращения 26.04.2019).
8. «Эффективность использования солнечных батарей в энергосберегающих домах в условиях города Выкса». Отделение естественнонаучное. Юдин Сергей Алексеевич.

Попов Н.К., Овчинникова А.Ю.

Применение гибридной водородно-солнечной системы электроснабжения

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Салавате (Россия, Салават)

doi: 10.18411/lj-04-2019-243
idsp: ljournal-04-2019-243

Аннотация

В данной статье представлен вариант использования совместной работы топливного элемента и солнечной батареи для обеспечения электроэнергией, а также ее возможное применение и перспективы в различных отраслях.

Ключевые слова: водород, топливный элемент, солнечная батарея, аккумуляторная батарея, инвертор, контроллер заряда, гибрид, электроэнергия

Abstract

This article outlines the possibility of using the joint operation of the fuel cell and the solar battery for electro supply, and its possible application and prospects in various industries as well.

Keywords: hydrogen, fuel cell, solar battery, storage battery, inverter, charge controller, hybrid, electrical energy

Введение

За последние годы нетрадиционная энергетика стала объектом пристального внимания и значительных инвестиций [2]. Из-за ограниченности ископаемого топлива, загрязняющего атмосферу и окружающую среду, и нарастающей угрозы глобального потепления, человечество прилагает все возможные усилия в поиске экологически чистых, возобновляемых ресурсов. При этом, учитывая постоянно ужесточающиеся экологические требования во многих странах, все чаще можно видеть, как на смену традиционным методам получения энергии приходят новые.

Существующие виды альтернативной энергетики и их совместное использование

В настоящее время ведущую роль в альтернативной энергетике занимают ветроэнергетика и солнечная энергетика. Сейчас доля производства электроэнергии у них самая большая по сравнению с другими видами альтернативных источников энергии. Однако из-за непостоянства погодных условий, благоприятных для выработки электроэнергии, данные методы не всегда могут непрерывно производить энергию. Поэтому все чаще приходят к выводу, что для полной автономии использование гибридной (или совместной) ветро-солнечной системы электроснабжения гораздо эффективнее, нежели применение таких энергоресурсов порознь [4].

Структурная схема такой системы представлена на рисунке 1.

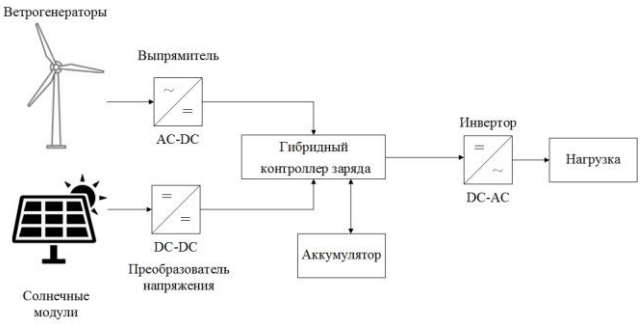


Рисунок 1 – Гибридная ветро-солнечная система электроснабжения

Водородная энергетика

Также стоит отметить, что сейчас набирает популярность водородная энергетика, суть которой заключается в преобразовании электрохимической энергии водорода в электрическую. Это достигается путем процесса окисления водорода кислородом воздуха, происходящим в специальных реакторах, называемых топливными элементами [3].

Топливный элемент (ТЭ) – устройство, состоящее из двух электродов: анода и катода, разделенных между собой протон-обменной мембраной, пропускающей через себя только положительно заряженные частицы и блокирующей электроны.

Схема такого топливного элемента с полимерной мембраной представлена на рисунке 2.

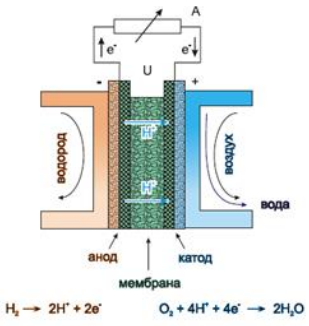


Рисунок 2 – Структура мембранного топливного элемента

На электродах происходят следующие химические реакции: окисления подаваемого водорода, происходящего из-за потери им электронов, так как мембрана не пропускает их, и последующего восстановления поступающего с воздухом кислорода. При этом электроны передаются во внешнюю цепь, образуя постоянный ток [1].

Особенностью работы такой энергетической установки на водородных топливных элементах является высокий КПД (до 70%), поскольку происходит непосредственное преобразование энергии, а также то, что выходным продуктом реакции является вода, что исключает вредные выбросы в атмосферу.

На сегодняшний день ТЭ нашли широкое применение в:

— транспорте;
— портативных установках заряда аккумуляторов;
— стационарных энергоустановках [1].

Гибридная система водородно-солнечная система

Поскольку на сегодняшний день совместная работа ветрогенераторов и солнечных батарей хорошо зарекомендовала себя в автономном электроснабжении, то предлагается по аналогии с гибридной ветро-солнечной системой электроснабжения обратить внимание на водородно-солнечную систему.

Структурная схема такой гибридной водородно-солнечной системы показана на рисунке 3.

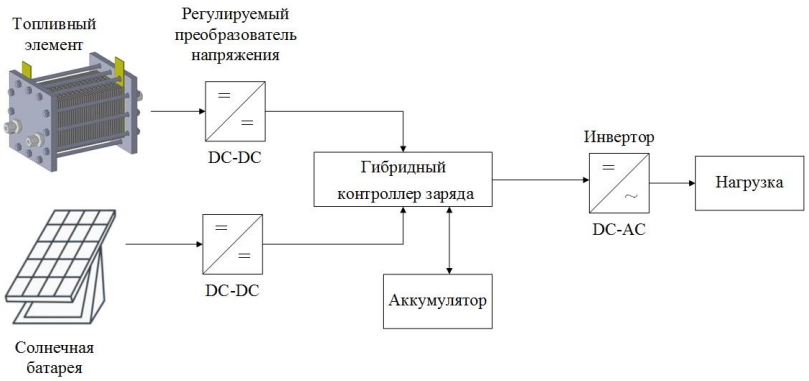


Рисунок 3 – Структурная схема гибридной водородно-солнечной системы

Напряжение и ток, подаваемые с топливного элемента и солнечной батареи, регулируются на преобразователях постоянного тока, вслед за этим передающие электрическую энергию на контролер заряда. Затем гибридный контроллер заряда управляет процессом заряда аккумуляторной батареи и не допускает ее перезаряда, поскольку перезаряд аккумулятора сильно уменьшает срок его эксплуатации.

Далее на выходе гибридный контроллер подключается к инвертору, преобразующий постоянный ток в переменный с нужной частотой и напряжением, который, в свою очередь, питает нагрузку.

Таким образом, с помощью регулирования мощности питания можно задавать соотношение количества электроэнергии, которую будет производить каждый источник тока, тем самым обеспечивая полную автономность в любых условиях.

Данная гибридная схема может отлично найти себе применение в:

— электроснабжении зданий;
— космической промышленности;
— беспилотных летательных аппаратах;
— транспортных приложениях.

Особое внимание стоит обратить на то, что данный метод может существенно сократить расход топлива в ТЭ для выработки электроэнергии, генерируя в значительной степени электроэнергию в светлое время суток с помощью солнечной батареи, а ночью преимущественно посредством применения топливного элемента.

Заключение

Безусловно, каждое направление в альтернативной энергетике имеет свои преимущества и недостатки, так как и солнечная энергетика во многом зависит от погодных условий, и водородная недостаточно сформирована из-за отсутствия развитой инфраструктуры.

Но такие гибридные комплексы позволяют в полной мере использовать возможности альтернативной энергетики и компенсировать их отдельные недостатки.

Из этого можно сделать вывод, что использование в одной установке двух энергоисточников позволяет использовать все преимущества водородной и солнечной энергетики, а также увеличить и распределить производимую мощность.

***

1. Галлямов М.О., Хохлов А.Р. Топливные элементы с полимерной мем-браной: Материалы к курсу по основам топливных элементов. – М.: Физиче-ский факультет МГУ, 2014. – 72 с.
2. Слепцов А.А. Мировой опыт инвестирования в альтернативную энергетику / Слепцов А.А. // Проблемы современной науки и образования, 2017, № 8(90) – 58-63 с.
3. Челяев В.Ф. Водородная энергетика – энергетика будущего / Челяев В.Ф // Биржа интеллектуальной собственности, 2010, Т. 9 №6 – 19-30 с.
4. Щур И.З., Клымко В.И. Технико-экономическое обоснование параметров гибридной ветро-солнечной системы для электроснабжения отдельного объекта/ Щур И.З., Клымко // Электромеханические и энергосберегающие системы, 2014, №2(26) – 92-100 с.

Раднаев Д.Н., Кем А.А., Зимина О.Г., Бадмацыренов Д. Б.
Применение системного анализа при моделировании системы сельскохозяйственного производства

ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р.Филиппова»
(Россия, Улан-Удэ)

doi: 10.18411/lj-04-2019-244
idsp: ljournal-04-2019-244

Аннотация

Сложные объекты, дискретные технологические процессы являются искусственными системами, созданными человеком. Они характеризуются большим числом подсистем, сложными пространственно-временными связями, зависимостью общих свойств объекта не только от свойств составляющих его подсистем, но и от характера связей между ними. Цель работы – разработать модель взаимосвязей технологического процесса с различными службами и подразделениями хозяйства. Универсальной методологией решения проблем, основанной на концепции систем, является системный анализ. Сущность системного анализа определяется его стратегией, которая базируется на общих принципах, применяемых к решению любой системной задачи. Основным понятием системного анализа является система, то есть объект, взаимодействующий с внешней средой и обладающий сложным внутренним строением, большим числом составных частей и элементов. Взаимодействующие элементы, обладающие определенной целостностью, выделяются в функциональные подсистемы. Функциональная целостность технологического процесса предусматривает наличие связей между общей системой и окружающей средой. Искусственные системы состоят из элементов, созданные человеком. Во всякой искусственной системе существуют основной процесс, обратная связь и ограничение. Основной процесс преобразует вход в выход. Обратная связь выполняет ряд операций: сравнивает выборку выхода с его моделью, выделяет различие, оценивает содержание и смысл различия, вырабатывает решение, сопряженное с различием, формирует процесс ввода решения (вмешательство в процесс системы) и воздействует на процесс с целью сближения выхода и его модели. Всякая система является подсистемой некоторой

более общей системы. Приведена модель взаимосвязей технологического процесса с различными службами и подразделениями хозяйства. Обоснована необходимость применения системного анализа для решения проблем сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: сложная система, системный анализ, моделирование, технологический процесс, вход и выход, ограничение, обратная связь.

Abstract

Complex objects, discrete technological processes are artificial systems created by man. They are characterized by a large number of subsystems, complex space-time relations, the dependence of the General properties of the object not only on the properties of its constituent subsystems, but also on the nature of the links between them. The purpose of the work – to develop a model of the relationship of the process with the various services and departments of the economy. A universal methodology for solving problems based on the concept of systems is system analysis. The essence of system analysis is determined by its strategy, which is based on the General principles applied to the solution of any system problem. The basic concept of system analysis is a system, that is, an object that interacts with the external environment and has a complex internal structure, a large number of components and elements. Interacting elements with a certain integrity, stand out in functional subsystems. The functional integrity of the process involves links between the overall system and the environment. Artificial systems consist of elements created by man. In any artificial system there is a basic process, feedback and restriction. The main process converts input to output. Feedback performs a number of operations: compares a sample of output from his model highlights the difference, evaluate the contents and the meaning of the differences, generates the solution, combined with the difference forms the input process of the solution (the intervention process) and influences process with the purpose of convergence of the output. Every system is a subsystem of some more General system. Given the Association model of the technological process with different services and units of management. The necessity of using system analysis to solve the problems of agricultural production is substantiated.

Keywords: complex system, system analysis, modeling, technological process, input and output, restriction, feedback.

В земледельческой науке и практике накопилось большое количество экспериментальных факторов, которые учитываются при проектировании новых технологических процессов и рабочих органов [7, 8, 13]. Развитие работ по проектированию технологических процессов возделывания сельскохозяйственных культур столкнулось с серьезными трудностями. Они, в первую очередь, связаны с недостаточной разработкой методологических аспектов проектирования технологических процессов, пригодной для математического моделирования и алгоритмизации процессов проектирования. Основное внимание при возделывании сельскохозяйственных культур уделялось задачам анализа технологических процессов с целью выявления различных факторов на выполнение агротехнических требований, повышение производительности и экономической эффективности отдельных процессов. Вместе с тем, методы синтеза технологических процессов на основе характеристик технического средства и производственной системы хозяйства, в условиях которой необходимо реализовать проектируемый процесс, исследовались еще недостаточно[3, 4, 5].

Проблемная ситуация состоит в том, что с одной стороны традиционные методы изучения сложных процессов и объектов, при которых основное внимание уделялось качественному и количественному описанию свойств объектов и составляющих их частей, и с другой стороны необходимо проектировать адекватные действительности

модели, отображающие связи объектов с окружающей средой, их функцию и многоуровневую структуру.

Цель работы – разработать модель взаимосвязей технологического процесса с различными службами и подразделениями хозяйства.

Широкую универсальность в решении проблем имеет системный анализ. Системный анализ может рассматриваться как методология решения проблем. Система задается системными объектами, их свойствами и связями. Системные объекты характеризуются входом, процессом, выходом, обратной связью, ограничением. Входом является то, что изменяется при протекании данного процесса. Выходом является результат или конечное состояние процесса. Процесс преобразует вход в выход. Связь определяет последовательность процессов, то есть определяет, что выход некоторого процесса является входом определенного процесса. [1, 2, 6, 9 – 11].

Искусственные системы состоят из элементов, созданные человеком. Во всякой искусственной системе существуют основной процесс, обратная связь и ограничение. Основной процесс преобразует вход в выход. Обратная связь выполняет ряд операций: сравнивает выборку выхода с его моделью, выделяет различие, оценивает содержание и смысл различия, вырабатывает решение, сопряженное с различием, формирует процесс вмешательство в процесс системы и воздействует на процесс с целью сближения выхода и его модели.

Ранее нами было рассмотрена функциональная целостность технологического процесса, которая предусматривает наличие связей между общей системой и окружающей средой без учета подсистемы - ограничение [12]. Однако в искусственной системе важную роль играет ограничение. Так, технологический процесс обработки почвы и посева в системе оперативного управления производственным процессом представляет собой объект управления (рис.). На его входы поступают сведения о почвенно-климатических условиях и управляющая информация. Одна часть этой информации включает ограничение, которая вводится пользователем системы, анализирующим выход. Этот процесс воздействует на выход и управление системы, обеспечивая соответствие выхода системы целям пользователя. Ограничение системы, принимаемое в результате процесса ограничения, отражается моделью выхода. Ограничение системы состоит из цели системы и принуждающих связей. Принуждающие связи должны быть совместимы с целью.

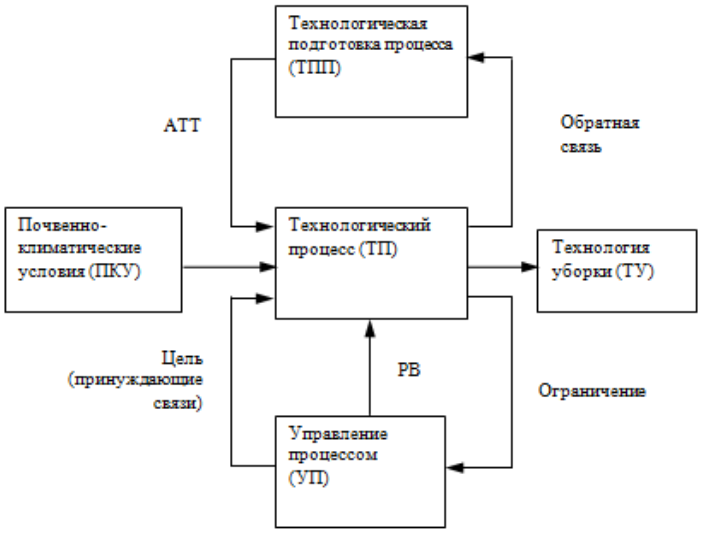


Рис. Модель взаимосвязей технологического процесса с подразделениями и службами хозяйства: АТТ - агротехнические требования; РВ - регулирующее воздействие.

Анализ модели показывает, что применение системного анализа на практике может происходить в двух случаях: когда исходным пунктом является появление новой

проблемы и когда исходным пунктом является; новая возможность, найденная вне непосредственной связи с данным кругом проблем. Решение новой проблемы, например выбор новой техники, с учетом почвозащитной целесообразности и экологической адаптивности проводится по следующим основным этапам: обнаружение проблемы, оценка ее актуальности, определение цели и принуждающих связей, оценка веса их влияния на определяемые критериями выходы системы, определение структуры для построения набора альтернатив, построение набора альтернатив, оценка альтернатив, выбор альтернатив для реализации, определение процесса реализации, согласование найденного решения, реализация решения, оценка результатов реализации решения.

Реализация новой возможности как внедрение современного посевного комплекса проходит другим путем. Использование данной возможности в области растениеводства зависит от наличия в ней актуальной проблемы нуждающейся для своего разрешения за счет внедрение современного посевного комплекса. Использование посевного комплекса в отсутствие проблемы может таить в себе, как минимум, бесполезную трату ресурсов. Использование посевного комплекса при наличии проблемы, но игнорирующее проблему превращающееся в самоцель, может способствовать углублению и обострению проблемы. Развитие сельскохозяйственной науки и техники приводит к тому, что возникновение ситуации внедрения новой техники становится обычным явлением. Это требует серьезного анализа ситуации внедрения новой техники. Внедрения новой техники исключается, если лучшая альтернатива включает в себя эту возможность. В противоположном случае внедрение новой техники может остаться неиспользованной Внедрение новой техники, например посевного комплекса на основе одного только критерия эффективности может быть примером подхода, когда исключается возможность внедрения новой техники, осуществляется вне анализа проблем.

Теперь рассмотрим, каким образом системный анализ представляет организацию процесса. Несвоевременное или неэффективное решение возникающие, как следствие, потери свидетельствуют о том, что механизм контроля состояния системы, в котором процесс выработки и реализации необходимых решений работает неудовлетворительно. Например, это могло быть при определении перспективной конструкции новой техники. Однако неудовлетворительная работа этого механизма означает неудовлетворительную работу организации, реализующей этот механизм. Улучшение его работы может быть достигнуто улучшением выполнения функций решения проблем, предусматриваемых системным анализом. Для этого необходимо рассматривать организацию не как структуру подчинения с установленными или сложившимися отношениями, а как процесс решения проблемы. Такой подход позволяет рассматривать организацию как систему, а для ее описания, изучения и улучшения использовать концептуальный аппарат системного анализа. Например, задача руководства хозяйства – не выработка решений, а конструирование процесса выработки решения и наблюдение за его действием. Способность руководителя среднего звена предлагать хорошие решения не является основанием для выдвижения его в состав руководства. Это было бы подобно тому, чтобы поручать проектирование трактора трактористу, на основании того, что он хорошо управляет трактором.

На основе системного анализа разработана модель взаимосвязей технологического процесса с подразделениями и службами хозяйства, которая через подсистемы обратная связь и ограничение, которая позволяют обосновать предпосылки для модернизации агротехнических условий, а также корректировать технологический процесс с периодическим привлечением новой техники и новых технологических идей.

***

1. Волков С.Н. Экономико-математические методы в землеустройстве/ С.Н. Волков// – М.: Колос, 2007. – 696 с.

2. Гордеев А.С. Моделирование в агроинженерии: Учебник/ А.С. Гордеев//.– СПб.: Изд-во Лань, 2014. – 384 с.
3. Дмитренко А.И. Несущие и технологические системы для построения сельскохозяйственных агрегатов. / А.И. Дмитренко, А.И. Бурьянов, Ю.О. Горячев //Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 5. – С.19 – 31.
4. Ежевский А.А. Технические и технологическая обеспеченность с.-х. производства России на 2013-2020 годы / А.А. Ежевский // Сельхозмашины и технологии. – 2014. – № 1. – С.3 – 6.
5. Измайлов А.Ю. Создание интенсивных машинных технологий и энергонасыщенной техники для производства основных групп продовольствия / А.Ю. Измайлов, Ю.Х. Шогенов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2016. – № 3. – С. 2 – 5.
6. Кошурников А.Ф. Основы научных исследований: учебное пособие / А.Ф. Кошурников// – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2014. – 317 с.
7. Маслов Г.Г. Перспективные составы машинно-тракторных агрегатов для совмещения операций / Г.Г. Маслов, И.А. Журий// Тракторы и сельхозмашины. –2017. –№ 2. – С. 47 – 52.
8. Милаев П.П. Инженерное проектирование эффективных технологий возделывания сельхозкультур / П.П. Милаев, Н.Н. Назаров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. –2016. – № 7. – С. 2 – 6.
9. Основы научных исследований / Б.И. Герасимов, В.В. Дробышева, Н.В. Злобина, Г.И. Терехова// – М.: ФОРУМ, 2009. – 272 с.
10. Основы научных исследований: Учеб. для техн. вузов/В. И. Крутов, И. М. Грушко, В. В. Попов и др.; Под ред. В. И. Крутова, В. В. Попова // – М.: Высшая школа, 1989. — 400 с.
11. Раднаев, Д.Н. Методологические основы разработки технологий и технических средств посева при возделывании зерновых культур в условиях Забайкалья [Текст]: дисс…д-ра техн. наук: 05.20.01: защищена 11.10.13: утв. 10.02.14 / Раднаев Даба Нимаевич. – Улан-Удэ:, 2013. – 377 с. – Библиогр.
12. Раднаев Д.Н. Связи системных процессов и объектов с окружающей средой. – Аграрная наука. – 2011. . – № 2. – С. 29 – 30.
13. Рахимов Р.С. Разработка ресурсосберегающие технологии и обоснование комплекса машин для возделывания сельскохозяйственных культур в зоне Урала / Р.С. Рахимов, С.Г. Мударисов, И.Р. Рахимов // Вестник Башкирского ГАУ. – 2018. –№ 2. – С. 117 – 129.

Сафонова Ю.А., Жаркова И.М., Баринов А.С.
Моделирование рецептур функциональных пищевых продуктов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
(Россия, Воронеж)

doi: 10.18411/lj-04-2019-245
idsp: ljournal-04-2019-245

Аннотация

Процесс разработки рецептур ФПП с помощью математических расчетов, как правило, сводится к нахождению целевой функции, определению ограничений и граничных условий решаемой задачи. На этапе формирования состава рецептурных компонентов применяются линейные модели, т.е. такие в которых математические зависимости линейны относительно всех переменных, присутствующих в модели. Решение таких задач позволяет выделить из множества возможных вариантов композиций рецептур оптимальные соотношения ингредиентов. Основой данной методики расчета являются уравнения материального баланса по каждому нутриенту продукта, а также условия соответствия массовой доли необходимого нутриента суточной потребности определенного вещества для рассматриваемой группы населения.

Ключевые слова: математическая модель, функциональные пищевые продукты, рецептура изделий

Abstract

The process of developing functional food product formulations using mathematical calculations, as a rule, boils down to finding the objective function, determining the constraints and boundary conditions of the problem being solved. At the stage of forming the composition of prescription components, linear models are used, i.e. such in which the mathematical dependencies are linear with respect to all variables present in the model. The

solution of such problems allows you to select the optimal ratio of ingredients from a variety of possible variants of formulations. The basis of this method of calculation is the material balance equations for each nutrient of the product, as well as the conditions for compliance of the mass fraction of the necessary nutrient with the daily requirement of a particular substance for the considered population.

Keywords: mathematical model, functional foods, product formulation

Реализация поставленной задачи включает следующие этапы:

- создание и заполнение базы данных, которая содержит вид рецептурных компонентов, их химический состав, нормы по каждой группе нутриентов, показатели готового продукта;
- выбор вида и составление уравнения целевой функции, ограничений на использование отдельных рецептурных компонентов согласно технологическим инструкциям на изделие;
- определение способа решения полученной математической модели;
- анализ полученных результатов вариантов рецептур разрабатываемого многокомпонентного изделия, выбор окончательной обоснованной рецептуры, отвечающей задаваемым требованиям [1, 3].

Белок продукта отличается определенным составом аминокислот, включая заменимые и незаменимые. Отсутствие хотя бы одной незаменимой аминокислоты в белке позволяет считать его биологически неполноценным. Количество незаменимых аминокислот может быть существенно больше или меньше их содержания в эталонном белке. В связи с этим, при постановке задачи разработки модельных композиций ФПП для расчета оптимизированного состава белка формализация учитывает взаимосбалансированность незаменимых аминокислот. Чем ближе это соотношение к идеальному, рекомендуемому ФАО/ВОЗ, тем более полезен и сбалансирован по составу данный продукт [2, 4].

В общем виде задача формулируется следующим образом: смоделировать рецептурный состав компонентов ФПП, обеспечивающий минимальное отклонение количества незаменимых аминокислот продукта от количества их в эталонном белке, с по возможности максимальной массовой долей белка, пищевых волокон и кальция в продукте, обеспечивающий заданное соотношение белков к углеводам (5:1) [5, 6]. Подобная задача может быть сведена к задаче линейного программирования, где в качестве целевой функции выбирается величина отклонения количества незаменимых аминокислот в белке проектируемого ФПП от идеального белка, а ограничения будут задавать необходимые значения белка, углеводов, пищевых волокон и кальция. Поставленная задача состоит из двух этапов: задание необходимых начальных данных об ингредиентах смеси и аминокислотах и проведение необходимых вычислений.

Математическая формализация может быть представлена следующим образом:

$$\sigma = \sum_{l=1}^{L}\left(1 - \frac{\left|\sum_{j=1}^{m}(A_{jl}\cdot C_j^{б}\cdot x_j)\right|}{A_l^{эт}\cdot\sum_{j=1}^{m}C_j^{б}\cdot x_j}\right/ n) \to \min \quad (3)$$

где σ – величина отклонения по незаменимым аминокислотам белка моделируемого продукта от идеального белка, ед.; Ajl, Аэтl– содержание l-ой незаменимой аминокислоты в белке j-го рецептурного компонента моделируемого продукта и белке-эталоне, соответственно, мг/1 г белка; Cjб – массовая доля белка в j-ом рецептурном ингредиенте, %; xj – доля j-го ингредиента в рецептуре изделия; $j = \overline{1,m}, l = \overline{1,L}$.

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{m} C_j^{б} \cdot x_j \le d_1, \\ \sum_{j=1}^{m} C_j^{пв} \cdot x_j \le d_2, \\ \sum_{j=1}^{m} C_j^{Ca} \cdot x_j \le d_3, \\ \sum_{j=1}^{m} C_j^{У} \cdot x_j \le d_4, \\ \sum_{j=1}^{m} x_j = 1, \\ x_i \ge 0 \end{cases} \quad (4)$$

где Cjб, Cjпв, CjCa, CjУ - массовая доля белка, пищевых волокон, кальция и углеводов в j-ом рецептурном ингредиенте, соответственно, %; d1, d2, d3, d4 – массовая доля белка, пищевых волокон, кальция и углеводов, соответственно, согласно нормам на моделируемый ФПП.

Процесс получения оптимального рецептурного состава моделируемого изделия является сложной задачей, для решения которой необходимо разработать специализированную информационную систему.

Алгоритм работы такой системы заключается в реализации двух последовательных процессов: «получение решения – проверка решения», т.е. в нахождении определенного соотношения рецептурных компонентов и проверке его на соответствие заданным ограничениям.

Данный алгоритм может быть реализован с помощью следующих шагов:

1) задание исходных данных для расчета рецептурного состава моделируемого продукта;
2) задание интервалов и шагов изменения рецептурных компонентов;
3) выбор компонентов, применяемых для изготовления продукта;
4) задание максимального значения отклонения по незаменимым аминокислотам белка моделируемого продукта от идеального белка;
5) выполнение расчетов и анализ результатов;
6) проведения модельных опытов на основе полученных вариантов рецептур.

На рис. 1 представлена схема базы данных, используемой для разрабатываемой информационной системы.

Таблица «Sostav» содержит информацию о наименовании изделия, его рецептурном составе, и количестве вносимых по рецептуре изделия компонентов. Таблицы «Product type» и «Ingredient type» служат для сохранения данных по видам сырья и готовых изделий. В таблицах «Product» и «Ingredient» находятся классификация готовых продуктов по видам (хлеб, хлебобулочные изделия, мучные кондитерские изделия и т.п.) и классификация сырья по его видам, соответственно. Таблица «Chemical composition» предназначена для хранения данных по химическому составу сырья. А данные по категориям нормируемых групп находятся в таблице «Norma».

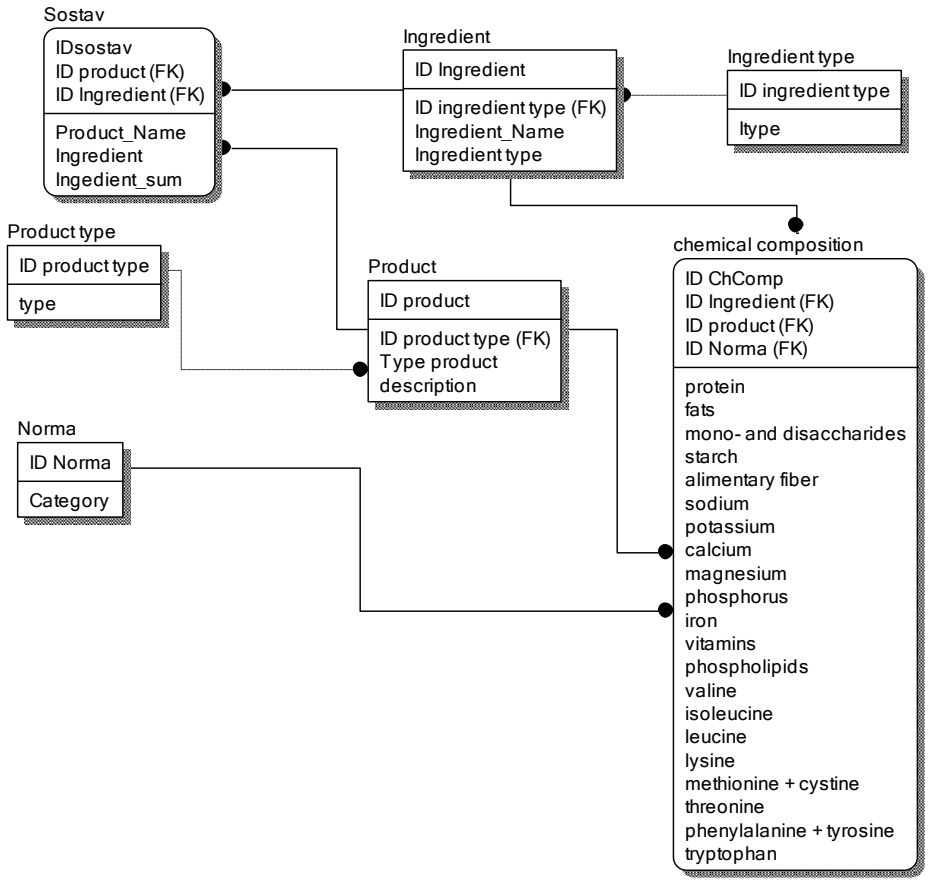


Рис. 1. Модель структуры данных

Таким образом, оптимизация состава рецептурных компонентов для моделируемых ФПП возможна путем математической формализации задачи, учитывающей ограничения по содержанию незаменимых аминокислот, белка, углеводов и кальция. Это позволит получить рецептуры изделий, применение которых в технологии ФПП обеспечит максимальное приближение значений массовой доли нормируемых нутриентов к требуемым величинам.

***

1. Коробова Л.А. Математическое моделирование. Практикум / Л.А. Коробова, Ю.В. Бугаев, С.Н. Черняева, Ю.А. Сафонова. - Воронеж: ВГУИТ, 2017. – 112 с.
2. Сафонова Ю.А. Изучение влияния условий биоактивации семян бобовых культур на их антипитательную ценность / Ю.А. Сафонова, А.В. Лемешкин, Н.А. Мурашова // Сборник статей по материалам XI междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы современной науки». - Уфа: Изд. Дендра, 2018. – С. 121-125.
3. Сафонова Ю.А. Информационная система поддержки принятия решений при разработке рецептур мучных кондитерских изделий / Ю.А. Сафонова, С.С. Рылев, А.С. Баринов // Сборник статей VIII Междунар. науч.-практ. конф. «Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения». - Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 143-147.
4. Курчаева Е.Е. Применение математических методов при составлении рациона животных / Е.Е. Курчаева, Ю.А. Сафонова, А.С. Баринов // Сборник статей по материалам VII междунар. науч.-практ. конф. «Инновации в науке и практике». - Уфа: Изд. Дендра, 2018. – С. 222-226.
5. Курчаева Е.Е. Моделирование процесса получения нового вида мясного продукта с применением функциональных смесей // Е.Е. Курчаева, Ю.А. Сафонова, А.В. Лемешкин, С.Н. Черняева // Сборник статей XVIII Междунар. науч.-практ. конф. «World science: problems and innovations». Ч.1. - Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 57-60.
6. Сафонова Ю.А. Оптимизация рецептурных компонентов с помощью математического планирования эксперимента / Ю.А. Сафонова, А.В. Лемешкин, А.А. Тарасов // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Современные тенденции развития науки и технологий»: Сб. научных трудов междунар. науч.-практ. конф. - Белгород: Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2017. – Ч. II. - С. 152-154.

Субочева М.Ю., Федотов И.В.

Исследование влияния ультрадисперсной углеродной фазы на антикоррозионные свойства фосфатирующих растворов

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
(Россия, Тамбов)

doi: 10.18411/lj-04-2019-246
idsp: ljournal-04-2019-246

Аннотация

В работе приведены исследования по изучению влияния углеродных нанотрубок введенных в фосфатирующие растворы на их антикоррозионные свойства.

Ключевые слова: коррозия, лакокрасочное покрытие, металл, наноматериал, фосфатирование.

Abstract

The paper presents studies on the effect of carbon nanotubes introduced into phosphating solutions on their anti-corrosion properties.

Keywords: corrosion, paint coating, metal, nanomaterial, phosphating.

Металлы – самый распространенный материал, применяемый для производства и строительства. Несмотря на широкое его применение, он имеет недостатки. Одним, из которых, является его подверженность такому явлению как коррозия. Поэтому, в настоящее время, одной из важнейших задач, которая стоит перед человечеством - коррозия металлов и защита их от коррозии. Одни из распространенных способов защиты от коррозии служат лакокрасочные покрытия. Они подбираются исходя из типа металла и области его применений. Из этих условий формируется и технология нанесения покрытия, которая состоит из двух стадий: подготовки поверхности и окрашивание [1,2]. От того насколько качественно будут проведены эти две стадии, зависит надежность и долговечность полученного покрытия.

Одной из важнейших операций, при проведении процесса крашения, которая увеличивает срок службы лакокрасочного покрытия, является стадия подготовки поверхности [2]. Цель этой стадии – удаление с поверхности металла загрязнений таких как: оксиды (ржавчина, окалина), масляные, жировые и механические загрязнения, старые покрытия, которые мешают контакту покрытия с металлом.

Вид загрязнения, приводящий к появлению коррозии на поверхности металла – оксиды, а именно окалина. Окалина – смесь соединений оксидов железа (II), (III), (II, III). Ее присутствие влияет на адгезию и цвет белых покрытий [1]. Один из способов подготовки поверхности, уменьшающих коррозию металла, - нанесение конверсионных покрытий (фосфатирование, оксидирование и т.д.).

Назначение конверсионных покрытий - повысить противокоррозионную устойчивость металлов, улучшить адгезию лакокрасочных покрытий [3]. Наибольшее практическое применение предварительной обработки металлов кузовов автомобилей получил метод фосфатирования. Он заключается в образовании на поверхности слоя, состоящего из нерастворимых в воде фосфатных металлов. Данный слой образуется при обработке поверхности металла водным раствором фосфорнокислых солей. Процесс фосфатирования обладает большой гибкостью. При правильном выборе состава и условий фосфатирования можно получить фосфатные покрытия с заданными свойствами для каждого конкретного случая.

Из литературных источников известно, что качество конверсионного покрытия улучшается при повышении содержания углерода в стали [1]. При этом наблюдается уменьшении времени контакта. Поэтому поднимается вопрос о влиянии углерода и

раствора применяемого для фосфатирования на процесс формирования защитного слоя. Следовательно, задачею данной работы является выяснить влияние ультрадисперсной углеродной фазы на коррозионные свойства фосфатирующего трехкатионного раствора, который используется для улучшения защиты лакокрасочного покрытия от преждевременной коррозии. Ультрадисперсная углеродная фаза – это дисперсия углеродных нанотрубок (УНТ) серии «Таунит».

Проведение исследований по антикоррозионной стойкости металлических пластин с нанесением фосфатного покрытия и их дальнейшей окраса проводилась по следующим этапам:

1. На первом этапе проведения эксперимента были отобраны четыре металлические пластины, из марки стали 08Ю, применяемые в автомобильной промышленности (ПАО «АВТОВАЗ»).
2. На втором этапе поверхности пластин подготавливали для дальнейшего исследования путем их обработки, обезжиривающим раствором (20 г/л моющей щелочной композиции + 2 г/л ПАВ (для улучшения смачивания)).
3. На третьем этапе проводили обработку пластин активатором фосфатирования на основе титанил-сульфата.
4. Четвертый этап эксперимента заключался в нанесении фосфатного антикоррозионного слоя на пластины с применение различного количества углеродной ультрадисперсной фазы.
5. Пятый этап заключался в нанесении на пластины с подготовленной поверхностью слоя краски.

Для проведения эксперимента по четвертому этапу первая пластина подвергалась обработке фосфатирующим раствором в исходном составе без добавления углеродной ультрадисперсной фазы. Эта пластина бралась за образец сравнения.

На вторую пластину наносили слой фосфатирующего раствора с содержанием углеродной ультрадисперсной фазы 0,001 масс.%; на третью - 0,005 масс.%; на четвертою - 0,01 масс.%.

Результаты по нанесению фосфатного покрытия оценивались визуально с помощью электронного микроскопа. В первых трех опытах структура фосфатного покрытия соответствовала требованиям заявленным потребителем – кубический тип.

По результатам третьего эксперимента выяснено, что поверхность покрытия имеет кубический тип с местным изменением структуры фосфатного покрытия на игольчатый вид, что соответствует требованиям потребителя.

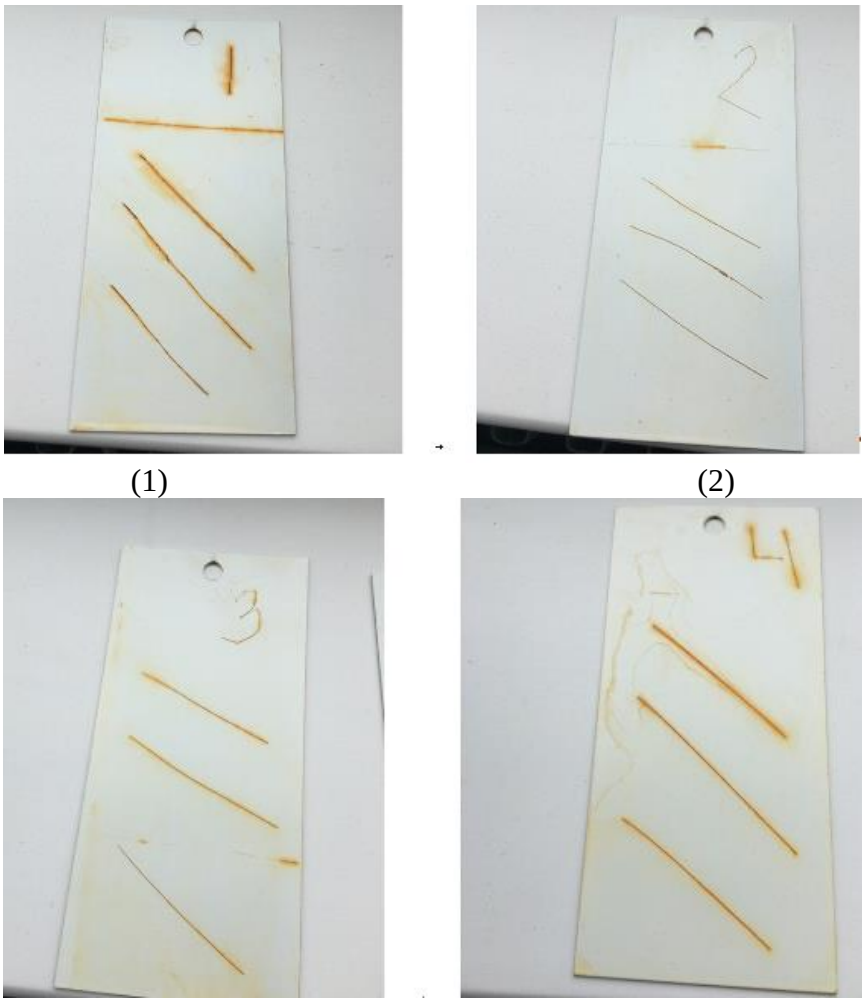
В случае четвертого эксперимента - структура фосфатного слоя полностью изменилась на игольчатый тип, что не соответствует требованиям, заявленным потребителем.

Пятый этап проведение исследований по антикоррозионной стойкости металлических пластин с нанесением фосфатного покрытия состоял в нанесении слоя краски согласно условиям цеха окраски автомобилей завода ПАО «АВТОВАЗ».

После нанесения лакокрасочного покрытия пластины на пластинах были сделаны насечки (металлическим предметом) и помещены в ванну травления, для выявления наилучшего результата покрытия.

Образцы выдерживали в нейтральном растворе хлорида натрия с массовой долей 3 % в течение суток, промывали и высушивали.

Проводился визуальный осмотр образцов с целью выявления характера и определения площади коррозионного разрушения. Результаты приведены на рисунке 1.



(1) (2)

(3) (4)

Рисунок 1. Коррозионная стойкость металлических пластин в зависимости от типа защитного покрытия:
1 – фосфатное покрытие; 2 - фосфатное покрытие с содержанием углеродной ультрадисперсной фазы 0,001 масс.%; 3 - фосфатное покрытие с содержанием углеродной ультрадисперсной фазы 0,005 масс.%; 4 - фосфатное покрытие с содержанием углеродной ультрадисперсной фазы 0,01 масс.%.

Согласно полученным данным (рисунок 1) по коррозионной стойкости видно, что наименьшей коррозии подверглась пластина номер 2, где введение углеродной ультрадисперсной фазы в фосфатирующий раствор составило 0,001 масс.% .

Исходя из полученных данных по экспериментальной оценке структуры конверсионного покрытия полученного методом фосфатирования как с введением углеродной ультрадисперсной фазы, так и нет было выявлено, что наиболее оптимальным является процесс нанесения антикоррозионного покрытия без изменения структуры фосфатного слоя, т.е с массовой долей углеродной ультрадисперсной фаз не более 0,001 масс. %.

***

1. Яковлев, А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. СПб.: ХИМИЗДАТ, 2008. - 448 с.
2. Грилехес, С.Я. Оксидирование и фосфатирование металлов. Л.: Машиностороение, 1971. – 120 с.
3. Исследование коррозионной стойкости стали после нанесения фосфатного покрытия МЕТАС // О.В. Немыкина, М.В. Давыдкин // Вестник ИрГТУ. – 2013. - №3 (74). С. 85-88.

Терентьев В.Б.

Определение вероятности обнаружения летательным аппаратом воздушного объекта

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» филиал «Взлет»
(Россия, Ахтубинск)

doi: 10.18411/lj-04-2019-247
idsp: ljournal-04-2019-247

Аннотация

Обнаружение воздушных объектов является важной и часто встречающейся задачей, для решения которой используются различные методы. В работе представлен расчёт вероятности обнаружения воздушного объекта при гипотезе равномерного закона распределения движения объекта при маневре скоростью и курсом. Основные расчеты представлены при помощи программной среды Mathcad 15.

Ключевые слова: вероятность обнаружения; логарифмическая кривая; закон распределения Симпсона; среднее квадратическое отклонение; математическое ожидание.

Abstract

Detection of air objects is an important and common task, for which various methods are used. The paper presents the calculation of the probability of detection of an air object under the hypothesis of a uniform law of distribution of the object motion during the maneuver speed and course. The main calculations are presented using the Mathcad 15 software environment.

Keywords: detection probability; logarithmic curve; the law of distribution of Simpson; standard deviation; mathematical expectation.

Организация рационального поиска воздушного объекта (ВО) при срыве информационного контакта вследствие различных причин (естественные или искусственные помехи, выход из зоны действия радиолокационной станции), осуществляется выдвижением различных гипотез о его дальнейшем движении. Наиболее важными параметрами являются маневр ВО по курсу и скорости. Обычно используются гипотезы о нормальном и равномерном (или их различном сочетании) распределении координат положения ВО вследствие маневра по курсу и скорости [1]. Исходя из этих гипотез, определяется область возможного положения ВО. Исходными данными для расчета этой области являются:

- удаление ВО (условная точка М) от места нахождения летательного аппарата (ЛА), будь это в воздухе (дежурство в воздухе) или на земле (аэродром базирования, условная точка А) – D_0;
- скорость ВО – $V_{во}$;
- скорость ЛА – $V_{ла}$;
- среднее квадратическое отклонение (СКО) координат ВО, определенное перед срывом информационного контакта – σ_z;
- пределы маневра ВО по курсу – $0\pm\Delta\psi$;
- пределы маневра ВО по скорости – $\pm\Delta V$;
- половина ширины поля обзора радиолокатора ЛА – l_0;
- время, прошедшее после срыва информационного контакта с ВО – t.

Поскольку изменение курса и скорости ВО подчиняются равномерному закону распределения, то при их композиции для определения положения ВО

(математического ожидания и СКО) используется закон Симпсона [2]. В этом случае пределы отклонения положения ВО при маневре скоростью определяются как

$\alpha = \pm\Delta Vt$.

При маневре курсом (для значения курса, равного нулю, и его предельного значения $\Delta\psi$)

$$\beta_1 = V_{во}t - V_{во}t\cos(0);$$

$$\beta_2 = V_{во}t - V_{во}t\cos(\Delta\psi).$$

В соответствии с теорией композиция двух равномерных законов определяет СКО ВО:

$$\sigma_{во1} = \frac{2\alpha + \beta_1}{6}.$$

$$\sigma_{во2} = \frac{2\alpha + \beta_2}{6}.$$

Математическое ожидание положения ВО находится из решения следующего квадратного уравнения:

$$m_{во}^2 - 2m_{во}\beta + 0.5\beta^2 = 0.$$

Итоговое СКО положения ВО с учетом маневра курсом, скоростью и неточного измерения последних (перед срывом информационного контакта) координат ВО:

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_{во1}^2 + \sigma_z^2};$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\sigma_{во2}^2 + \sigma_z^2}.$$

Область вероятного положения ВО формируется из сектора, вершина которого располагается в точке М и имеет граничные (начальные – $\psi_н$ и конечные – $\psi_к$) значения, определяемые маневром курса. Дуги, которые образуют непосредственно искомую область, определяются дальностями начала – $D_{нп}$ и конца поиска – $D_{кп}$ относительно точки А, например, удалением от аэродрома базирования ЛА.

В случае если ВО не маневрирует курсом и скоростью, то через время t минут он будет находиться от точки А на удалении D:

$$D = D_0 - V_{во}t.$$

Если ВО осуществляет маневр скоростью в сторону её увеличения и не маневрирует по курсу, то через время t он будет на расстоянии начала поиска, как самое минимальное удаление от точки А (начального расположения ЛА).

$$D_{нп} = D_0 - V_{во}t - 2\sigma_1.$$

Если ВО осуществляет маневр скоростью в сторону её уменьшения и курсом до граничного значения, то через время t он будет на расстоянии конца поиска, как самое максимальное удаление от начального расположения ЛА.

$$D_{кп} = D_0 - V_{во}t + 2\sigma_2 + m_{во}.$$

Глубина области, в которой может находиться ВО с вероятностью 0.96, определяется разностью рассчитанных дальностей

$$L = D_{кп} - D_{нп}.$$

Рациональный поиск ВО в области его возможного положения определяется маневром ЛА, обеспечивающим не только его обнаружение, но в дальнейшем эффективное взаимодействие тем или иным способом с ВО.

Одним из таких маневров ЛА является логарифмическая кривая, обеспечивающая постоянный угол пересечения ЛА и лучей, выходящих из точки М. Тем самым определяется желаемый ракурс подхода ЛА к ВО [3].

Логарифмическая кривая движения ЛА в полярных координатах определяется выражением

$$\lambda = V_{\text{во}} t_{\text{н}} e^{k\psi}.$$

где $t_{\text{н}}$ – время начала поиска ЛА искомого объекта; k – параметр, определяемый из соотношений скоростей ЛА и ВО.

Величина параметра k находится из выражения

$$k = ctg\left(\arccos\left(\frac{V_{\text{во}}}{V_{\text{ла}}}\right)\right).$$

Расчёты, выполненные в среде Mathcad 15, представлены на рис. 1 (в формуле диапазон угла ψ считается в радианах).

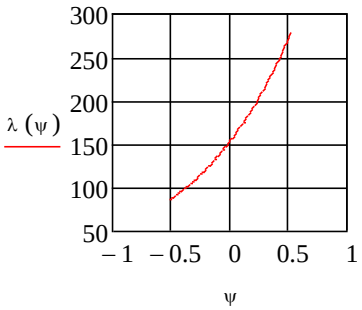


Рис. 1 Движение ЛА по логарифмической кривой

Половина ширины поля обзора радиолокатора ЛА – l_0 определяется по формуле [4]

$$l_0 = \left(m_{D_{\text{обн}}} - t_{\text{распп}} V_{\text{ла}}\right)\tan(\omega),$$

где $m_{D_{\text{обн}}}$ – математическое ожидание (МО) дальности обнаружения типового ВО с соответствующей эффективной отражающей поверхностью (ЭОП); $t_{\text{распп}}$ – время, затрачиваемое экипажем ЛА на распознавание ВО; ω - половина угла обзора бортового радиолокатора.

Величина $m_{D_{\text{обн}}}$ определяется по значениям дальности обнаружения типового ВО с соответствующей ЭОП – $D_{\text{тз}}$ и вероятности его обнаружения $P_{\text{тз}}$. Эти значения оговорены в техническом задании (ТЗ) на бортовой радиолокатор и формируют параметр *K* [4].

$$K = D_{\text{тз}} \sqrt{\frac{1}{2\ln(P_{\text{тз}})}}.$$

По величинам $D_{\text{тз}}$, *K* определяют МО дальности обнаружения типовой ВО.

$$m_{D_{\text{обн}}} = \int_0^{\infty} D_{\text{тз}} \left(\frac{D_{\text{тз}}}{K^2} \right) e^{-\left(\frac{D_{\text{тз}}^2}{2K^2} \right)} dD_{\text{тз}}.$$

Всё поле обзора бортового радиолокатора составляет величину $2l_0$.

По задаваемому (рассчитанному) значению времени начала поиска $t_{\text{н}}$, а также по принятым и рассчитанным величинам определяется вероятность обнаружения ВО в области его возможного положения.

$$P_{\text{обнар}} = \left(\frac{2l_0}{4k\Delta\psi\Delta V t_{\text{н}}} \right) \left(1 - \frac{1}{e^{k\psi}} \right).$$

Расчёты, проведённые по исходным данным (l_0 = 40 км; k = 1.134; $\Delta\psi$ = 25°; ΔV = 130 км/ч; $t_{\text{н}}$ = 10 мин) показывают следующую зависимость вероятности обнаружения ВО от времени поиска (рис.2).

Время поиска при гипотезе равномерного закона распределения координат ВО определяется как

$$t_{\text{п}} = t_{\text{н}} e^{k\psi}.$$

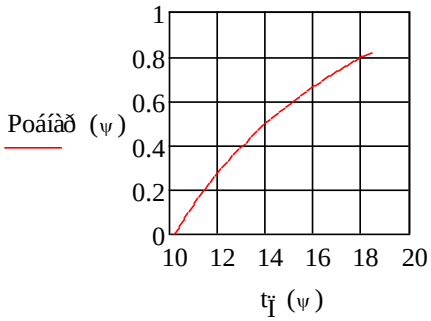


Рис. 2 – Зависимость вероятности обнаружения ВО от времени поиска

Необходимо иметь ввиду, что при гипотезе о нормальном распределении величин маневра курсом и скоростью, в силу специфики этого закона, значение вероятности обнаружения ВО будет несколько выше, чем при расчётах с использованием гипотезы об их равномерном распределении.

***

1. Боевые авиационные комплексы и их эффективность. Учебник /под ред. Болховитинова О.В. - М.: Изд-во ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. – 224 с.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Изд-во «Наука». 1969.-576 с.
3. Гевелинг В.Н. Боевая эффективность летательных аппаратов [Текст]: Учебник / В.Н. Гевелинг. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1963. – 219 с.
4. Радиолокационные системы многофункциональных самолетов. Том 1. РЛС – информационная основа боевых действий многофункциональных самолетов. Системы и алгоритмы первичной обработки радиолокационных сигналов. /Под ред. А.И. Канащенкова и В.И. Меркулова. - М.: Изд-во «Радиотехника», 2006. – 656 с.

РАЗДЕЛ XXII. МАТЕМАТИКА

Конечная Н.Н.

Асимптотика решений одного класса линейных дифференциальных уравнений

Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова
(Россия, Архангельск)

doi: 10.18411/lj-04-2019-248
idsp: ljournal-04-2019-248

Аннотация

В данной работе получены асимптотические формулы и верхние оценки для решений одного класса линейных дифференциальных уравнений высокого порядка. При этом применяются асимптотические методы, изложенные в работах [1] и [2].

Ключевые слова: квазипроизводные, асимптотика решений, оценки решений, линейные дифференциальные уравнения

Abstract

In this paper, we obtain asymptotic formulas and upper bounds for solutions of a class of high-order linear differential equations. In this case, the asymptotic methods described in [1] and [2] are used.

Keywords: quasi-derivatives, asymptotic solutions, estimates of solutions, linear differential equations

1. Пусть вещественнозначные функции p и q определены и измеримы на полуоси $R^+=[0, +\infty)$, функции p^{-1}, q суммируемы на каждом ее замкнутом конечном подынтервале $[\alpha, \beta] \subset R^+$, α_k (k = 1,2,..., n) – действительные числа, причем $\alpha_k = \alpha_{n+1-k}$, n – натуральное число. Обозначим через F матрицу с элементами f_{ij} (i,j = 1,2,..., n+1), где $f_{k,k+1} = p^{-1}$, $f_{k+1,k} = \alpha_k q$ (k = 1,2,..., n) и $f_{ij} = 0$ при остальных значениях i и j.

Следуя общепринятой процедуре (см., например, [3]), определим посредством F квазипроизводные функции y, полагая $y^{[0]} = y$, $y^{[1]} = p(y^{[0]})'$, $y^{[k+1]}=p((y^{[k]})'-f_{k+1,k}y^{[k-1]})$ (k=1,2,...,n−1), и скалярное квазидифференциальное выражение n + 1 – го порядка, полагая $\nu y = (y^{[n]})' - f_{n+1,n}y^{[n-1]}$.

Таким образом, область определения выражения ν – это множество всех функций y, для которых существуют локально абсолютно непрерывные квазипроизводные $y^{[j]}$ до n−го порядка включительно.

В данной работы исследуется асимптотика решений линейного дифференциального уравнения

$$\nu y = 0 \qquad (1)$$

при $x \to +\infty$, и, как следствие, получены оценки для решений дифференциального уравнения (1). Рассмотрены некоторые частные случаи уравнения (1). Особо стоит отметить второй случай, так как асимптотические формулы для решений этого класса дифференциальных уравнений были получены другим методом в работе [4]. Полученные результаты применяются к исследованию спектральных свойств соответствующего минимального замкнутого дифференциального оператора.

2. Уравнение (1) равносильно системе дифференциальных уравнений

$$Y' = F(x)Y, \qquad (2)$$

где Y – вектор-столбец, элементами которого являются квазипроизводные $y^{[k]}$ функции y (k = 0, 1,..., n). Таким образом, вопрос об асимптотике решений дифференциального уравнения (1) сводится к исследованию асимптотики решений системы дифференциальных уравнений (2).

Матрицу F(x) можно представить в виде

$$F(x) = (q/p)^2 Q(x) C Q^{-1}(x),$$

где $Q(x)$ – диагональная матрица размерности $(n + 1) \times (n + 1)$ вида
$Q = dg\,(1, (pq)^{1/2}, (pq), (pq)^{3/2},..., (pq)^{n/2})$;
C – постоянная матрица с элементами c_{ij} $(i, j = 1,2,..., n+1)$, где $c_{k,k+1} = 1$, $c_{k+1,k} = \alpha_k$ $(k = 1,2,..., n)$ и $c_{ij} = 0$ при остальных значениях i и j.

Перечислим основные предположения относительно матрицы F:

1. матрица C имеет n+1 простое собственное значение $\lambda_1, \lambda_2,..., \lambda_{n+1}$; через $v_1, v_2,...v_{n+1}$ обозначим соответствующие собственные векторы матрицы C;
2. функции p(x) и q(x) отличны от нуля на R^+l;
3. функции $p'(x)$, $q'(x)$ принадлежат пространству $AC_{loc}(R^+)$ локально абсолютно непрерывных функций на полуоси R^+;
4. функция $pq|^{-1/4}(|p|(|pq|^{-1/4})')'$ принадлежит пространству $L_1(R^+)$ суммируемых функций на полуоси R^+;
5. функция $(|\,q\,|/|\,p\,|)^{1/2}$ не принадлежит пространству $L_1(R^+)$ — суммируемых функций на полуоси R^+.

Справедлива следующая теорема:

Теорема. Пусть выполнены условия 1-5. Тогда система (2) имеет решения $Y_k(x)$ $(k = 1,2,..., n+1)$ такие, что при $x \to +\infty$ справедливы асимптотические формулы

$$Y_k(x) = (pq)^{-n/4} Q(x)(v_k + o(1)) \exp\left(\lambda_k \int_0^x (q/p)^{1/2} dt\right). \qquad (3)$$

Доказательство. Преобразование $Y = QZ$ приводит систему (2) к виду

$$Z' = ((q/p)^{1/2} C - Q^{-1}Q')Z, \qquad (4)$$

Пусть T – матрица, вектор – столбцами которой являются собственные векторы $v_1, v_2,...v_{n+1}$ матрицы C. Диагонализируем матрицу C посредством матрицы T. Получим, что $T^{-1}CT = dg\,(\lambda_1, \lambda_2,..., \lambda_{n+1})$.

Вычисления показывают, что $Q^{-1}Q' = ((pq)'/2pq)D$, где $D = dg(0,1,2,..., n)$ – постоянная диагональная матрица. Дальнейшее преобразование $Z = TW$ приводит систему (4) к виду

$$W' = ((q/p)^{1/2}\, T^{-1}CT - ((pq)'/2pq)\, T^{-1}DT)W. \qquad (5)$$

Согласно теореме 1.3.1 из [1, с. 8], система (5) имеет решения $W_k(x)$ $(k=1,2,..., n+1)$ такие, что при $x \to +\infty$ справедливы асимптотические формулы

$$W_k(x) = (e_k + o(1)) \exp\left(\int_0^x \{(q/p)^{1/2} \lambda_k - r_{kk}\,((pq)'/2pq)\}dt\right), \qquad (6)$$

где r_{kk} – к-ый диагональный элемент матрицы $T^{-1}DT$.

Найдем диагональные элементы матрицы $T^{-1}DT$. Пусть E – матрица с элементами $e_{i,n+2-i} = 1$ $(i = 1,2,..., n+1)$ и $e_{ij} = 0$ при остальных значениях i и j $(i,j = 1,2,..., n+1)$, S – симметрическая матрица с элементами $s_{i,n+3-i} = 1$ $(i = 2,3,..., n+1)$, $s_{i,n+1-i} = \alpha_{n+1-i}$ $(I = 1,2,..., n)$ и $s_{ij} = 0$ при остальных значениях i и j $(i,j = 1,2,..., n+1)$.

Так как матрица C имеет различные собственные значения λ_k $(k = 1,2,..., n+1)$, и ее можно представить в виде $C = ES$, то, в силу леммы 1.2.2. из [1, с. 4], строками матрицы T^{-1} являются вектор-строки $(Ev_k)^t/(Ev_k)^t v_k$ $(k = 1,2,..., n+1)$.

Из этого, в частности, следует, что диагональные элементы матрицы $T^{-1}DT$ находятся по формуле $r_{kk} = n/2$ $(k = 1,2,..., n+1)$. Следовательно, асимптотические формулы (6) примут вид

$$W_k(x)= (pq)^{-n/4} (e_k+o(1))\exp\left(\lambda_k \int_0^x (q/p)^{1/2}dt\right).$$

В силу преобразований Y = QTW система (2) имеет решения $Y_k(x)$, для которых при $x \to +\infty$ справедливы асимптотические формулы (3). Теорема доказана.

Замечание. Так как матрица T является постоянной, а элементами первой строки диагональной матрицы Q(x) служат числа, то из асимптотических формул (3) легко получить и асимптотику решений дифференциального уравнения (1) при $x \to +\infty$.

Следствие 1. Пусть выполнены условия 1-5, $pq < 0$ на R^+ и все собственные значения матрицы C действительные. Тогда для всех решений уравнения (1) при больших значениях аргумента верны оценки

$$|y| \le (\text{const})|pq|^{-n/4}. \qquad (7)$$

Доказательство. В силу теоремы при выполнении вышеперечисленных условий система (2) имеет фундаментальную систему решений $Y_k(x)$, для которой при $x \to +\infty$ справедливы асимптотические формулы (3).

Если $pq < 0$ на R^+ и все собственные значения C являются действительными, то в показателе экспоненциальной функции стоит чисто мнимое выражение. Поэтому для решений уравнения (1) будут справедливы оценки (7). Следствие доказано.

Следствие 2. Пусть выполнены условия 1-5, $pq > 0$ на R^+ и все собственные значения матрицы C чисто мнимые. Тогда для всех решений уравнения (1) при больших значениях аргумента верны оценки (7).

3. Рассмотрим следующие примеры:

1) Пусть $\alpha_k = 1$ (k = 1,2,..., n). Матрица C с элементами $c_{k,k+1} = 1$, $c_{k+1,k} = 1$ (k = 1,2,..., n) и $c_{ij}= 0$ при остальных значениях i и j (i,j = 1,2,..., n+1) имеет простые действительные собственные числа $\lambda_k =2\cos(\pi k/(n+2))$ (k = 1,2,..., n+1).

Тогда система (2) имеет решения $Y_k(x)$ (k = 1,2,..., n+1) такие, что справедливы асимптотические формулы при $x \to +\infty$

$$Y_k(x)=(pq)^{-n/4} Q(x)(v_k+o(1))\exp\left(2\cos(\pi k/(n+2)) \int_0^x (q/p)^{1/2}dt\right).$$

Согласно следствию, для решений уравнения (1) верны оценки (7) при условии, что $pq < 0$.

2) Пусть $\alpha_k = k(n+1-k)$ (k = 1,2,..., n). Матрица C с элементами $c_{k,k+1} = 1$, $c_{k+1,k} = k(n+1-k)$ (k = 1,2,..., n) и $c_{ij}= 0$ при остальных значениях i и j (i,j = 1,2,..., n+1) имеет простые действительные собственные числа $\lambda_k =n-2k$ (k = 0,1,..., n).

Тогда система (2) имеет решения $Y_k(x)$ (k = 1,2,..., n+1) такие, что справедливы асимптотические формулы при $x \to +\infty$

$$Y_k(x)=(pq)^{-n/4} Q(x)(v_k+o(1))\exp\left((n-2k) \int_0^x (q/p)^{1/2}dt\right).$$

Согласно следствию, в данном случае для решений уравнения (1) верны оценки (7) при условии, что $pq < 0$.

4. Выражение νy известным образом порождает минимальный замкнутый симметрический оператор L_0 в пространстве $L_2(R^+)$ суммируемых с квадратом модуля функций на полуоси R^+ (см., например, [5]). Известно, что верхнее и нижнее дефектные числа оператора L_0 равны максимальному количеству линейно независимых решений уравнения $\nu y = \mu y$ при $\operatorname{Im} \mu<0$ и $\operatorname{Im} \mu>0$ соответственно. В случае, когда оператор L_0 имеет максимальные дефектные числа, равные порядку n+1 выражения νy, выражение νy называется квазирегулярным (для выражения νy имеет место вполне неопределенный случай). Теорема 1 позволяет получить следующие следствия:

Следствие 3. Пусть выполнены условия 1-5, $pq < 0$ на R^+ и все собственные значения матрицы C действительные. Тогда для выражения νy имеет место вполне

неопределенный случай тогда и только тогда, когда функция $(-pq)^{-n/2}$ принадлежит пространству $L_1(R^+)$ суммируемых функций на полуоси R^+.

Следствие 4. Пусть выполнены условия 1-5, $pq > 0$ на R^+ и все собственные значения матрицы C чисто мнимые. Тогда для выражения νy имеет место вполне неопределенный случай тогда и только тогда, когда функция $(pq)^{-n/2}$ принадлежит пространству $L_1(R^+)$ суммируемых функций на полуоси R^+.

***

1. Eastham M. S. P. The asymptotic solution of linear differential systems. Oxford: Clarendon Press, 1989. 241 p.
2. Федорюк М. В. Асимптотика собственных значений и собственных функций одномерных сингулярных дифференциальных операторов // ДАН СССР. 1966. Т. 169, вып. 2. С. 288 – 291.
3. Everitt W. N., Marcus L. Boudary value problem and symplectic algebra for ordinary differential and quasi-differential operators. Mathematical surveys and monographs, 1999. 560 p.
4. Мирзоев К. А. Об одном классе операторов, связанных с дифференциальными уравнениями второго порядка // Успехи математических наук. 2000. Т. 55, вып. 6. С. 147 – 148.
5. W.N. Everitt, L. Marcus Boundary value problems and symplectic algebra for ordinary differential and quasi-differential operators / AMS: Mathematical Surveys and Monographs, 1999. – Vol.61. – 185 p.

Конечная Н.Н.

Асимптотическое интегрирование линейных дифференциальных уравнений второго порядка

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (Россия, Архангельск)

doi: 10.18411/lj-04-2019-249
idsp: ljournal-04-2019-249

Аннотация

В данной работе сформулированы теоремы об асимптотике фундаментальной системы решений некоторого класса линейных дифференциальных уравнений второго порядка. Полученные результаты применяются к изучению вопроса об индексе дефекта соответствующего симметрического дифференциального оператора. Приведены примеры реализации случая предельного круга для дифференциальных операторов второго порядка.

Ключевые слова: квазипроизводные, асимптотика решений, линейные дифференциальные уравнения

Abstract

In this paper, theorems on the asymptotics of the fundamental system of solutions of a certain class of second-order linear differential equations are formulated. The results obtained are applied to the study of the index of the defect of the corresponding symmetric differential operator. Examples of the implementation of the limit circle case for second order differential operators are given.

Keywords: quasi-derivatives, asymptotic solutions, linear differential equations

1. Пусть $R^+=[0, +\infty)$, μ – вещественнозначная измеримая функция на R^+ такая, что μ^2 суммируема на каждом замкнутом конечном подынтервале полуоси R^+. Пусть далее y – финитная абсолютно непрерывная функция на R^+. Определим квазипроизводную функции y, полагая $y^{[1]} = y' - \mu y$.

Предположим, что функция $y^{[1]}$ также абсолютно непрерывна на R^+, и рассмотрим дифференциальное выражение

$$ly = -(y^{[1]})' - \mu y^{[1]} - \mu^2 y.$$

Таким образом, область определения дифференциального выражения второго порядка ly – это множество всех финитных абсолютно непрерывных функций y, для которых существует локально абсолютно непрерывная квазипроизводная $y^{[1]}$.

Несложно показать, что выражение ly является симметрическим (формально самосопряженным) дифференциальным выражением.

Пусть ν – вещественнозначная измеримая функция на R^+ такая же, как и μ, т.е. функция ν^2 суммируема на каждом замкнутом конечном подынтервале полуоси R^+. Предположив, что функции y и $y_{[1]} = y' - \nu y$ локально абсолютно непрерывны на R^+, рассмотрим дифференциальное выражение второго порядка

$$sy = -(y^{[1]})' - \nu y^{[1]} - \nu^2 y.$$

Рассмотрим далее линейные дифференциальные уравнения второго порядка

$$-(y^{[1]})' - \mu y^{[1]} - \mu^2 y = 0 \quad (1)$$

и

$$-(y^{[1]})' - \nu y^{[1]} - \nu^2 y = 0 \quad (2)$$

Данная работа посвящена установлению достаточных условий на функции μ и ν уравнений (1) и (2) и фундаментальную систему решений u и v уравнения (2), обеспечивающих асимптотическую близость их решений. Полученные результаты применяются к изучению вопроса об индексе дефекта соответствующих симметрических дифференциальных операторов второго порядка.

Справедлива следующая теорема:

Теорема 1. Пусть функции u и v образуют фундаментальную систему решений уравнения (2). Пусть далее функции μ и ν такие, что функции $(\mu-\nu)^2 w^2$, $|\mu-\nu||ww'|$ и $|\mu-\nu||(uv)'|$, где w=u или w=v, принадлежат пространству $L_1(R^+)$ суммируемых функций на полуоси R^+.

Тогда для любой пары вещественных чисел α и β уравнение (1) имеет единственное решение f(x), удовлетворяющее условиям

$$f(x)=(\alpha+a(x))u(x)+(\beta+b(x))v(x),$$
$$f_{[1]}(x)=(\alpha+a(x))u_{[1]}(x)+(\beta+b(x))v_{[1]}(x),$$

где a(x) и b(x) − бесконечно малые функции при $x \to +\infty$.

Применяя классические асимптотические формулы Лиувилля-Грина для решений уравнения (2), получаем достаточный признак асимптотической близости решений дифференциальных уравнений (1) и (2) уже в терминах коэффициентов μ и ν этих уравнений.

Теорема 2. Пусть локально суммируемая на полуоси R^+ функция ν имеет локально абсолютно непрерывную производную второго порядка на R^+.

Пусть далее $\nu'<0$ на R^+, функции $(-\nu')^{-1/4}((-\nu')^{-1/4})''$, $\mu-\nu$, $(\mu-\nu)^2(-\nu')^{-1/2}$ принадлежат пространству $L_1(R^+)$ суммируемых функций на полуоси R^+, а функция $(-\nu')^{1/2}$ не принадлежит этому пространству. Тогда справедливо утверждение теоремы 1.

2. Выражение ly известным образом порождает минимальный замкнутый симметрический оператор L_0 в пространстве $L_2(R^+)$ суммируемых с квадратом модуля функций на полуоси R^+ (см., например, [1]).

Верхнее n_+ и нижнее n_- дефектные числа оператора L_0, равные максимальному количеству линейно независимых решений уравнения $ly = \lambda y$ при $\operatorname{Im}\lambda<0$ и $\operatorname{Im}\lambda>0$ соответственно, равны между собой и равны либо 1, либо 2. Следовательно, пара (n_+, n_-), называемая индексом дефекта оператора L_0, равна либо (1,1), либо (2,2).

В первом случае говорят, что для выражения ly имеет место случай предельной точки, а во втором − случай предельного круга [2]. Таким образом, для выражения ly реализуется случай предельного круга тогда и только тогда, когда все решения уравнения (1) принадлежат пространству $L_2(R^+)$.

Обозначим теперь через S_0 минимальный замкнутый симметрический оператор, порожденный выражением sy в пространстве $L_2(R^+)$ суммируемых с квадратом модуля функций на полуоси R^+.

Теоремы 1 и 2 позволяют найти дефектные числа минимального оператора L_0, порожденного выражением ly в пространстве $L_2(R^+)$, зная эти числа для оператора S_0, порожденного выражением sy. А именно, справедливы следующие утверждения.

Следствие 1. Пусть справедливы условия теоремы 1. Тогда индексы дефекта оператора S_0 и индексы дефекта оператора L_0 совпадают.

Доказательство. Обозначим через u_1 и v_1 решения уравнения (1), определенные равенствами

$$u_1=(1+a(x))u(x)+b(x)v(x), \quad v_1=a(x)u(x)+(1+b(x))v(x).$$

Согласно теореме 1, такие решения существуют и отвечают числам $\alpha=1$, $\beta=0$ и $\alpha=0$, $\beta=1$ соответственно. Легко показать, что u_1 и v_1 являются линейно независимыми решениями уравнения (1).

Вычисления показывают, что функции

$$|u_1|^2+|v_1|^2 \text{ и } |u|^2+|v|^2$$

принадлежат или не принадлежат пространству $L_1(R^+)$ суммируемых функций на полуоси R^+ одновременно. Из этого следует справедливость следствия 1.

Следствие 2. Пусть справедливы условия теоремы 2. Тогда операторы S_0 и L_0 имеют индексы дефекта (2,2) тогда и только тогда, когда функция $(-\nu')^{-1/2}$ принадлежит пространству $L_1(R^+)$ суммируемых функций на полуоси R^+.

Доказательство. В доказанном выше следствии 1 было показано, что индексы дефекта оператора S_0 и индексы дефекта оператора L_0 совпадают.

С другой стороны, согласно асимптотическим формулам Лиувилля-Грина (см., например, [3]), уравнение (2) имеет фундаментальную систему решений u и v, для которых при $x \to +\infty$ справедливы асимптотические формулы

$$u=(-\nu')^{-1/4}\exp\left(i\int_0^x (-\nu')^{1/2}dt\right)(1+o(1)), \quad v=(-\nu')^{-1/4}\exp\left(-i\int_0^x (-\nu')^{1/2}dt\right)(1+o(1)).$$

Поэтому функция $|u|^2+|v|^2$ имеет такое же поведение при $x \to +\infty$, как и функция $(-\nu')^{-1/2}$. Таким образом, функция $(-\nu')^{-1/2}$ принадлежит пространству $L_1(R^+)$ тогда и только тогда, когда линейно независимые решения u и v принадлежат пространству $L_1(R^+)$. Следовательно, оператор S_0, а значит и оператор L_0, имеет индексы дефекта (2,2). Следствие 2 доказано.

2. Пусть теперь μ' означает обобщенную производную, т.е. производную в смысле теории распределений. В смысле теории распределений справедливо равенство $(\mu y)'= \mu' y+ \mu y'$. Следовательно, в выражении ly можно раскрыть все скобки. Сделав это, получаем $ly=-y''+\mu' y$.

Таким образом, оператор L_0 является минимальным замкнутым симметрическим оператором, порожденный выражением $ly=-y''+\mu' y$ в пространстве $L_2(R^+)$ суммируемых с квадратом модуля функций на полуоси R^+, а уравнение $ly = \lambda y$ приобретает вид

$$-y''+\mu' y = \lambda y.$$

Корректное определение оператора Штурма-Лиувилля с потенциалом − распределением, являющимся сингулярным распределением первого порядка, рассмотренное здесь, приведено в [4], [5].

Построим примеры реализации случая предельного круга для симметрических дифференциальных выражений второго порядка.

Пусть ν − отрицательная, строго убывающая и трижды непрерывно дифференцируемая функция на R^+, удовлетворяющая условиям теоремы 2, и такая, что ее производная также строго убывает на R^+, а функция $(-\nu')^{-1/2}$ принадлежит пространству $L_1(R^+)$ суммируемых функций на полуоси R^+.

Пусть далее x_n $(n=1,2,\ldots)$ − бесконечно большая возрастающая последовательность положительных чисел, $x_0=0$. На каждом отрезке $[x_k, x_{k+1})$ отметим произвольную точку z_k и определим на R^+ функцию ν, полагая $\mu(x)=\nu(z_k)$ на каждом отрезке $[x_k, x_{k+1})$. Тогда распределение μ', очевидно, имеет вид

$$\mu'=h_0\delta(x-x_0)+h_1\delta(x-x_1)+\ldots,$$

где $h_k=\nu(z_{k+1}) - \nu(z_k)$ − вещественные числа, $\delta(x)$ − дельта - функция.

Вычисления показывают, что если ряд

$$\sum \nu'(x_{k+1})|^2(x_{k+1}- x_k)^2$$

сходится, то выполняются все условия следствия 2. Поэтому операторы S_0 и L_0 имеют индексы дефекта (2,2), т.е. для операторов S_0 и L_0 реализуется случай предельного круга.

Приведем примеры последовательностей чисел x_k (k=1,2,…) и функций ν, удовлетворяющие всем выше перечисленным условиям, необходимых для реализации случая предельного круга.

I. Пусть $x_k=\alpha \ln k$ и $\nu(x)= -x^{\beta}-1$, где числа $\alpha>0$ и $\beta>3$.

II. Пусть опять $x_k=\alpha \ln k$, а $\nu(x)= -e^{\beta x}$, где $\alpha>0$, $\beta>0$ и $\alpha\beta<1$.

***

1. W. N. Everitt, A. Zettl Generalized symmetric ordinary differential expressions I: The general theory // Nieuw archief voor wiskunde (3). – 1979. – XXVII. – p. 363-397.
2. H. Weyl Uber gevohnlice Differentialgleichungen mit Singularitaten und die zugehorigen Ehtwicklungen willkurlicher Funktionen // Math. Ann.–vol. 68.– 1910. – p. 220-269.
3. Eastham M. S. P. The asymptotic solution of linear differential systems. Oxford: Clarendon Press, 1989. 241 p.
4. А.М. Савчук, А.А. Шкаликов Операторы Штурма-Лиувилля с сингулярными потенциалами // Математические заметки. – 1999. – 66:3. – С. 847-912.
5. А.М. Савчук, А.А. Шкаликов Операторы Штурма-Лиувилля с потенциалами - распределениями // Труды Моск. Матем. Общества. – 2003. – 64. – С. 159-212.

Коринец Е.М.

Решение практических задач гидрологии с применением информационных систем и технологий

Российский государственный гидрометеорологический университет (Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/lj-04-2019-250
idsp: ljournal-04-2019-250

Аннотация

Проведён критический анализ эффективности формул для расчета расходов донных наносов и предложена новая методика, включающая в себя использование баз данных и баз знаний, которая может служить основой автоматизированной информационной системы принятия решений.

Ключевые слова: речная система, база знаний, информационная система, параметрическая модель, компьютерная технология.

Abstract: a critical analysis of the efficiency of formulas for calculating the flow of bottom sediments is carried out and a new technique is proposed, which includes the use of databases and knowledge bases, which can serve as the basis for an automated information decision-making system.

Keywords: river system, knowledge base, information system, parametric model, computer technology.

На основе данных исследований по оценке формул для расчета расходов донных наносов были сделаны выводы о причинах неудовлетворительных результатов расчетов по ним. Одной из основных причин таких результатов явилось то, что для равнинных пойменных рек не учитывался эффект взаимодействия руслового и пойменного потоков. Тогда была сформулирована новая научная задача по оценке влияния эффекта взаимодействия руслового и пойменного потока на транспорт донных наносов, для ее решения было необходимо экспериментальным путем установить влияние пойменной шероховатости на транспортирующую способность руслового потока.

Методика проведения экспериментов была оптимизирована введением нового параметра, отвечающего за вариативность характера подстилающей поверхности поймы. Проведенные экспериментальные исследования по предложенной методике позволили выявить новые закономерности в поведении геосистемы. Впервые экспериментальным путем подтвержден факт резкого увеличения транспортирующей способности русловой составляющей потока в периоды подъема уровней при пропуске паводков и половодий, когда в русло реки поступает наибольшее количество наносов, и ее снижения при спаде уровней, когда в русло реки поступает «осветленный поток».

Также была разработана база данных для геоинформационной системы, которая отличается от использованных ранее тем, что данные по речной геосистеме классифицированы, структурированы, и предложены диапазоны их измерений, с учетом новых параметров, использованных в модифицированной методике. Для представления в графическом виде информации, по экспериментальной оценке, влияния эффекта взаимодействия руслового и пойменного потоков, была разработана программа визуализации.

Основным результатом, полученным по итогам разработки данного программного обеспечения, является обоснование структуры и содержания базы знаний для прогнозирования русловых деформаций, включающие в себя новый методический аппарат и систематизированную базу данных для этого аппарата. Данная база знаний позволит сформировать единое информационное поле научного эксперимента на физической модели, посвященного эффекту взаимодействия руслового и пойменного потоков, а архитектура этой базы может быть адаптирована к множеству еще не рассмотренных условий, которые охватывает данная проблематика.

Научные и технические задачи для народного хозяйства состоят, в первую очередь, в том, чтобы обеспечить потребителя информацией, контролем и поддержкой принятия управленческих решений в сфере планирования и проектирования гидротехнических сооружений, а также в предупреждении чрезвычайных ситуаций. Однако из-за многофакторной зависимости гидравлических сопротивлений, большинство методик несовершенно, именно это требует глубокого анализа и осмысления методов расчетов и приводит к необходимости дальнейших разработок с целью учета различных факторов. Между тем можно воспользоваться более корректными методами обработки натурных данных, используя информационные технологии, в частности регрессионные гидравлические модели. Для характеристики гидравлических сопротивлений зарастающих русел было предложено рассматривать параметр Великанова. Его особая ценность состоит в том, что он может быть определен непосредственно по гидрометрическим данным [1, с.145].

Как показали численные эксперименты, методика, основанная на хронологическом представлении параметра Великанова, в полной мере отражает изменения пропускной способности русла и является наиболее рациональной математической основой компьютерной технологии ведения Государственного Водного Кадастра [2, с. 218].

Приведенная методика интерпретации гидрометрических данных позволяет получить характеристики режима и количественные оценки гидравлических сопротивлений зарастающих русел. При этом объективно устанавливается сложность и неоднозначность проявлений зарастания. Большое научно-практическое значение имеет обобщение полученных результатов и обоснование допустимости их распространения на неизученные объекты [3, с.116].

В результате становится возможной расчетная оценка пропускной способности русла неизученных рек. Естественно, для каждого конкретного створа величины коэффициентов шероховатости рассчитываются с той или иной степенью приближения [4, с.107]. Но в сравнении с соответствующими описательными шкалами шероховатости русел количественная определенность полученных зависимостей дает все основания для их предпочтения [5, с.25].

Любая расчетная методика должна вытекать из соответствующих математических моделей изучаемого процесса, а измерения должны служить для идентификации их параметров [6, с.174]. Наилучшим комплексным решением задачи сбора, обработки, хранения и вывода натурных данных измерений, является информационно-измерительные системы на основе современных микроконтроллеров. Микроконтроллеры входят в состав большинства современных систем сбора и обработки информации, не исключение и гидрометрические приборы и оборудование, в которых микроконтроллеры выполняют часто также и функции автоматического управления [7, с.73].

Высокопроизводительные микроконтроллеры на базе ядра ARM9 с 32-разрядными вычислителями и с тактовой частотой до 200 МГц позволяют переносить подавляющую часть алгоритмов первичной обработки в состав встраиваемого программно-математического обеспечения средств измерений [8, с.26]. Перенос части алгоритмов обработки первичных данных позволяет разгрузить вычислительные средства вторичной обработки и повысить надежность информационно-измерительных систем в случае повреждения программного обеспечения. Работа контроллеров средств измерений под управлением операционной системы создает дополнительные эксплуатационные удобства, возможность быстрой замены алгоритмов обработки данных при проведении испытаний или научных исследований без необходимости вскрытия корпусов приборов.

***

1. Векшина Т.В., Большаков В.А. Математическая модель влияния зарастания на гидравлические сопротивления речных русел // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право / Вып. 3 (21) / Под ред. д.т.н., проф. Истомина Е.П. – СПб.: ООО «Андреевский издательский дом» – 2017 г – С. 145-147
2. Большаков В.А., Векшина Т.В. Гидравлические сопротивления и учет стока при зарастании русел рек водной растительностью//Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов 31 марта 2016 г. по материалам III международной научно-практической конференции/ Под общ. Ред. А.В. Туголукова – Москва: ИП Туголуков А.В., 2016 – 259с.
3. Векшина Т.В., Карасев И.Ф. Режим гидравлических сопротивлений зарастающих речных русел / Труды Академии проблем водохозяйственных наук. Вып. 9. Проблемы русловедения. – М.: изд. МГУ, 2003. – 220с., с.112-122
4. Карасев И.Ф., Векшина Т.В. Расчетная оценка гидравлических сопротивлений русел зарастающих рек // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева/ Т.245. – 2006. – С. 101-108
5. Векшина Т.В. Гидравлические сопротивления русел рек, зарастающих растительностью // Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета № 15. Научно-теоретический журнал. – СПб.: изд. РГГМУ, 2010. – С. 19-26.
6. Векшина Т.В., Большаков В.А. Оптимизация гидрометрического учета стока зарастающих рек//Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов 29 апреля 2017 г. по материалам XVI международной научно-практической конференции/ Под общ. Ред. А.В. Туголукова – Москва: ИП Туголуков А.В., 2017 – 259с.
7. Большаков В.А., Векшина Т.В. Применение микроконтроллеров в гидрологических измерительных системах // Сб.тр.71-й науч.-техн. конф., посвященной Дню радио. СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. 472с. – С.73-74.
8. Большаков В.А., Векшина Т.В. Устройство для измерения направления и скорости воздушного потока. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право / Вып. 3 (21) / Под ред. д.т.н., проф. Истомина Е.П. – СПб.: ООО «Андреевский издательский дом» – 2017. – С. 25-27.

Кормич Е. В., Москаленко И. С.

Значение формирования математических понятий у студентов специальностей юридической направленности

Крымский филиал ФГБОУВО «Российский государственный университет правосудия», г. Симферополь
(Россия, Симферополь)

doi: 10.18411/lj-04-2019-251
idsp: ljournal-04-2019-251

Аннотация

Статья посвящена вопросам формирования понятийного аппарата и его значения для студентов образовательных организаций юридической направленности. Рассмотрены этапы данного процесса, а также основные способы реализации: индуктивный, дедуктивный и ассоциативный. Обоснована взаимосвязь математических методов и качественного, конструктивного решения юридических задач.

Ключевые слова: формирование понятий, логическое мышление, абстрактное мышление, дедукция, индукция, ассоциативный способ, математические методы, юрист, юридические науки.

Abstract

The article is devoted to the formation of the conceptual apparatus and its importance for students of educational organizations of legal orientation. The stages of this process, as well as the main methods of implementation: inductive, deductive and associative. The interrelation of mathematical methods and qualitative, constructive solution of legal problems is proved.

Keywords: formation of concepts, logical thinking, abstract thinking, deduction, induction, associative method, mathematical methods, lawyer, legal Sciences.

«Математику уже затем учить надо,
что она ум в порядок приводит»
М.В. Ломоносов

Одним из главных требований к результатам освоения Программ подготовки специалистов различных специальностей согласно федеральным государственным образовательным стандартам является максимальная сформированность общей профессиональной компетенции, то есть способности принимать решения и уметь действовать, используя знания и умения, полученные опытным путем. Таким образом, образовательный процесс необходимо направить уже не только на усвоение предметов общеобразовательного цикла, накопления знаний, но и на развитие личностных качеств. Обучение приобретает развивающую функцию.

В развитии познания математика является одной из основополагающих. Математические методы дают возможность сравнивать явления количественно, проверять правильность словесных утверждений, делать более конкретными описания процессов. Математизация, собственно, и заключается в применении количественных понятий и формальных методов математики к качественно разнообразному содержанию частных наук [2].

Не являются исключением в этом плане и юридические науки. Статистические данные, нормативно-правовая и криминологическая информация анализируются с помощью математических средств. Фиксация и исследование объектов судебных экспертиз, формирование выводов в заключении эксперта опирается на научный аппарат формализации фактической информации [3].

Будущему юристу необходимо за время обучения сформировать профессиональное мышление, умение правильно делать достоверные выводы и прогнозы на основании полученных данных. На самом деле, юриспруденция тесно

связана с математикой. Расчеты, доказательства, подходы к решению возникающих практических задач аналогичны математическим методам.

Основным средством формирования конструктивного мышления являются понятия. Значительный объем знаний, которые используемые человеком во всех сферах деятельности, составляют понятия. Умение оперировать понятиями требует активной мыслительной деятельности. А мышление является активным процессом отражения объективного мира в сознании человека. Глубокое понимание сущности изучаемых предметов и явлений теории, отраженной в системе научных понятий можно обеспечить включением в активную деятельность.

Роль понятий неоднозначна. Процесс доказательства фактического материала основывается на уже известной аргументации, однако в любом доказательстве раскрываются другие понятия, а также уточняются и углубляются сопутствующие знания.

В образовательном процессе будущих специалистов юридической направленности формирование понятийного аппарата служит средством для развития знаний и умений рассуждать и доказывать, а также для совершенствования познавательных логических универсальных учебных действий. Умение анализировать – это умение применять метод научного исследования состоящий в мысленном и фактическом разложении целого на составные части. Логика-это рассуждение. Логическое мышление – способность рассуждать. Логические приемы формирования понятий по своей сути сходны с приемами решения юридических задач, основанных на установлении общих свойств, выделением существенных признаков, соединением в определенное единство.

Рассматривая различные подходы к формированию понятий, можно выделить следующие основные этапы:

1) анализ полученного материала и выделение существенных признаков понятия;
2) обобщение признаков понятия. Формулировка. Определения термина (если ранее не использовался);
3) работа над точностью формулировки определения понятия;
4) углубление понятия. Перенос знаний на новый материал. Установление взаимосвязей с другими понятиями.

Логические приемы формирования понятий реализуется путем выделения существенных признаков объектов, процессов, явлений. При этом используются следующие мыслительные операции:

1) *сравнение*-установление сходства или различия предметов действительности;
2) *анализ*-мысленное расчленения содержания предмета на составляющие его признаки;
3) *синтез*-мысленное соединение признаков, расчлененных в результате анализа;
4) *абстрагирование*-мысленное выделение признака или отельных признаков предмета из всей совокупности признаков и отвлечение от них;
5) *обобщение*-объединение в группы предметов с учетом их общих признаков.

Основными способами формирования понятий, безусловно, являются индуктивный и дедуктивный методы. Данные методы принимаются как синоним научного исследования. В научном познании индукция и дедукция, как правило, переплетаются друг с другом. Любое исследование проходит в чередовании данных способов, не противопоставляя их друг другу. Тем более, что они не являются единственными. Применение индуктивных и дедуктивных способов определяет логику рассуждения: от частного к общему или от общего к частному.

Индукция, как эмпирический метод, основана на предварительном изучении предметов, фактов, явлений с последующим формулированием гипотез и теорий.

Дедукция, являясь логическим методом исследования, основывается на предварительном выведении общих теорий с последующей проверкой на практике. Дедукция тесно связана с обобщением. Полученные общие положения применяются при решении частных, конкретных задач.

Формирование понятия с помощью индукции имеет следующую последовательность:

1) рассмотрение отдельного явления, объекта и выделение некоторых признаков, свойств;
2) полученные свойства, признаки сравниваются и классифицируются по сходству или различию;
3) свойства уточняются (синтезируются или обобщаются);
4) формируется понятие;
5) полученное понятие применяется к различным объектам, имеющим свойства, выявленные в результате анализа.

Недостаток индукции заключается в больших временных затратах на изучение нового материала. На практике чаще используется неполная индукция. При этом общие выводы строятся на основании наблюдения ограниченного количества фактов. Следовательно, полученные знания носят вероятностное значение, полученные понятия требуют дополнительного подтверждения.

Дедуктивные рассуждения проводятся следующим образом: строится гипотеза о причинах и закономерностях данного предмета или явления, которая предполагается изначально верной. Следующим этапом является отбор из множества предположений наиболее вероятной. Далее из данного предположения выводится следствие (умозаключение). И на основе опытного подтверждения делается окончательный вывод.

Дедуктивный метод способствует активизации развития абстрактного мышления, позволяет быть более конкретным и результативным мышлению человека.

Еще одним из способов формирования понятия является ассоциативный (ассоциативная теория). Первоначально предметы, явления рассматриваются наглядно. Далее следует наблюдения за выбранными предметами или явлениями. При этом происходит процесс выявления свойств, характеристик, связей. Анализируются полученные результаты и систематизируются общие для рассматриваемых объектов свойства или отличающие их от предметов, явлений разных групп. Обобщенные свойства абстрагируются путем закрепления терминологией с последующим применением к различным классам объектов, обладающих выявленными общими свойствами. Путь формирования понятия в этом случае следующий: предметы (явления) окружающей действительности → их восприятие → выделение существенных признаков → понятия.

Таким образом, формирование понятийного аппарата у будущих профессионалов-юристов в ходе преподавания математики способствует развитию абстрактного мышления, умению выделять главное, находить общее, что необходимо для качественного и быстрого решения юридических задач. Не обладая умением мыслить абстрактно, сложно применять на практике один из основных принципов: «важно лишь то, что можно доказать».

Анализ и логика являются важнейшими инструментами юриста. Без анализа и четких логических построений не обойтись при решении юридических задач начиная от консультирования и заканчивая обжалованием решений судов [2].

Содержательный понятийный аппарат математики оказывает неоценимую помощь отражения в абстрактном виде структуру отдельных правовых систем, их цели, функции, происходящие в них процессы сбора, обработки и использования информации.

Юридические науки изучают социальные объекты, явления, являющиеся достаточно сложными, многомерными. С одной стороны, это требует количественного и качественного анализа, связанных с ними свойствами, схемами, процессами. С другой стороны, необходимо соответствие используемых математических средств тем реальным связям и отношениям, которые существуют в объектах исследования.

Формирование понятийного аппарата на примерах решения стандартизированных математических задач и упражнений должно облегчить реализацию более точного и достоверного формирования правовых понятий, вырабатывающихся в процессе длительного развития юридических наук с учетом потребностей практики в применении законов и иных нормативных актов [1].

***

1. Гаврилова О. А. «Математические методы и модели в социально-правовом исследовании», М., Наука, 1980г.
2. Ганичева А.В. Математика для юристов: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2017 204 с.
3. Тихомиров Н.Б., Шелехов А.М. Математика: Учебный курс для юристов. —М.: Юрайт, 2000 — 223 с.

РАЗДЕЛ XXIII. ХИМИЯ

Гусева Е.В., Потапова А.В.

Комплексно-радикальная полимеризация метилметакрилата в присутствие тетра{пероксодихлорфосфинродий(III)}каликс[4]резорцина

Казанский национальный исследовательский технологический университет
Казанский кооперативный институт (филиал) Российского университета
(Россия, Казань)

doi: 10.18411/lj-04-2019-252
idsp: ljournal-04-2019-252

Аннотация

В статье рассмотрены кинетические закономерности комплексно-радикальной полимеризации метилметакрилата в присутствие тетра{пероксодихлорфосфинродий(III)}каликс[4]резорцина. Показано, что введение его в состав инициирующей системы увеличивает константу скорости реакции, сохраняет узкое молекулярно-массовое распределение и способствует образованию макромолекул с низким молекулярным весом.

Ключевые слова: метилметакрилат, полиметилметакрилат, комплексно-радикальная полимеризация, перекись бензоила, тетра{пероксодихлорфосфинродий(III)}каликс[4]резорцин, константа скорости реакции, диоксан, формамид

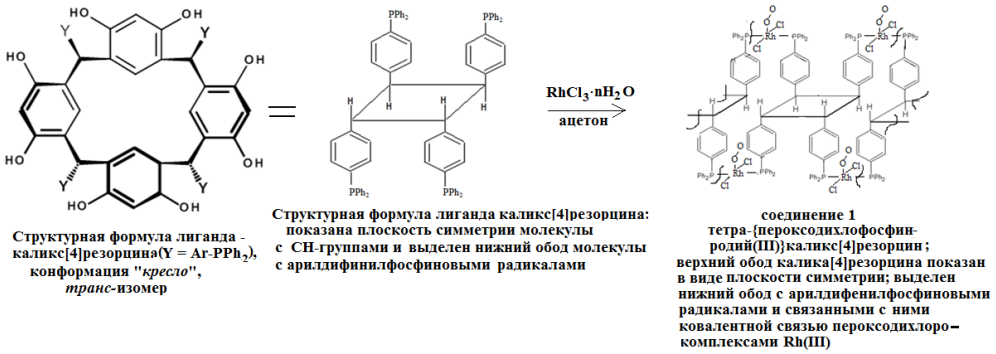
Abstract

The article considers the kinetic regularities of the complex-radical polymerization of methyl methacrylate in the presence of tetra{peroxodichlorphosphinrhodium(III)}calix[4]resorcine. It has been shown that introducing it into the initiating system increases the reaction rate constant, maintains a narrow molecular weight distribution and promotes the formation of macromolecules with a low molecular weight.

Keywords: methylmethacrylate, polymethylmethacrylate, complex-radical polymerization, benzoyl peroxide, tetra{peroxodichlorophosphinrhodium(III)}-calix[4]resorcine, reaction rate constant, dioxane, formamide

Большое количество различных композиционных материалов изготавливают из полиметилметакрилата (**ПММА**). Полимеризация метилметакрилата (**ММА**) – мономера **ПММА** – с участием радикальных частиц была и до настоящего времени остается основным способом синтеза полимера. В последние несколько десятилетий для управления ростом полимерной цепи в условиях радикальной полимеризации используют высокоэффективные инициирующие системы, содержащие соединения d-металлов с различными элементорганическими молекулами [1-3]. В настоящее время одними из перспективных объектов синтетической органической химии являются супрамолекулы, научно-практический потенциал, которых огромен и проявляется в их агрегационных и каталитических свойствах [4-5]. Формирование комплексов металлов на основе супрамолекул способно снизить расход реагентов и подключить факторы управления каталитическим процессом, используя супрамолекулярный лиганд, например, в качестве гетерогенной фазы [6].

В качестве новой инициирующей системы в реакции радикальной полимеризации **ММА** нами использовалась смесь перекиси бензоила (**ПБ**) и **тетра{пероксодихлорфосфинродий(III)}каликс[4]резорцина** - соединение **1** (рис. 1) [7].



Структурная формула лиганда - каликс[4]резорцина(Y = Ar-PPh_2), конформация "*кресло*", *транс*-изомер

Структурная формула лиганда каликс[4]резорцина: показана плоскость симметрии молекулы с CH-группами и выделен нижний ободок молекулы с арилдифинилфосфиновыми радикалами

соединение 1 тетра-{пероксодихлофосфин-родий(III)}каликс[4]резорцин; верхний обод калика[4]резорцина показан в виде плоскости симметрии; выделен нижний обод с арилдифенилфосфиновыми радикалами и связанными с ними ковалентной связью пероксодихлоро–комплексами Rh(III)

*Рисунок 1 – Структурная формула лиганда и комплекса **1***

Соединение **1** способно проявлять каталитические свойства за счет переноса одного или двух электронов вследствие электронного перераспределения между координационным центром и каликсрезорциновой матрицей [6]. Катализатор комплексно-радикальной полимеризации **ММА** подобного типа описан в [2], но в его структуре отсутствуют супрамолекулярные лиганды. *Цель работы заключалась в исследование кинетических закономерностей полимеризации **ММА** в присутствие инициирующей системы «**ПБ**+соединение **1**».*

Соединение **1** получено согласно [7]. Растворители - диоксан (Д), формамид (Ф), ацетон (А) и **ММА** использовали марок «Ч», чистили по стандартным методикам и перегоняли непосредственно перед применением. Количество используемого **ММА** (2.0 мл) и $C_{\mathbf{ПБ}}$ = 0.025 г/мл (0.1106 моль/л) оставались постоянными; каталитическая активность комплекса **1** исследовалась при минимально возможных концентрациях (C_1) от $0.5\cdot10^{-4}$ до $2.0\cdot10^{-4}$ моль/л. Такие концентрации в 10 раз меньше по сравнению с концентрациями комплексов в работах [2, 3].

Реакцию комплексно-радикальной полимеризации **ММА** проводили с использованием термостатируемого при 60.0±0.1°С дилатометра [8]. Соединение **1** первоначально растворяли в 2 мл бинарной смеси растворителей формамид-диоксан, поскольку отдельно в каждом из используемых растворителей равномерного распределения **ММА** не происходит. Реакцию проводили при заполнении термостатируемого дилатометра приготовленными растворами. Измерения проводили с помощью катетометра, записывая время и показания высоты (*h*). Из полученных графических зависимостей *h=h(t)* определяли значения *dh/dt* для расчёта скорости реакции по уравнению:

$$V_{\text{пм}} = \left(10^3 * \pi * r^2 / V * \delta_M * M \right) * \left(dh / dt \right), \text{(моль/л*с)} \qquad (1)$$

где *r* – радиус дилатометра в см; δ_M – параметр, связанный с контракцией мономера при полимеризации и равный разности обратных величин плотностей мономера и полимера, при 60°С для **ММА** ρ*M=0.899* г/см^3, для **ПММА** ρ*П=1.190* г/см^3; **М** – молекулярная масса мономера; V — начальный объем реакционной массы в мл при температуре **Т**, получаемый из объема при $\mathbf{T_o}$=20°С (V_o) с учетом коэффициента теплового расширения мономера (для **ММА** α=*0.001* мл/град) по формуле:

$$V = V_0 * \left(1 + \alpha(T - T_0)\right), \text{см}^3 \qquad (2)$$

Порядок реакции определялся по тангенсу угла наклона зависимости скорости полимеризации от C_1 в логарифмических координатах. Расчет кинетических параметров для каждого состава инициирующей системы (**ПБ + соединение 1**) проводили, исходя из измерений для трех повторяющихся серий экспериментов.

Молекулярно-массовое распределение (**ММР**) определяли методом дробного осаждения [9], где растворитель - ацетон, осадитель – дистиллированная вода. Согласно ГОСТ 18249-72 все измерения и вычисления проводились при концентрации полимера не более 0,01 г/см^3. Молекулярную массу (**М**) вычисляли с помощью уравнения Марка-Хувика. Ошибка в определении $\mathbf{M_w}$ (по максимальному отклонению точек) не превышала 10% от среднего значения.

Спектры ИК (4000–450см$^{-1}$) сняты на спектрометре «UR20» Karl Zeiss Jena; образцы выполнены в виде тонких пленок, выкристаллизованных из ацетона с дальнейшим высушиванием на водоструйном насосе до постоянной массы. Электронные спектры поглощения (ЭСП) в УФ- и видимой области записаны на спектрофотометрах «СФ-16» (200–350 нм) и «Specol» (350–700 нм); толщина кювет 1 см, концентрация растворенного вещества 1×10^{-3} моль/л. Спектры электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) растворов полимера регистрировали на спектрометре «SE/X-2544» («Radiopan», Венгрия) при 300К и 9.020 Ггц.

Исследование кинетических закономерностей (табл. 1, см ниже) реакции показало, что на начальном этапе полимеризации **ММА** в присутствии **ПБ** с добавкой любого количества **1** скорость процесса выше, чем в присутствии только **ПБ**. Скорость процесса ($V_{пм}$) и эффективная константа скорости ($\mathbf{k_{эфф}}$) увеличиваются относительно холостого эксперимента (табл. 1, №1) при введении в инициирующую систему **1**, но зависимость между C_1 и $\mathbf{k_{эфф}}$ носит неравномерный характер. При Ф: Д = 10: 90 (об.%) наблюдается увеличение $\mathbf{k_{эфф}}$ при увеличении $\mathbf{C_1}$ в пределах $(0.50\div1.25)\cdot10^{-4}$ моль/л. Далее увеличение $\mathbf{C_1}$ в пределах $(1.50\div2.00)\cdot10^{-4}$ моль/л приводит к снижению $\mathbf{k_{эфф}}$. При Ф: Д = 20:80 (об.%) $\mathbf{k_{эфф}}$ остается практически одинакова при $\mathbf{C_1} = 0.50\cdot10^{-4}$, $1.50\cdot10^{-4}$ моль/л, а в интервале между вышеперечисленными концентрациями ($\mathbf{C_1} = 1.25\cdot10^{-4}$ моль/л) $\mathbf{k_{эфф}}$ снижается. При Ф: Д = 30:70 (об.%) увеличение $\mathbf{C_1}$ в пределах $(0.50\div1.00)\cdot10^{-4}$ моль/л практически не изменяет $\mathbf{k_{эфф}}$. Но далее увеличение $\mathbf{C_1}$ до $1.5\cdot10^{-4}$ моль/л приводит к резкому снижению $\mathbf{k_{эфф}}$.

Таблица 1

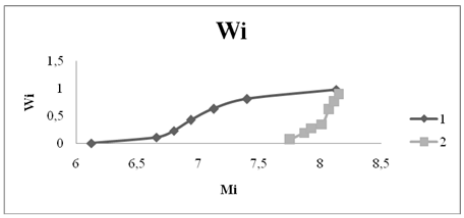
*Кинетические параметры реакции полимеризации **ММА**; [**ПБ**] = 0.1106 моль/л*

№	С1·104, моль/л	Ф: Д, (об.%)	kэфф·106, 1/л·с-1	Порядок
1	-	-	1,08	
2	0.50	10:90	1,83	0,333
3	1,25		2,70	
4	1,50		2,28	
5	2,00		1,33	
6	0,50	20:80	1,63	0,124
7	1,00		1,39	
8	1,50		1,67	
9	0,50	30:70	1,43	0,108
10	1,00		1,40	
11	1,50		1,12	

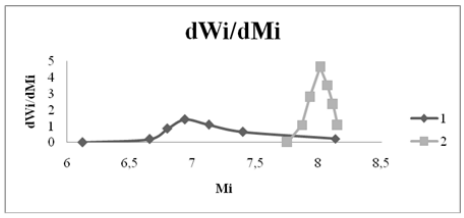
Наибольшая $\mathbf{k_{эфф}}$ наблюдается при Ф: Д = 10: 90 (об.%) и $\mathbf{C_1} = 1{,}25\cdot10^{-4}$ моль/л; наибольшие $\mathbf{k_{эфф}}$. при Ф: Д = 20:80 и 30:70 (об.%) намного меньше и зафиксированы соответственно при $\mathbf{C_1} = 1.5\cdot10^{-4}$ и $0.5\cdot10^{-4}$ (моль/л).

Очевидно, наибольшее значение $\mathbf{k_{эфф}}$ при увеличении в системе объемного содержания формамида связано с наличием специфической сольватации соединения **1** вышеозначенным растворителем [6], при которой стерическая доступность активных центров комплекса максимальна.

Для любого полимера очень важной характеристикой является **ММР**. Полученные интегральные и дифференциальные (рис. 2) кривые **ММР** схожи друг с другом при использовании любой $\mathbf{C_1}$ и при любом соотношении Ф: Д, но отличаются от таковых при использовании одного **ПБ.**



Усредненные интегральные кривые молекулярно-массового распределения ПММА полученного: 1 - в присутствии только одного ПБ; 2 - в присутствии ПБ и соединения 1 в различных концентрациях при различных соотношениях растворителей в составе бинарной смеси растворителей «формамид-диоксан»



Усредненные дифференциальные кривые молекулярно-массового распределения ПММА полученного: 1 - в присутствии только одного ПБ; 2 - в присутствии ПБ и различных концентрациях соединения 1 при различных соотношениях растворителей в составе бинарной смеси растворителей «формамид-диоксан»

Рисунок 2 - Кривые молекулярно-массового распределения ПММА

Таким образом, введение **1** в состав инициирующей смеси позволяет сохранить узкое **ММР**, что имеет большое значение для прочностных характеристик полимера, и позволяет добиться небольших молекулярных весов макромолекул. Поскольку процесс радикальной полимеризации является цепным и большинство виниловых мономеров полимеризуется с образованием гигантских макромолекул. Очевидно, на начальном этапе реакции комплекс **1** способствует образованию комплексных радикалов, которые приводят к увеличению числа центров роста макромолекул. Очевидно, его строение близко к комплексу, описанному в работе [10]. В дальнейшем на стадии роста цепи комплекс **1** снижает активационный барьер для присоединения последующего мономерного звена. На стадии обрыва цепи присутствие комплекса **1** позволяет снизить активационный барьер рекомбинации макрорадикалов, что в свою очередь позволяет сохранить узкое молекулярно-массовое распределение.

В ИК спектрах образцов пленок полимера полоса поглощения (п.п.) в области 1639 $см^{-1}$, принадлежащая $\nu(C{=}C)_{vinyl}$, отсутствует [11], что указывает на близкую к 100% конверсию мономера. Также наблюдается уменьшение интенсивности п.п. (d–d) переходов ~ 440, 410, 380 нм в растворах полученных полимеров при сравнении ЭСП последних с ЭСП растворов комплекса **1** в начальный момент. Полоса переноса заряда металла-лиганд (ПЗМЛ) при ~ 550, 530 нм, наблюдаемая в комплексе **1** в виде дублета в ЭСП раствора полимера изменяется — низкочастотная компонента исчезает, интенсивность высокочастотной компоненты падает, п.п. перехода (σ---σ*) при 340 нм становится широкой и фиксируется небольшое расщепление. Исследования методом электронного парамагнитного резонанса также не фиксирует парамагнитных продуктов в растворах полученного полимера.

Сравнение полученных данных в реакции полимеризации **ММА** по соединению **1** с инициирующими системами, представленными в работах [1, 2, 12] показало, что **1** является значительно более активным. В частности [2], при использовании смеси — [2,2.-дихлорацетофенон] = $39{\cdot}10^{-3}$ моль/л, $[RhCl(PPh_3)_3]$ = $19.5{\cdot}10^{-3}$ моль/л, $[PPh_3]$ = $27.3{\cdot}10^{-3}$ моль/л при 60°С в тетрагидрофуране и $C_{ММА}$= 7.5 моль/л получаются следующие характеристики **ПММА**: время полимеризации – 21ч; соотношение [катализатор]/[инициатор] = 0.1; Конверсия – 75 %; М = 18500. Уменьшение $[PPh_3]$ = 0.14 моль/л увеличивает время полимеризации – 24ч; соотношение [катализатор]/[инициатор] = 0.5 и молекулярную массу М = 28500; при этом конверсия – 75 %. Для соединения **1** в составе инициирующей смеси получаются следующие параметры полимеризации: время полимеризации – 1.5ч; соотношение [катализатор]/[инициатор] = 0.0113, конверсия – 100 % и М=36700. Для исследуемой нами системы низкое соотношение [катализатор]/[инициатор] и непродолжительное время реакции является преимуществом, хотя и получаемая молекулярная масса М выше, однако незначительно при 100% конверсии мономера.

Таким образом, кинетические исследования реакции комплексно-радикальной полимеризации метилметакрилата в присутствие инициирующей системы «**ПБ** + соединение **1**»позволяют заключить, что введение соединения **1** в состав инициирующей смеси увеличивает константу скорости реакции. Таким образом, соединение **1** является катализатором комплексно-радикальной полимеризации

метилметакрилата. Протестированный катализатор способствует сохранению узкого молекулярно-массового распределения и образованию макромолекул с низким молекулярным весом.

***

1. Duquesne, E. Nickel-catalyzed supported ATRP of methyl methacrylate using cross-linked polystyrene triphenylphosphine as ligand / E. Duquesne, J. Habimana, Ph. Dege´e, and Ph. Dubois // Macromolecules. – 2005 – V. 38 - P. 9999-10006.
2. Moineau, G. Controlled radical polymerization of methyl methacrylate initiated by an alkyl halide in the presence of the Wilkinson catalyst / G. Moineau, C. Granel, Ph. Dubois, R. Jerome, Ph. Teyssie // Macromolecules. - 1998, V. 31. – P. 542-544.
3. Wang, J.S. Controlled "Living" Radical Polymerization. Halogen Atom Transfer Radical Polymerization Promoted by a Cu(I)/Cu(II) Redox Process / J.S. Wang, K. Matyjaszewski // Macromolecules. – 1995 – V. 28. – P. 7901-7910.
4. Паширова, Т.Н. Агрегационное поведение и каталитические свойства систем на основе аминометилированных каликс[4]резорцинаренов и полиэтилениминов / Т.Н. Паширова, С.С. Лукашенко, Э.М. Косачева, Л.И. Вагапова, А.Р. Бурилов, М.А. Пудовик, Л.А. Кудрявцева, А.И. Коновалов // ЖОХ. - 2008. – Т.78, № 3. - С.417-423.
5. Brodsky B.H., Bois J. D. Entrapment of a dirhodium tetracarboxylate unit inside the aromatic bowl of a calix[4]arene: Unique catalysts for C-H amination / B.H. Brodsky, J.D. Bois // Chem. Commun. - 2006. - P. 4715-4717.
6. Гусева, Е. В. Кинетика гомогенного дегидрирования муравьиной кислоты в присутствии супрамолекулярного комплекса родия(III) с Р-функционализированным каликс[4]резорцином / Е.В. Гусева, А.В. Потапова, А.М. Сайфутдинов, А.А. Наумова, В.К. Половняк // ЖОХ. - 2012. - Т. 82, № 5. - С.719-726.
7. Гусева, Е.В. Взаимодействие трихлорида родия с Р-функционализированными каликс[4]резорцинами в различных средах / Е.В. Гусева, Д.Т. Каримова, В.И. Морозов, А.А. Наумова, Е.Л. Гаврилова, В.К. Половняк, Е.А. Красильникова // ЖОХ. - 2010. - Т.80, № 1. - С. 51-63.
8. Методические разработки к практическим работам по синтезу ВМС: в 2 т. Т. 2/сост. В.П. Шибаева, М.Б. Лачинов, Е.В. Черникова. – М.: МГУ, 2002. – 80с.
9. Торопцева, А. М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений/А.М. Торопцева, К. В. Белогородская, В. М. Бондаренко. – Лен-д: Химия, 1972. – 416с.
10. Bagatin, I. A. Calix[4]arene Ligands with Phosphorus-Containing Groups Tethered at the Upper Rim / I.A. Bagatin // Inorg. Chem. - 1999. - V. 38. - P. 1585-1593.
11. Тарутина, Л.И. Спектральный анализ полимеров / Л.И. Тарутина, Ф.О. Позднякова. – Лен-д.: Химия, 1986. – 248с.
12. Lavnikova, I. V. Polymerization of methyl methacrylate in the presence of N-acetyl-e-aminocaproic acid acetylamide / I. V. Lavnikova, V. F. Zheltobryukhov, A. I. Rakhimov, N. A. Storozhakova // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2002 - V. 75 - №. 2. - P. 302-304.

Маслыгина А.М., Хабибулина Н.В., Красноштанова А.А.
Оценка возможности использования экструдированного крахмалсодержащего сырья в рецептуре низкожирного веганского майонеза

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-04-2019-253
idsp: ljournal-04-2019-253

Аннотация

В данной статье рассматриваются этапы разработки майонезного соуса на основе белково-крахмального ингредиента, полученного экструзионным способом, выполняющего в продукте роль эмульгатора, структурообразователя и наполнителя. Кроме того, ввиду отсутствия в составе майонезного соуса продуктов животного происхождения, в частности, яичных и молочных компонентов, его состав отвечает требованиям наиболее строгой формы вегетарианства – веганства.

Ключевые слова: майонез, модифицированный крахмал, экструзия, эмульсия

Abstract
This article discusses the stages of mayonnaise sauce development based on protein-starch ingredient, obtained by extrusion method, playing the role of emulsifier, amendment agent and filler in the product. In addition, due to the absence of animal products in the mayonnaise sauce, in particular, egg and dairy components, its composition meets the requirements of the most strict form of vegetarianism - veganism.
Keywords: mayonnaise, modified starch, extrusion, emulsion

В традиционном понимании майонез представляет собой эмульсию типа «вода в масле», стабилизированную смесью гидроколлоидов и крахмалов, с содержанием масла более 65%. Это позволяет определить майонез как продукт высокой жирности [4, с.2]. Однако на сегодняшний день большинство потребителей озабочены калорийностью продукции, употребляемой в пищу, и стараются следовать стандартам здорового образа жизни.

Масложировая отрасль является одной из наиболее востребованных, а потому активно развивающихся в пищевой промышленности. Большие возможности развития ассортимента майонезов и майонезных соусов связаны с увеличением их пищевой и снижения энергетической ценности благодаря направленному изменению рецептурного состава – совершенствованию жировой фазы, введению витаминов, минеральных веществ и других физиологически функциональных пищевых ингредиентов [1, с.3]

Также все актуальнее становится такое направление в питании, как вегетарианство, которое исключает потребление продуктов животного происхождения, заменяя и восполняя все необходимые организму минералы, витамины и незаменимые аминокислоты из растительной пищи.

Для получения майонезного продукта, соответствующего требованиям основной массы потребителей, а также способствующему сохранению здоровья и отвечающему международным уровню качества и безопасности, необходима разработка низкокалорийного продукта, в составе которого отсутствуют компоненты животного происхождения.

Снижение калорийности майонеза может быть достигнуто снижением концентрации растительного масла в продукте с получением майонезного соуса. Однако, для получения привычной для потребителя текстуры продукта, требуется введение загустителей в майонезные соусы, так как низкое содержание жировой фазы приводит к образованию неплотной, растекающейся консистенции. Для потребителя такой продукт будет непривлекательным.

При разработке веганского майонеза из рецептуры необходимо исключить яичный порошок и/или сухое обезжиренное молоко. Но в этом случае требуется найти заменитель этих ингредиентов, который может служить эмульгатором и загустителем в составе майонеза.

Этим ингредиентом могут служить крахмалы, обладающие свойствами загустителя, эмульгатора, гелеобразователя и наполнителя [3, с.56]. Наличие крахмала в пищевом продукте положительно сказывается на его текстуре и консистенции. Его использование позволяет значительно уменьшить синерезис, что способствует возможности более длительного хранения, улучшает водосвязывающую способность, повышает сочность.

Но при этом нативный крахмал обладает рядом недостатков (склонность к синерезису, низкая стабильность при хранении, перемешивании и температурном воздействии, невозможность получения систем требуемой вязкости и гелей требуемой прочности). Модификация позволяет улучшить функционально-технологические свойства крахмала [3], поэтому есть смысл в рецептуре майонеза использовать именно модифицированный крахмал.

В связи с этим целью исследования явилась оценка возможности использования экструдированного крахмалсодержащего сырья в рецептуре низкожирного веганского майонеза.

В качестве объектов исследования были выбраны модифицированные экструзионным способом крахмалосодержащие продукты, выработанные из гороха (65% крахмала и 15% белка). Указанные модифицированные продукты получены полностью без применения химических агентов, что согласуется с трендом «зеленых технологий». Среди объектов исследования присутствовали два ингредиента, полученный в жестком режиме экструзии, и два – в мягком.

На основе выбранных ингредиентов готовили майонезные соусы, в рецептуру которых также входили подсолнечное масло, соль, сахар, столовый уксус и вода питьевая. Жирность экспериментальных майонезных соусов составляла 35%.

Органолептическую оценку, оценку консистенции, кислотности, pH, стойкости эмульсий проводили согласно ГОСТ 31761-2012 [2].

Кинематическую вязкость определяли с использованием вискозиметра ВПЖ-2, для чего предварительно готовили клейстер изучаемого образца, а затем отмечали время истечения через капилляр объема жидкости из измерительного резервуара.

В качестве образцов сравнения были также приготовлены майонезные соусы, содержащие традиционные компоненты – меланж либо меланж с химически модифицированным крахмалом (Е1422), а также майонезный соус «Легкий» («Московский провансаль»).

Таблица 1.

Качественный анализ свойств майонезов

№	Наименование	Консистенция	Вязкость, мПа*с	Кислотность, %	Стойкость эмульсий, %	pH
1	Жесткий режим (1)	>1 минуты	3,65	0,77	95,1	3,61
2	Жесткий режим (2)	>1 минуты	5,31	0,73	75,7	3,56
3	Мягкий режим (1)	>1 минуты	5,05	0,73	90,8	3,59
4	Мягкий режим (2)	>1 минуты	4,12	0,77	99,4	3,61
5	Меланж	2 секунды	1,61	0,86	66,4	3,86
6	Меланж + Е1422	>1 минуты	4,12	0,76	100	3,83
7	«Легкий»	>1 минуты	5,36	0,23	100	3,70

Как видно из данных таблицы, консистенция всех майонезных соусов, исключая №5 (на основе меланжа без введения дополнительных агентов), соответствует ГОСТ. pH всех майонезных соусов находится в пределах 3,56-3,85, однако, по показателю титруемой кислотности коммерческий образец является менее кислым. Следует отметить, что по ГОСТ для майонезных соусов допустима кислотность до 1,0, однако, повышение данного показателя в сравнительной оценке может приводить к негативному восприятию продукта рядом потребителей, предпочитающих более нейтральный вкус. Данный показатель может быть подвергнут корректировке путем снижения количества органических кислот в составе продукта.

Образец, приготовленный с применением только меланжа, отличается низкой вязкостью и наиболее текучей консистенцией, что связано с отсутствием в его составе каких-либо дополнительный загущающих или стабилизирующих Майонезный соус, полученный с применением горохового крахмалсодержащего сырья, модифицированного в жестком режиме (1), также демонстрирует относительно низкую вязкость, что может быть обусловлено с низким уровнем введения воды при экструзии и, как следствие, повышенной декстринизацией крахмала с образованием менее вязких продуктов. Остальные исследованные образцы имеют близкую вязкость.

Стойкость эмульсии является одним из наиболее важным показателей, характеризующим эмульсионные системы. Следует отметить, что отсутствие в рецептуре стабилизаторов отрицательно сказывается на эмульсионной стабильности – так, эмульсия майонезного соуса с меланжем стабильна лишь на 66%. Среди исследованных крахмальных образцов наилучшие показатели, допустимые по ГОСТ, отмечены для образца, проэкструдированного в мягком режиме (2).

По результатам проведенной физико-химической оценки и органолептического анализа, рецептуру скорректировали по концентрации модифицированного крахмала и столового уксуса с использованием образца, проэкструдированного в мягком режиме (2). Для итоговой дегустации были отобраны два экспериментальных образца, рецептуры которых приведены в таблице 2, а также коммерческий образец «Легкий». Для анализа вкусоароматических и текстурных характеристик майонезных соусов дегустационной комиссии (общее число дегустаторов – 27 человек) нужно было оценить по десятибалльной шкале эмоциональной оценки такие показатели, как цвет, запах, вкус, послевкусие, консистенцию, намазываемость и подвести итог общим впечатлением от продукта. В табл. 3 приводится усредненная, общая оценка в баллах испытуемых, а также наиболее частые словесные комментарии общего впечатления от предлагаемых продуктов.

Таблица 2.

Содержание компонентов в составе майонеза на 100 г продукта

Ингредиент	Меланж + Е1422	Мягкий режим (2)
масло подсолнечное	35	35
меланж	6	-
горчица	2,5	2,5
сахар	3	3
соль	2	2
уксусная кислота	6,5	3,25
Е 1422	1,5	-
вода	43,5	48,25
экструзионный гороховый крахмальный ингредиент	-	6

Исходя из полученных результатов дегустационного анализа, у экспериментальных образцов отмечен недостаточно насыщенный цвет, непривычный для потребителей коммерческого майонеза, что связано с отсутствием красителя в продуктах. Чаще всего в качестве красителя используется каротин (Е160) – натуральный краситель, который является провитамином А и антиоксидантом. Он придает майонезу кремовый оттенок.

Также испытуемые отметили, что опытные образцы недостаточно густые по консистенции, что можно объяснить отсутствием в составе майонезов дополнительных (помимо модифицированных крахмалов) компонентов, которые вводятся в продукт для поддержания нужной консистенции и структуры. Например, в составе майонезного соуса «Легкий» указаны, помимо крахмала Е1422, также ксантановая и гуаровая камеди.

Таблица 3.

Результаты дегустационной оценки майонезных соусов

Образец	Комментарий
«Легкий»	Общая оценка: 8,7 (10) Хорошо намазывается, наиболее густой образец; приятный классический цвет и запах без резких или ярко-выраженных ощущений во рту; вкус пресноват; выраженное послевкусие подсолнечного масла
Меланж + Е1422	Общая оценка: 7,1 (10) Кисловатый вкус и послевкусие; выражен запах уксуса; плохая намазываемость, растекается, недостаточно густая консистенция; очень легкий; имеет выраженную приятную остроту и соленость; цвет с желтоватым подтоном, темнее, чем классический майонез; идеален для заправки салатов
Мягкий режим (2)	Общая оценка: 7,0 (10) Легкий, воздушный; по консистенции недостаточно густой, текучий, сразу впитывается; пикантное приятное послевкусие; цвет ненасыщенный, нежный; присутствует приятная горчинка во вкусе; в меру соленый и кислый

Кисловатость вкуса, отмеченную в образце с меланжем, можно регулировать концентрацией уксусной кислоты, которую добавляли в качестве консерванта и усилителя вкуса. В коммерческие образцы чаще всего добавляют целый комплекс консервантов таких, как сорбат калия Е202, бензонат натрия Е211, которые препятствуют быстрой порче майонеза, подавляя развитие дрожжей и плесневых грибов.

Необходимо подчеркнуть, что экспериментальные образцы получили одинаковую общую оценку, несмотря на присутствие в составе одного привычных и традиционных ингредиентов в виде меланжа и химически модифицированного крахмала Е1422, в то время как в рецептуру второго экспериментального образца был введен новый продукт. В продуктах питания для веганов потребители часто отмечают непривычные привкусы, текстуру, ощущения при потреблении, чего в настоящем исследовании отмечено не было.

Таким образом, были выполнены комплексные исследования, позволившие теоретически и экспериментально обосновать эффективность и целесообразность применения горохового крахмалопродукта в качестве технологически функционального ингредиента при создании майонезных соусов. На основании результатов этих исследований были сделаны следующие выводы:

1. Выявлено, что майонезный соус, приготовленный на основе модифицированного крахмалопродукта, полученного в мягком режиме экструзии (2), обладает стойкостью эмульсий, близкой к 100%, в то время как эмульсия на основе одного лишь меланжа имеет процент стойкости - 66%. Эти данные говорят о возможности полноценной замены яйца в пользу крахмалопродукта как эмульгатора и стабилизатора;
2. По вязкости образец майонезного соуса, полученный из крахмалопродукта, обработанного в мягком режиме (2), на 23% уступает коммерческому образцу (майонезный соус «Легкий» от «Московский провансаль»), что связано с присутствием в рецептуре коммерческого образца агентов с высокой вязкостью – ксантановой и гуаровой камедей в дополнение к модифицированному крахмалу. Внесение камедей в разработанный майонезный соус однозначно позволит получить консистенцию, идентичную коммерческому образцу.
3. По результатам дегустационного анализа можно сделать заключение, что ни один из дегустаторов не отметил наличия в испытываемом продукте «нетрадиционного» ингредиента, не было также отмечено появления посторонних привкусов и запахов. Члены дегустационной комиссии отметили легкость, воздушность майонеза на основе крахмалопродукта, а также его высокие вкусовые характеристики.

***

1. Гаврилова Д.В. Разработка и товароведная оценка майонеза и майонезного соуса для здорового питания с пектином: Автореф. дис. канд. тех. наук: 05.18.5: защищена 25.06.14/Гаврилова Дарья Викторовна-М.: Москва.-2014.-25 С.
2. ГОСТ 31761-2012 Майонезы и соусы майонезные. Правила приемки и методы испытаний.-Введ. 13-07-01.-М.:Стандартинформ,2014.-44 С.
3. Пищевые технологии: исследования, инновация, маркетинг: сб.ст. Первой национальной научно-практической конференции.-Симферополь,2018.-180с. Маслыгина А.М., Хабибулина Н.В, Красноштанова А.А. Модификация свойств крахмалосодержащего сырья микроволнами // тезисы докл. Всероссийск. конф. - (1-3 окт.,2018).-Керчь, 2018.- С.56-58.
4. Molback Anders How to make a low or a fat reduced mayonnaise/Palsgaard technical paper,2010.-P. 2 -4

Потапова А.С., Дурнова Н.А., Кузнецова И.А., Березуцкий М.А.

Компонентный состав и токсикологическая характеристика некоторых химических соединений *Ligustrum vulgare L.*

Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского (Россия, Саратов)

doi: 10.18411/lj-04-2019-254
idsp: ljournal-04-2019-254

Аннотация

В статье приводится краткий обзор литературы по химическому составу и характеристике ядовитых компонентов бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare L.*). В листьях данного растения обнаружены секоиридоиды, флавоноиды, фенилпропаноиды, фенолы, алкалоиды, урсоловая и олеаноловая кислоты, альдегиды. В коре выявлены дубильные и бета-D-глюкозид сирингин. В плодах найдены секоиридоиды и антоцианы. Такие вещества как эскулетин, олеуропеин, тирозол, сирингин проявляют токсичность по отношению к различным биологическим объектам. Гликозид лигустрин и алкалоид цинхонин являются ядовитыми для человека.

Ключевые слова: бирючина обыкновенная, *Ligustrum vulgare L.*, химические соединения, токсичность, отравление.

Abstract

The article provides a brief review of the literature on the chemical composition and characteristics of the poisonous components of the *Ligustrum vulgare* L. Sekoiridoids, flavonoids, phenylpropanoids, phenols, alkaloids, ursolic and oleanolic acids, and aldehydes are found in the leaves of this plant. Tanning agents and beta-D-glucoside syringin were detected in the cortex. Sekoiridoids and anthocyanins were found in fruits. Substances such as esculetin, oleuropein, tyrosol, syringin are toxic to various biological objects. Glycoside ligustrin and alkaloid tsinhonin are poisonous to humans.

Keywords: *Ligustrum vulgare* L., chemical compounds, toxicity, poisoning.

Ligustrum vulgare L. (Бирючина обыкновенная) – листопадный кустарник, естественный ареал которого простирается от Атлантической Европы до Ирана и от Северной Африки до юга Скандинавии. Растение произрастает в лесах, среди кустарников, на полянах и опушках, каменистых склонах и скалах [11]. На территории Средней России *L. vulgare* в диком виде не встречается, но часто культивируется как декоративное растение и нередко дает самосев [5]. В городе Саратове *L. vulgare* культивируется в местах массового скопления людей – в Детском парке, Университетском городке, около ТРЦ «Сиеста» и др. Нами также отмечены натурализация и расселение *L. vulgare* в естественных местообитаниях в районе Саратовской агломерации. В частности, данные процессы наблюдаются на территории природного парка «Кумысная поляна», где новая популяция данного вида появилась в непосредственной близости от детской футбольной площадки.

Плоды *L. vulgare*, называемые в народе «волчьей ягодой» и внешне похожие на плоды черемухи [8], являются ядовитыми и представляют серьезную опасность, в первую очередь, для детей. Известны смертельные случаи отравления детей при употреблении их внутрь. В этих случаях наблюдались диарея с судорогами и спазмами, паралич сердечно - сосудистой системы [6]. В.А. Козловым и Г.Н. Гуляевой в журнале «Судебно-медицинская экспертиза» также приводится картина отравления плодами этого растения [4]. В связи с этим является актуальным обзор сведений по химическому составу и токсикологической характеристике компонентов *L. vulgare.*

В химическом плане наиболее детально изучены листья *L. vulgare*, которые используются в традиционной медицине. В их составе очень разнообразно

представлены секоиридоиды: кемпферол 3-О-глюкозид 7-О-рамнозид; кемпферол 3, 7-О-дирхамнозид; кемпферол-3-О-глюкозид; кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-рамнозид; кверцетин-3,7-О-дирхамнозид; лигусталозид А, лигусталозид В, лигстрозид [24]; олеацин (23,48 ± 0,87 мг / г); олеокантал (8,44 ± 0,08 мг / г); олеуропеин (1,50 ± 0,01 мг / г) [15]; лигустрогемиацетали А и В; (2"R) - и (2"S) -10-гидрокси-2 " – метоксиолеуропеины [26]. Также разнообразны флавоноиды. Среди них отмечены: 4'-О-глюкозид лютеолина; 7-О-гликозид апигенина; кверцетина 3- О-рутинозид и др. [12]. Из флавонов обнаружен лигустрофлавон (апигенин-7-О-бета- (2 ", 6" -ди-альфа-рамнопиранозил) -глюкопиранозид) [23]. Фенилпропаноиды представлены эхинакозидом (6,46 ± 0,07 мг / г), вербаскозидом (4,03 ± 0,04 мг / г) и п-кумароилглюкаратом [15]. Из фенолов и их производных присутствуют тирозол [22] и гидрокситирозол [19]. Из алколоидов найдены цинхонин и цинхонидин [25]. Имеются также гидроксициннаматы [14].

В эпикутикулярном воске листьев 36% от всех веществ составляют урсоловая и олеаноловая кислоты, альдегид тетратриаконтанал (С34), алифатические соединения гентриаконтан (С31) и тритриаконтан (С33). Во внутрикутикулярном воске листьев обнаружены алифатические соединения гентриаконтан (С31), гексакозановая кислота (С26) и октакозанол (С28) [13].

В коре выявлены дубильные вещества [2], бета-D-глюкозид сирингин (синонимы: сирингозид, элеутерозид В) [20].

В плодах обнаружены секоиридоиды нюцхенид, лигустрозид, олеуропеин [27], гликозид лигустрин [3], антоцианы 3-глюкозид цианидина, 3-рутинозид цианидина и 3-рутинозидо-5-глюкозид мальвидина [17].

Некоторые из соединений, содержащихся в ***L. vulgare***, являются токсичными для биологических объектов. В частности, эскулетин (6,7-диоксикумарин) обладает бактерицидными свойствами [9]. Олеуропеин также является токсичным для некоторых бактерий: *Lactobacillus plantarum, Leuconostoc mesenteroides, Pseudomonas fluorescens* и *Bacillus subtilus*, а в концентрации 0,2% ингибирует развитие грибков из рода *Rhizopus* и *Geotrichum candidum* [18]. Тирозол в различных концентрациях также ингибирует развитие некоторых видов плесени. При концентрации 0,6% тирозол снижает рост *Aspergillus* на 55% после 4 дней инкубации. При концентрации 0,4% и 0,6% тирозол ингибирует рост *Penicillium* на 51% и 72% соответственно [16]. Сирингин показал токсичность в отношении линии раковых клеток человека MCF-7, HeLa и DU145 [21].

Два химических соединения являются токсичными для организма человека. Гликозид лигустрин вызывает раздражение слизистых оболочек пищевого канала и поражение почек. При этом наблюдаются тошнота, рвота, понос, токсический нефрит, цистит [3]. Алкалоид цинхонин обладает физиологическим действием, аналогичным таковому у хинина [1]. Входит в группу сильнодействующих ядовитых веществ, смертельная доза которых для человека не превышает 0,1 г. Он угнетает центральную нервную систему и терморегулирующие центры, понижая температуру при лихорадочных состояниях; понижает возбудимость сердечной мышцы; возбуждает мускулатуру матки и усиливает ее сокращение, уменьшает селезенку, приводит к нарушению зрения [7]. При отравлении смерть наступает от паралича дыхательного центра и паралича сердца [10].

***

1. Васильев А. Е. Цинхонин // Краткая химическая энциклопедия. Т. 5. М.: Советская энциклопедия, 1967. С. 869.
2. Гроссгейм А.А. Растительные богатства Кавказа. М.: Издательство Московского общества испытателей природы, 1952. 632 с.
3. Даниленко В.С., Родионов П.В. Острые отравления растениями Киев: Здоров'я, 1986. 108 с.
4. Козлов В.А., Гуляева Г. Н. Отравление плодами бирючины обыкновенной // Судебно-медицинская экспертиза.1983.№ 3. С. 56-57.
5. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 600 с.

6. Мазиев Н.И. Высокоэффективные лекарственные растения. Большая энциклопедия. М.: Эксмо, 2012. 608 с.
7. Машковский М.Д. Лекарственные средства М.: Новая волна, 2012. 1216 с.
8. Русская энциклопедия / Под ред. пр.-доц. С. А. Адрианова и др. Т. 1. СПб.: Деятель, 1911. 541 с.
9. Травень В.Ф. Органическая химия Т. 2. М.: Академкнига, 2004. 582 с.
10. Швайкова М.Д. Судебная химия. М.: Медгиз, 1959. 410 с.
11. Цвелев Н.Н. Сем. Oleaceae – Маслиновые // Флора Восточной Европы. Т. 11. М.-СПб: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С.451-478.
12. Agati G., Stefano G., Biricolti S., Tattini M. Mesophyll distribution of 'antioxidant' flavonoid glycosides in Ligustrum vulgare leaves under contrasting sunlight irradiance // Annals of Botany. 2009. Vol. 104. № 5. P. 853-861.
13. Buschhaus C., Herz H., Jetter R. Chemical composition of the epicuticular and intracuticular wax layers on the adaxial side of Ligustrum vulgare leaves // New Phytologist. 2007. Vol. 176. № 2. P. 311-316.
14. Czerwińska M.E., Granica S., Kiss A.K. Effects of an aqueous extract from leaves of Ligustrum vulgare on mediators of inflammation in a human neutrophils model // Planta Med. 2013. Vol. 79. № 11. P. 924-932.
15. Czerwińska M.E., Gąsińska E., Leśniak A., Krawczyk P., Kiss A.K., Naruszewicz M., Bujalska-Zadrożny M. Inhibitory effect of Ligustrum vulgare leaf extract on the development of neuropathic pain in a streptozotocin-induced rat model of diabetes // Phytomedicine. 2018. Vol. 49. P. 75-82.
16. Gourama H, Letotour B., Tantaoui-Elaraki A., Benbya M., Bullerman L.B. Effects of Oleuropein, Tyrosol, and Caffeic Acid on the Growth of Mold Isolated from Olives // Journal of Food Protection. Vol. 52. № 4. P. 264-266.
17. Harborne J. B., Mabry T. J. The Flavonoids. Advances in Research. London, New-York: Springer US, 1982. 744 p.
18. Juven B., Henis Y. Studies on the antimicrobial activity of olive phenolic compounds // J. Appl. Bactcriol. 1970. Vol. 33. P. 721-732.
19. Kiss A.K., Mańk M., Melzig M.F. Dual inhibition of metallopeptidases ACE and NEP by extracts, and iridoids from Ligustrum vulgare L. // Journal of Ethnopharmacology. 2008. . Vol. 120. № 2. P. 220-225.
20. Kromayer A. Syringin in der Rinde von Ligustrum vulgare // Arch Pharm. 1863. Vol. 163. № 1. P. 19-25.
21. Lall N., Kishore N., Binneman B., Twilley D., van de Venter M., du Plessis-Stoman D., Boukes G., Hussein A. Cytotoxicity of syringin and 4-methoxycinnamyl alcohol isolated from Foeniculum vulgare on selected human cell lines // Natural Product Research. 2015. Vol. 29. № 18. P. 1752-1756.
22. Nagy M., Krizková L., Mucaji P., Kontseková Z., Sersen F., Krajcovic J. Antimutagenic activity and radical scavenging activity of water infusions and phenolics from ligustrum plants leaves // Molecules. 2009. Vol. 14. № 1. P. 509-518.
23. Pieroni A., Pachaly P. Isolation and structure elucidation of ligustroflavone, a new apigenin triglycoside from the leaves of Ligustrum vulgare L. // Pharmazie. 2000. Vol. 55. № 1. P. 78-80.
24. Romani A., Pinelli P., Mulinacci N., Vincieri F.F., Gravano E., Tattini M. HPLC analysis of flavonoids and secoiridoids in leaves of Ligustrum vulgare L. (Oleaceae) // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2000. Vol. 48. № 9. P. 4091-4096.
25. Schneider G., Kleinert W. Die China alkaloide der Olbaumblatter // Planta Med. 1972. H. 2. S. 109-116.
26. Tanahashi T., Takenaka Y., Okazaki N., Koge M., Nagakura N., Nishi T. Secoiridoid glucosides and unusual recyclized secoiridoid aglycones from Ligustrum vulgare // Phytochemistry. 2009. Vol. 70. № 17-18. P. 2072-2077.
27. Willems M. Quantitative Determination of Seco-Iridoid Glucosides from the Fruits of Ligustrum vulgare by HPLC // Planta Med. 1988. Vol. 54. № 1. P. 66-68.

РАЗДЕЛ XXIV. ФИЗИКА

Юров В.М., Гученко С.А., Лауринас В.Ч.

Поверхностное натяжение и толщина поверхностного слоя высокоэнтропийного сплава CuNiAlFeCr

Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова (Казахстан, Караганда)

doi: 10.18411/lj-04-2019-255
idsp: ljournal-04-2019-255

Аннотация

В работе предлагается метод определения поверхностной энергии твердого тела по размерной зависимости его физического свойства. На основе этого метода вводится представление о поверхностном слое высокоэнтропийного сплава CuNiAlFeCr. Этот слой состоит из двух частей. Слой d(I) состоит из небольшого числа монослоев кристаллической решетки. Слой d(II) простирается на расстояние порядка 10d. Начиная с этого расстояния проявляются размерные эффекты.

Ключевые слова: размерный эффект, наноструктура, монослой, атомарно-гладкий кристалл, поверхностный слой.

Abstract

The paper proposes a method for determining the surface energy of a solid by the size dependence of its physical property. On the basis of this method, an idea of the surface layer of the high-entropy CuNiAlFeCr alloy is introduced. This layer consists of two parts. The d(I) layer consists of a small number of lattice monolayers. Layer d(II) extends over a distance of the order of 10d. From this distance, dimensional effects appear.

Keywords: size effect, nanostructure, monolayer, atomically smooth crystal, surface layer.

Сравнительно недавно появились новые объекты исследования – высокоэнтропийные сплавы [1]. Высокоэнтропийные сплавы (ВЭС) - сплавы, которые содержат не менее 5 элементов, причём количество каждого из них не должно превышать 35 ат.% и не должно быть меньше 5 ат.%. Для таких сплавов характерны повышенные, по сравнению с традиционными многокомпонентными сплавами, значения энтропии смешения S_{mix}. Классическими примерами ВЭСов являются многокомпонентные сплавы, в которых элементы находятся в равной атомной доле [2].

Высокоэнтропийные сплавы выделены в особую группу, так как процессы структуро- и фазообразования в них, а также диффузионная подвижность атомов, механизм формирования механических свойств и термическая стабильность существенно отличаются от аналогичных процессов в традиционных сплавах. К последним относятся сплавы, в которых есть базовые элементы (Fe, Ni, Mo, Al и др.), определяющие кристаллическую решетку материала. Фазовый состав таких сплавов легко прогнозировать исходя из двойных или тройных диаграмм состояния, а введение легирующих добавок приводит либо к упрочнению исходной решетки, либо к выделению в ней дисперсных фаз [3]. В настоящем исследовании, в качестве примера, рассмотрен высокоэнтропийный сплав CuNiAlFeCr, полученный в работе [4]. Мы рассмотрим модель поверхностного слоя атомарно-гладких сплавов, пренебрегая шероховатостью поверхности.

В работе [5] обобщена, предложенная нами, модель поверхностного слоя атомарно-гладких металлов. Схематически эта модель представлена на рис. 1.

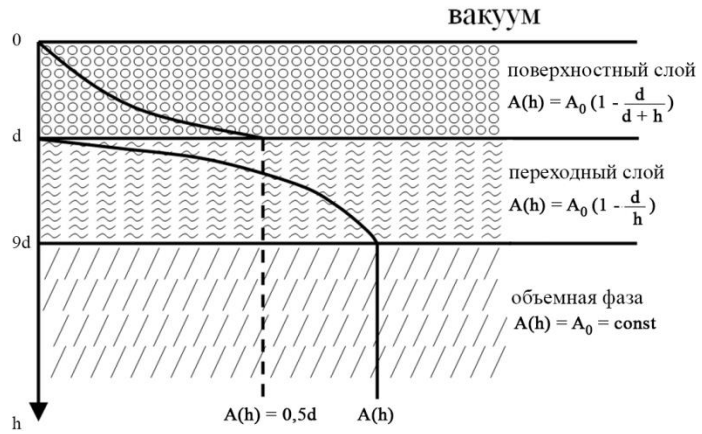


Рисунок 1 - Схематическое изображение поверхностного слоя [5]

Поверхностный слой атомарно-гладкого металла состоит из двух слоев – d(I) и d(II). Слой толщиной h=d назван слоем (I), а слой при h≈10d – слоем (II) атомарно-гладкого кристалла (рис. 1). При h≈10d начинает проявляться размерная зависимость физических свойств материала.. При h=d в поверхностном слое происходит фазовый переход. Он сопровождается резкими изменениями физических свойств, например, прямой эффект Холла-Петча меняется на обратный [6]. Значения слоя d(I) для некоторых металлов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Толщина поверхностного слоя d(I) некоторых чистых металлов [5]

Me	d, nm	Me	d, nm	Me	d, nm	Me	d, nm	Me	d, nm	Me	d,nm
Li	0.7	Sr	5.8	Sn	1.4	Cd	1.3	Fe	2.2	Gd	5.3
Na	1.5	Ba	6.2	Pb	1.8	Hg	0.6	Co	2.0	Tb	5.3
K	2.6	Al	1.5	Se	1.3	Cr	2.7	Ni	1.9	Dy	5.3
Rb	2.9	Ga	0.6	Te	2.5	Mo	4.6	Ce	3.8	Ho	5.5
Cs	3.6	In	1.1	Cu	1.6	W	5.8	Pr	4.2	Er	5.5
Be	1.3	Tl	1.9	Ag	2.2	Mn	2.0	Nd	4.5	Tm	5.2
Mg	2.2	Si	3.4	Au	2.3	Tc	3.6	Sm	4.4	Yb	4.6
Ca	4.9	Ge	2.8	Zn	1.1	Re	4.6	Eu	5.8	Lu	5.7

Экспериментально толщину d(I) можно определить методом скользящих рентгеновских лучей. Так для золота и кремния получено [7] d(I) = 2.4 и 3.4 нм соответственно, что практически совпадает с табл. 1. Для определения толщины поверхностного слоя различных соединений нами использовалась размерная зависимость некоторого физического свойства A(r):

$$A(r) = A_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{r}\right), \qquad r >> d$$

$$A(r) = A_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{d+r}\right), \quad r \le d. \qquad (1)$$

Параметр d связан с поверхностным натяжением σ формулой:

$$d = \frac{2\sigma\upsilon}{RT}, \qquad (2)$$

Здесь σ–поверхностное натяжение массивного образца; υ–объем одного моля; R–газовая постоянная; T–температура. В работе [5], а также [8], было показано, что с большой точностью выполняется соотношение:

$$\sigma = 0.7 \cdot 10^{-3} \cdot T_m, \qquad (3)$$

где T_m – температура плавления твердого тела (К). Соотношение выполняется для всех металлов и для других кристаллических соединений. Если его подставить в (2), то при $T = T_m$ получим:

$$d = 0.17 \cdot 10^{-3} \upsilon. \quad (4)$$

Уравнение (4) показывает, что толщина поверхностного слоя d(I) определяется одним фундаментальным параметром – атомным объемом элемента, который периодически изменяется в соответствие с таблицей Д.И. Менделеева.

В наших экспериментах мы использовали размерную зависимость диэлектрической постоянной [9]. В координатах $A(r)/A_0 \sim 1/r$ получается прямая в соответствие с (1), тангенс которой дает d.

В табл. 2 представлено поверхностное натяжение и толщина поверхностного слоя высокоэнтропийного сплава и его состав.

Таблица 2

Поверхностное натяжение и толщина поверхностного слоя высокоэнтропийного сплава и его состав

Элемент	Tm, K	σm, Дж/м2	d(I), нм	d(II), нм	a, нм	R
CuNiAlFeCr	1642	1.150	6.1	61	0.2892	21
Cu	1336	0.935	1.6	16	0.3615	4
Ni	1726	1.208	1.9	19	0.3524	5
Al	1207	0.845	1.5	15	0.4050	4
Fe	1812	1.268	2.2	22	0.2866	8
Cr	2130	1.491	2.7	27	0.2865	9

Сравнение табл. 2 с табл. 1 показывает, что толщина слоя d(I) больше, чем у большинства металлов и чуть больше, чем у металлов редких земель. Но в обоих случаях d(I) не превышает 10 нм, а d(II) не превышает 100 нм. При $h \approx 10d = d(II)$ начинает проявляться размерная зависимость физических свойств материала и такую структуру принято называть наноструктурой [10, 11].

Считается, что необходимым условием для проявления наноструктурных свойств конденсированной среды является размерная зависимость ее физических свойств [12]. «Обычные» размерные эффекты связанны с вкладом поверхностной энергии в энергию Гиббса. Их называют размерными эффектами I рода (по Щербакову Л.М. [13]). Такие размерные эффекты характерны для любых систем и определяются рассеянием квазичастиц (электронов, фононов и пр.) на границах системы.

Фазовые размерные эффекты (размерные эффекты II рода) определяются всем коллективом атомов в системе (коллективные процессы). Такие размерные эффекты наблюдаются только в нанокластерах и наноструктурах [14].

Помимо этих классических размерных эффектов, существуют квантово-размерные эффекты [15], связанные с квантованием энергии носителей заряда, движение которых ограничено в одном, двух или трёх направлениях. Наличие квантовых размерных эффектов накладывает фундаментальные ограничения на использование наноэлектронных элементов сверхмалых размеров [16]. Квантово-размерные эффекты наблюдаются когда размер структуры соизмерим с волной де Бройля (~ 0,01 - 0,1 нм).

Используя параметр кристаллической решетки a (табл. 2) [17], просчитаем количество монослоев R в слое металлов d(I). Анализ округленных данных табл. 2 показывает, что число монослоев в слое d(I) для высокоэнтропийного сплава лежит в пределах 21, что в 10 раз больше, чем у хрома. Из рис. 1 следует, что в этой области происходит фазовый переход и происходит либо релаксация или реконструкция поверхности высокоэнтропийного сплава [18]. В зависимости от того, каким образом реализуется переход от объема к поверхности твердого тела все поверхности можно разделить на сингулярные, вицинальные и диффузионные. На сингулярных поверхностях переход от твердой фазы к парообразной осуществляется в пределах одного слоя, на вицинальных – переход осуществляется через несколько кристаллографических плоскостей, отделенных моноатомными ступеньками, а на диффузионных – переход от твердого тела к парообразной фазе осуществляется на протяжении нескольких атомных слоев [18].

Анализ табл. 2 показывает, что мы имеем дело с диффузионный поверхностью для CuNiAlFeCr сплава. К тому же по мнению [4], высокая энтропия смешения уменьшает свободную энергию Гиббса эквиатомного пятикомпонентного CuNiAlFeCr сплава, способствует уменьшению тенденции к упорядочению и сегрегации, облегчает формирование твердого раствора и увеличивает его стабильность, по сравнению с интерметаллидами и другими упорядоченными фазами.

Благодарность

Работа выполнена по программе Министерства образования и науки Республики Казахстан. Гранты №0118РК000063 и №Ф.0780.

***

1. Yeh J.W., Chen Y.L., Lin S.J. High-entropy alloys – a new era of exploitation // Materials Science Forum. 2007. Vol. 560. – P. 1-9.
2. Фирсов С.А., Горбань В.Ф., Крапивка Н.А., Печковский Э.П. Упрочнение и механические свойства литых высокоэнтропийных сплавов // Композиты и наноструктуры, 2011, №2. – С. 3-20.
3. Погребняк А.Д., Багдасарян А.А., Якущенко И.И., Береснев В.М. Структура и свойства высокоэнтропийных сплавов и нитридных покрытий на их основе // Успехи химии, 2014, т. 83, вып. 11. - С. 1027-1061.
4. Юркова А.И., Чернявский В.В., Кравченко А.И. Формирование структуры и фазового состава нанокристаллического сплава CuNiAlFeCr методом механического легирования // Металлофиз. новейшие технол. 2014, т. 36, № 4. - С. 477-490.
5. Юров В.М., Гученко С.А., Лауринас В.Ч. Толщина поверхностного слоя, поверхностная энергия и атомный объем элемента // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2018. Вып. 10. – С. 691-699.
6. Юров В.М., Лауринас В.Ч., Гученко С.А. Некоторые вопросы физики прочности металлических наноструктур // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2013. Вып. 5. - С. 408-412.
7. Guo J. X-Rays in Nanoscience: Spectroscopy, Spectromicroscopy, and Scattering Techniques. - Wiley-Vch. Verlag. 2010. - 263 p.
8. Рехвиашвили С.Ш., Киштикова Е.В., Кармокова Р.Ю., Кармоков А.М К расчету постоянной Толмена // Письма в ЖТФ. 2007. Т. 33. вып. 2. – С. 1-7.
9. Юров В.М., Портнов В.С., Пузеева М.П. Способ измерения поверхностного натяжения и плотности поверхностных состояний диэлектриков // Патент РК № 58155. Опубл. 15.12.2008, Бюл. № 12.
10. Gleiter H. Nanostructured materials: basic concepts and microstructure // Acta mater. 2000. V.48. - P. 1-29.
11. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.: Физматлит. 2001. 224 с.
12. Андриевский Р.А., Глезер А.М. Размерные эффекты в нанокристаллических материалах. I. Особенности структуры. Термодинамика. Фазовые равновесия. Кинетические явления. // Физика металлов и металловедение. 1999. Т. 88. № 1. - С. 50-73.
13. Щербаков Л.М. О статистической оценке избыточной свободной энергии малых объектов в термодинамике микрогетерогенных систем // Доклады АН СССР. 1966. Т. 168. № 2. – С. 388-391.
14. Уваров Н.Ф., Болдырев В.В. Размерные эффекты в химии гетерогенных систем // Успехи химии. 2001. Т. 70 (4). – С. 307-329.
15. Tringides M.C., Jatochowski M., Bauer E. Quantum size effects in metallic nanostructures // Physics Today. 2007. Vol. 60. №. 4. - P. 50-54.
16. Арутюнов К.Ю. Квантовые размерные эффекты в металлических наноструктурах // ДАН ВШ РАН. 2015. №3(28). – С. 7-16.
17. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение. – СПб.: Химиздат, 2007. – 783 с.
18. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М. Введение в физику поверхности. - М.: Наука. 2006. - 490 с.

РАЗДЕЛ XXV. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Бурнашев А.И.

Практическое применение программы управления и оптимизации транспортного обеспечения на универсиаде-2019 в г. Красноярске

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ (Россия, Казань)

doi: 10.18411/lj-04-2019-256
idsp: ljournal-04-2019-256

Научный руководитель: Габитов Р.И.

Аннотация

В работе рассматриваются особенности практического применения разработанного программного продукта в условиях реальной апробации на Всемирных Студенческих Играх 2019 в г.Красноярске.

Ключевые слова: транспортное расписание, Универсиада-2019, расчет количества, подвижной состав.

Abstract

The work discusses the features of the practical application of the developed software in real testing at the World Student Games 2019 in Krasnoyarsk.

Keywords: transport shedule, Universiade-2019, quantity calculation, rolling stock.

Введение

Успешно разработанный и реализованный транспортный план крупного спортивного мероприятия является результатом слаженной и согласованной работы спортивного менеджера, отвечающего за спортивное расписание, транспортного диспетчера, формирующего маршруты транспортировки и транспортное расписание, а также водителя ТС, непосредственно выполняющего проектные решения.

Вопросы внедрения автоматизированных средств ускорения, упрощения и оптимизации их рутинных процессов, а также эффективного обмена текущей информацией или изменяющимися заявками делают разработку подобных продуктов актуальной и востребованной.

Литературный поиск

Проведенный литературный поиск показал крайне поверхностную проработку данного направления.

Большое влияние, по мнению авторов [1] оказывают параметры средней нагрузки на транспортную систему, определяющуюся численностью групп Универсиады, а также пространственное и временное расположение пассажиропотоков.

На пространственное распределение влияние оказывают:

- расположение спортивных объектов, используемых в период Универсиады;
- характеристики системы расселения всех групп участников Универсиады;
- особенности организации движения транспорта.

На временное распределение:

- расписание проведения мероприятий Универсиады;
- скорости передвижения по участкам транспортных сетей;
- специальные параметры, такие, как протяженности периодов завоза и вывоза различных групп пользователей транспортной системы и др.

В работе на основе анализа перечисленных факторов были выполнены оценки спроса на передвижения в период Универсиады и сформулированы основные

принципы и пути его удовлетворения. Также изучалась степень влияния вида транспорта и параметры организации перевозки групп пользователей.

Авторы [2] в качестве задач, требующих решения, отмечают оптимизацию маршрутов транспорта с определением количества единиц для каждого маршрута с учетом вместимости и количества пассажиров, возможность редактирования исходных параметров в режиме реального времени, а также расчет аналитических показателей, построение графиков загрузки сети и т.д.

В работе [3] основной задачей организации работы системы маршрутного пассажирского транспорта считается составление маршрутной сети (МС) с определением провозной возможности маршрута, вида и типа подвижного состава на них.

Авторы [4] отмечают, что для обеспечения бесперебойного и устойчивого обслуживания клиентских групп в период крупных спортивных мероприятий необходимо определить частоту движения выбрать подвижной состав.

В работе [5] предлагается применение логистических принципов организации пассажирских перевозок, заключающихся в том, что количество единиц подвижного состава, режим его работы и маршрута движения должны гарантировать надежность и беспересадочность доставки клиентов «от двери до двери» к необходимому их времени.

Ранее в работе [6] описана разработка программного продукта по оптимизации процессов разработки операционных транспортных планов крупных спортивных мероприятий, в данной работе описаны особенности практического применения в условиях реальной апробации.

Описание работы и функционал приложения

Предлагаемый программный продукт представляет собой консольное приложение, позволяющее в значительной степени ускорить работу как отдельных исполнителей, так и их взаимодействие между собой.

Схему взаимодействия Спортивного менеджера, Транспортного диспетчера и Водителя ТС можно представить в следующем виде (Рис.1).

Функционал и особенности работы Спортивного менеджера были рассмотрены в работе [6], в данной статье изучается интерфейс Транспортного диспетчера (ТД).

Рис.1 Схема взаимодействия пользователей системы

Практическая апробация разработанного программного продукта была проведена в рамках выполнения работ по актуализации операционного транспортного мастер-плана Зимней универсиады 2019 версии 1 до версии 2.0.

В работе представлены заявки на 3-4 марта реального спортивного расписания Универсиады-2019 и полученные результаты для клиентских групп «Спорстмены» и «Технические специалисты (судьи, рефери)».

Специфика работы рассмотрена с точки зрения Транспортного диспетчера.

Первоначально ТД проводим обработку поступивших заявок – делит все поступившие заявки на уникальные маршруты, добавляет расстояние между конечными точками, и система автоматически рассчитывает все требуемые характеристики и заполняет базу данных маршрутов. В нашем случае 58 поступивших заявок содержат в себе 16 уникальных маршрутов (рис.2).

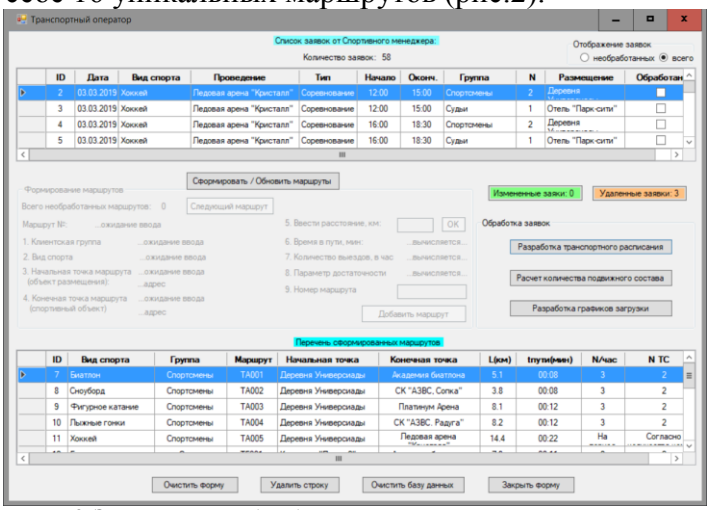


Рис.2 Завершение обработки всех уникальных маршрутов

Для получения транспортного расписания, расчета минимального количества подвижного состава и разработки графиков загрузки для оценки возможности совмещения транспортного средства для поступивших заявок необходимо работать с областью «Обработка заявок».

Для получения готового транспортного расписания необходимо из выпадающих окон окна «Разработка транспортного расписания» выбрать дату и номер маршрута. Предлагаемый программный продукт автоматически подсчитает количество имеющихся заявок по данному маршруту в заданный день и выдаст их на экран.

Далее на экран будет выведено текстовое сообщение, содержащее вид спорта, объект проведения и размещения клиентской группы, автоматически определяемый тип транспортировки. Если транспортная система – шаттл, расписание будет содержать времена отправления от каждой точки. Система автоматически определяет от какой точки и в какое время с учетом интервалов, определяемых в зависимости от баз данных и типа мероприятия, будет отходить транспортное средство, для командного вида спорта - время отправления на объект и время отъезда.

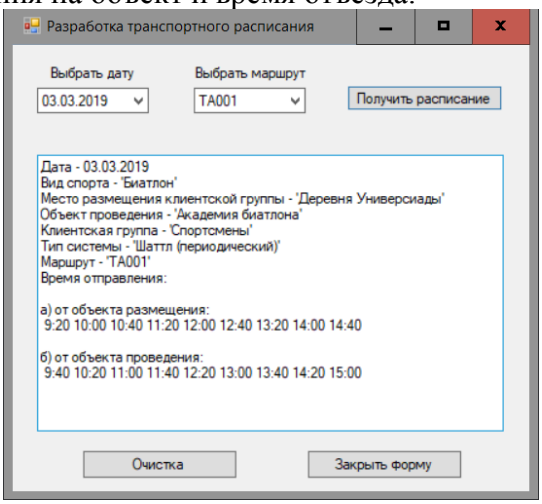


Рис.3 Автоматически рассчитываемое расписание для системы «Шаттл»

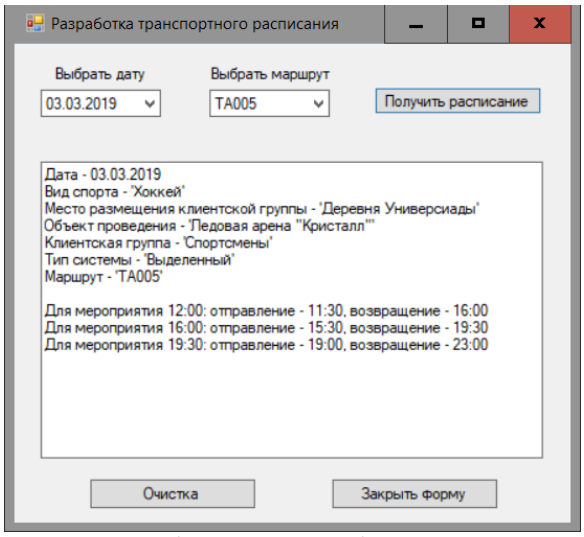


Рис.4 Расписание для системы выделенного транспорта

Для расчета требуемого количества транспортных средств необходимо нажать кнопку «Расчет количества подвижного состава», в результате появится рабочее окно вида, содержащее перечень заявок Спортивного менеджера, а также ряд областей для работы, выбрать тип транспортного средства (автобус туристического типа или микроавтобус), после чего станет доступной кнопка «Рассчитать потребность», после нажатия которой результат будет выведен на рабочий стол (Рис.5).

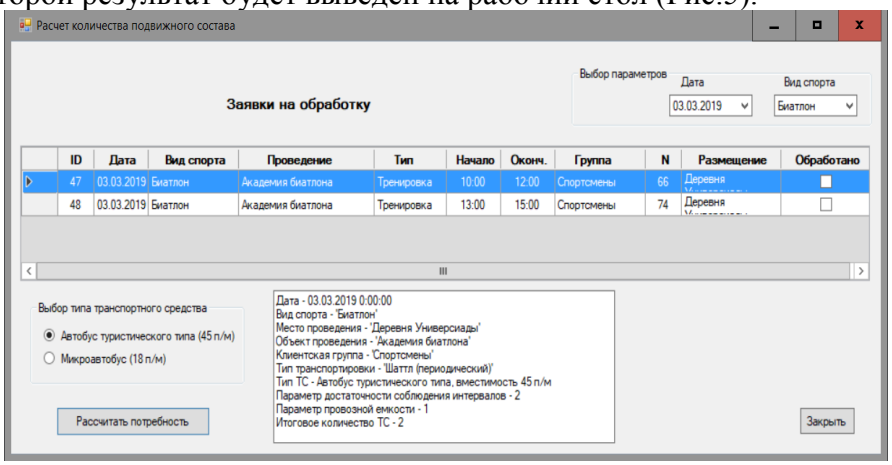


Рис.5 Результат расчета количества подвижного состава

Система по заданным алгоритмам, условиям (численности для перевозки, типу систему и провозной емкости выбранного ТС) и ранее введенным данным рассчитывает необходимое количество ТС и сравнивает с полученной ранее величиной ТС для обеспечения интервальности движения, выводя как итог максимальное значение.

Комбинируя типы ТС, можно подбирать оптимальные величины, а в перспективе, отслеживая графики загруженности и в случае нехватки требуемого типа, оценивать возможности оперативной замены.

Выводы

При помощи разработанного программного продукта аналогичным образом были составлены транспортные расписания Универсиады-2019 на все дни проведения соревнований и тренировок по всем видам спорта для всех имеющихся клиентских групп.

В ходе реализации программного продукта и его практической апробации были получены следующие результаты:

- Проведен анализ предметной области и проблем транспортного планирования, выявлены основные нерешенные проблемы;

- Определены основные роли пользователей, особенности их взаимодействия;
- Разработана архитектура программно-аппаратного комплекса;
- Подобрана и спроектирована база данных;
- Создан удобный интуитивно понятный интерфейс для пользователей с различной функциональностью;
- Автоматизирован процесс проверки типов вносимых данных, а также дополнительные проверки, непосредственно связанные с процессами разработки транспортных планов (например, не превышение суммарной численности участвующих в мероприятии представителей клиентской группы и фактически размещенных);
- Автоматизирован процесс разработки транспортного расписания;
- Автоматизирован процесс расчета требуемого количества подвижного состава в зависимости от характеристик транспортного обслуживания;
- На основании проведенных модификаций уменьшено время трудозатрат спортивных менеджеров примерно на 20-30%, а транспортных диспетчеров – на 60-70% (имеется ввиду фактически затрачиваемое время на обработку текущих задач).

***

1. Загидуллин Р.Р. Территориально-транспортное планирование крупномасштабного спортивного мероприятия // Известия КГАСУ. 2012. №3 (21). С.19-26.
2. Климова Е.В. Перспективные технологии организации дорожного движения // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: ВГСУ им.Г.Ф.Морозова. 2015. Том 3. №4-1(15-1). С.326-330.
3. Нагорный Е.В., Горбачев П.Ф., Киркин А.П. Совершенствование современных программных пакетов планирования работы маршрутного пассажирского транспорта городов // ВІсник Приазовського державного технічного університету: Технічні науки. 2013. Вип.26. С.228-234.
4. Коротаев А.С. Разработка методики планирования и организации перевозок зрителей автомобильным транспортом в период проведения крупных спортивных соревнований // Наука, техника и образование. 2018. №5 (46). С.66-69.
5. Коновалова А.Ю., Скоробогатова Е.А. Разработка структуры транспортного обслуживания в период проведения Универсиады 2019 // Материалы 12-й Международной научно-практической конференции «Логистика – Евразийский мир». 2017. С.329-335.
6. Бурнашев А.И., Габитов Р.И. Необходимость разработки программы управления оптимизации транспортного обеспечения крупных спортивных мероприятий // Инновационное развитие. 2019. №3. С.39-42.

Губачев В.А.

Особенности использования инфокоммуникационных технологий в управлении объектами водоснабжения

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»
(Россия, Новочеркасск)

doi: 10.18411/lj-04-2019-257
idsp: ljournal-04-2019-257

Аннотация

В статье представлены основы и способы реализации удаленного мониторинга и управления объектами водоснабжения. Проанализировано использование средств мобильной связи и представлены основные требования к системам телеметрии объектов водоснабжения. Обосновано применение новых инфокоммуникационных технологий для экономии ресурсов и повышения эффективности мобильного и оперативного управления.

Ключевые слова: инфокоммуникационные технологии, мобильная связь, спутниковая связь, объекты водоснабжения, удаленный контроль

Abstract

The article presents the basics and methods of implementing remote monitoring and management of water supply facilities. Analyzed the use of mobile communications and presents the basic requirements for telemetry systems of water supply facilities. The use of new information and communication technologies to save resources and improve the efficiency of mobile and operational management has been substantiated.

Key words: information and communication technologies, mobile communications, satellite communications, water supply facilities, remote control

В настоящее время наблюдается значительный рост использования воды в хозяйственно-бытовых и питьевых целях. Связано это с увеличением численности населения и в соответствие с этим ростом промышленного и аграрного производства.

В целях повышения надёжности работы объектов водоснабжения необходима их автоматизация и удалённое управление с использованием современных инфокоммуникационных систем и устройств. Это играет важную роль в снижении расходов на потребляемую электроэнергию, повышении эффективности использования сложных водозаборных систем и сооружений, станций подготовки и очистки воды.

Современные элементы системы автоматизации объектов водоснабжения должны объединяться линиями связи для передачи данных в единое информационное пространство управляющей подсистемы. Это способствует получению необходимой информации о состоянии системы водоснабжения начиная с удаленных объектов до диспетчерского пункта. Для этого используют различные каналы связи: мобильная связь стандартов GSM, беспроводной Ethernet, спутниковую связь. То есть основным элементом представленных технологий связи, применяемых для обмена технологическими данными, выступают телекоммуникационные сети [2, 3].

Автоматический контроль в системах водоснабжения используют данные собранные с различных устройств: технологические датчики, расходомеры, счетчики и прочие чувствительные элементы. Внедрение инфокоммуникационных технологий позволяет перевести на дистанционный контроль и управление. Информационная система мониторинга технологических параметров водопровода позволяет оценивать надежность водопроводных сетей. Высокий уровень автоматизации обязательно требует применения современных инфокоммуникационных способов управления, компьютерной техники, программируемых контроллеров, протоколов мобильной связи. Применение мобильной связи обеспечивает оперативное управление с помощью мобильного телефона.

Основные требования к системам телеметрии объектов водоснабжения: автоматизация процесса сбора и обеспечение достоверности информации, предоставляемой узлами телеметрии; обеспечение достоверного и оперативного фиксирования аварийных ситуаций и неисправностей узла; автоматизация процесса подключение узлов телеметрии к системе сбора информации и оперативного реагирования; обеспечение информационной поддержки принятия решений; оперативная подготовка информации руководству; анализ и оптимизация аварийных мероприятий; моделирование аварийных ситуаций.

Структура системы удаленного контроля параметров выглядит следующим образом: с нескольких объектов водохозяйственного комплекса собирается информация об их состоянии работе и параметрах, при помощи систем удаленного контроля, расположенных в каждом объекте. Затем информация передается через GSM канал на сервер.

Несмотря на такие высокие требования к системе управления насосными станциями, уровень автоматизации является значительно низким и в основном ограничивается регулированием уровня без сигнализации о предаварийных и аварийных ситуациях на диспетчерские пункты. Это приводит к необходимости использования дополнительного кадрового обеспечения.

Для принятия информации от приборов насосной станции диспетчер должен быть обеспечен компьютером и обычным USB-модем с активной SIM-картой. Фиксируемая информация с центрального логического контроллера попадает в базу данных, где сопоставляется с установленными пределами значений по каждому контролируемому параметру.

Дистанционное реагирование на изменение параметров технологических процессов водоснабжения обычно осуществляются через каналы передачи данных: кабель (проводная связь), радио- или сотовую сеть (беспроводная связь). Кабельный канал обладает такими особенностями как высокой пропускной способностью и позволяет передавать значительные объемы информации с высокой степенью надежности. Беспроводные каналы значительно снижают стоимость мониторинга и позволяют подключать точки, которые труднодоступны или недоступны по экономическим соображениям [2, 3, 4]. Управление элементами технологической платформы наряду с сетевыми подключениями возможно на основе реализации сетевого доступа,ткоторый реализуется на базе технологий беспроводного доступа – Wi-Fi,WiMAX и сотовой связи стандартов GSM (3G, 4G, LTE).

Сотовая связь (GSM) имеет преимущество перед радиоканалом: отсутствует необходимость получать лицензию и самостоятельно поддерживать радиосеть. В современных сотовых сетях данные, как правило, передаются по технологиям GPRS или 3G. Последняя предпочтительнее: по сравнению с сетями GSM/GPRS 3G-сети сотовых операторов характеризуются меньшими задержками в канале; приоритет (голосовой трафик или передача данных) не выбирается оператором связи. В районах со слабым или нестабильным GSM/3G-приемом можно поставить антенну с достаточным усилением или подключить повторитель.

В зонах, охваченных кабельными каналами, GSM/3G-канал может использоваться как резервный, вне этих зон – как основной, а роль резервного может быть отведена радиоканалу. Резервный канал системы диспетчеризации служит для передачи исключительно экстренной информации.

В настоящее время для управления водохозяйственными объектами используют мобильные приложения для автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Современная инфраструктура АСУ ТП представляет собой программные и аппаратные комплексы, используемые в автоматизации, включая распределенные системы управления (DCS), системы диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA), программируемые контроллеры (PLC), системы управления производством (MES) и т. д. Сегодня каждая фабрика, завод, бизнес-центр и даже жилые дома контролируются АСУ ТП в том или ином виде. Согласно общему определению, АСУ ТП осуществляет сбор данных с удаленных станций, обрабатывает их и использует автоматизированные алгоритмы или управляемую оператором программу-диспетчер для создания команд, которые затем отправляются на удаленные устройства [5].

Необходимость анализа эксплуатационных параметров средств беспроводного доступа и их составных частей выходит на первый план в определении и обеспечении показателей надежности в процессе функционирования систем водоснабжения.

Подытоживая выше сказанное можно сделать следующие выводы:

1. Необходимость создания инфокоммуникационных технологий управления системами водоснабжения определяется широким спектром использования воды во всех сферах деятельности человека, значительной энергоемкостью водного обеспечения и сложностью эксплуатации технологий водоснабжения.

2. Применение новых инфокоммуникационных технологий и позволяет обеспечить значительную экономию ресурсов и повысить эффективность мобильного и оперативного управления.

3. Использование средств мобильной связи обеспечивает оперативность управления и информирования ответственных лиц. Это приводит к сокращению времени простоя оборудования и снижению ущерба при авариях.

4. Инфокоммуникационная технология в управлении системами водоснабжения позволяют повысить надежность работы оборудования и элементов водоснабжения, оперативную передачу сообщений о возникновении аварийных ситуациях, состоянии насосных систем и уровне потребления электроэнергии.

5. Повсеместное распространение и развитие мобильных технологий, высокая скорость передачи информации в системах связи и многие другие факторы стали основой для появления цифровой экономики, которая также включает мониторинг и управление объектами водоснабжения с помощью инфокоммуникационных технологий.

***

1. Алымов Н.Л. Анализ сфер применения средств беспроводного доступа в системе муниципального коммунального хозяйства/ Н.Л. Алымов, А.А. Горшков, В.А. Кочетков, И.В. Солдатиков// Известия ТулГУ. Технические науки. 2018. № 9.
2. Гришин А.П. GSM в технологиях водоснабжения/ Сантехника, отопление, кондиционирование. 2010. № 10 (106). С. 22-25.
3. Гришин А.П. Оценка инновационного эффекта сотовой информационной технологии в водоснабжении. Инновации. 2007. № 9. С. 85-90.
4. Ефимушкин В. А. Инфокоммуникационное технологическое пространство цифровой экономики/ Т.В. Ледовский, Е.Н. Щербакова // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2017. Т. 11. № 5. С. 15-20.
5. Юшкевич И. SCADA и мобильники. Оценка безопасности приложений, превращающих смартфон в пульт управления заводом [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://xakep.ru/2015/08/03/scada-and-mobile-security/ (дата обращения 16.04.2019).

Иванов С.В., Давыдов С.А., Никулин Н.П.

Модификация генератора случайных чисел

Краснодарское высшее военное училище
им. генерала армии С. М. Штеменко
(Россия, Краснодар)

doi: 10.18411/lj-04-2019-258
idsp: ljournal-04-2019-258

Аннотация

В работе рассматриваются основные свойства псевдослучайных последовательностей (ПСП) линейных рекуррентных регистров сдвига (ЛРРС), а также аналитическая оценка криптостойкости псевдослучайных последовательностей (ПСП), сформированная с использованием нелинейных узлов усложнения. Формулируются необходимые и достаточные условия обеспечения необходимой стойкости к раскрытию ее структуры. Указываются модификации генератора псевдослучайной последовательности (ПСП), с помощью которых обеспечивается необходимая стойкость.

Ключевые слова: псевдослучайная последовательность, генератор случайных чисел, генератор псевдослучайной последовательности, линейный рекуррентный регистр сдвига.

Введение

В современной информационной обстановке создание защищенных информационных технологий, которые могут противостоять атакам злоумышленника является приоритетом для ведущих стран мира. Поэтому для защиты информации в различных программных и программно-аппаратных средствах защиты применяются псевдослучайные последовательности (ПСП), полученные с использованием линейных рекуррентных регистров сдвига (ЛРРС). На данный момент псевдослучайные последовательности, могут быть вскрыты с использованием алгоритмов криптоанализа с различными методами перебора. Поэтому необходимо вводить модификации генератора псевдослучайной последовательности (ГПСП), которые смогли бы обеспечить необходимую стойкость и противостоять атакам злоумышленника.

Постановка задачи

В области защиты информации широкое применение находят, генераторы случайных чисел (ГСЧ), образованные на основе псевдослучайных последовательностей с использованием линейных рекуррентных регистров сдвига. Рассмотрим линейный рекуррентный регистр на рисунке 1.

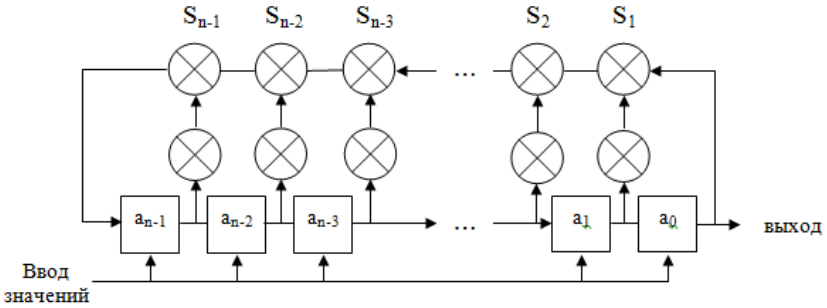


Рисунок 1 – Линейный рекуррентный регистр

ЛРРС работает следующим образом: в ячейки памяти заносятся значения, далее при каждом такте происходит сдвиг значения в правую ячейку, а сумматор осуществляет сложение. По окончании выходит бесконечная последовательность.

Для нахождения свойств выходных последовательностей необходимо ввести некоторые понятия:

Определение 1: Если любой многочлен $f(x)$ с коэффициентами 0 и 1 нельзя представить, как произведение двух или более других многочленов с коэффициентами 0 и 1 кроме тривиальных $1 \times f(x)$, то $f(x)$ называется неприводимым многочленом.

Определение 2: Если неприводимый многочлен делит без остатка многочлен $x^{2n} - 1$ и не делит никакой многочлен $x^n - 1$, $n < 2_n - 1$, то он называется примитивным многочленом.

Определение 3: Поле F, это множество элементов, в котором определены операции сложения, вычитания, умножения и деления. Для любых α, β, γ принадлежащих полю F должны выполняться следующие условия: $\alpha + \beta = \beta + \alpha;\ \alpha\beta = \beta\alpha;\ \alpha + (\beta + \gamma) = (\beta + \alpha) + \gamma;\ \alpha(\beta\gamma) = (\alpha\beta)\gamma$. Кроме того, в поле должны существовать такие элементы как: $0;\ 1;\ -\alpha;\ \alpha^{-1}$ (для $\alpha \neq 0$) и выполняться следующие соотношения: $0 + \alpha = \alpha; (-\alpha) + \alpha = 0; 0 \times \alpha = 0; 1 \times \alpha = \alpha; (\alpha - 1) = \alpha$. Таким полем называется поле Галуа.

Далее необходимо ввести свойства выходных последовательностей ЛРРС:

1. Период выходной последовательности ЛРРС. Число состояний регистра равно 2^n, из них одно нулевое состояние, то период не может быть больше $2^n - 1$. Когда период равен $2^n - 1$, то полином регистра примитивный.

2. Свойство «окна». Если «окно» шириной n перемещать вдоль выходной последовательности на примитивном многочлене, то каждый из $2^n - 1$ ненулевых наборов будет виден точно один раз.

3. Свойство сложения. Если фиксирован примитивный многочлен, то число возможных числовых последовательностей равно числу начальных состояний, то есть $2^n - 1$. Почленная сумма 2-х выходных последовательностей по mod2 снова даст выходную последовательность ЛРРС.

4. Свойство сдвига. Любой циклический сдвиг выходной последовательности, также есть выходная последовательность ЛРРС.

5. Свойство баланса. Любая выходная последовательность содержит 2^n единиц и $2^n - 1$ нулей. Между 1 и $2^n - 1$ имеем $2^m - 1$ нечетных чисел, двоичное представление которых оканчивается на 1 , и $2^m - 1$ четных чисел, которые оканчиваются на 0.

6. Свойство серий. Любая выходная последовательность имеет половину серии длины 1 , четверть серии длины 2 , $1/8$ серии длины 3 и т.д. В каждом случае число серии из 0 равно числу серий из 1 .

Данные свойства показывают и дают основания называть выходные последовательности ЛРРС, псевдослучайными.

Решение задачи.

Рассмотрим ЛРР, построенный на произвольном полиноме

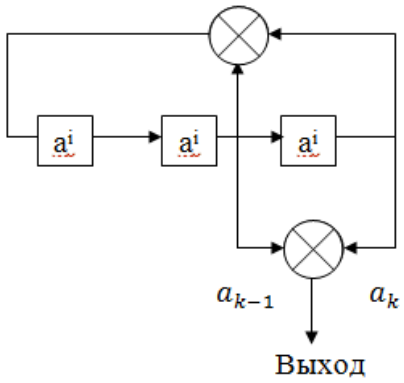


Рисунок 3 – Схема усложнения выходной последовательности рекуррентного регистра при помощи операции умножения

Полином $h(x) = 1 + x + x$, содержащий три ячейки (n=3) памяти и один узел перемножения показан на рисунке 3. То есть состояния ячеек памяти регистра можно представить через примитивные элементы поля следующим образом:

$$a_i = a^i + a^{2i} + (a^2 + a)^i$$
$$a_{i+1} = a^{i+1} + a^{2(i+1)} + (a^2 + a)^{i+1}$$

Окончательно имеем:

$$h(x) = h_1(x) \times h_2(x) = (x^3 + x + 1) \times (x^3 + x + 1) =$$
$$= x^6 + x^5 + x^3 + x^4 + x^3 + x + x^3 + x^2 + 1 =$$
$$= x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1.$$

Тогда эквивалентный ЛРР путем преобразования, принимает вид, изображенный на рисунке 4.

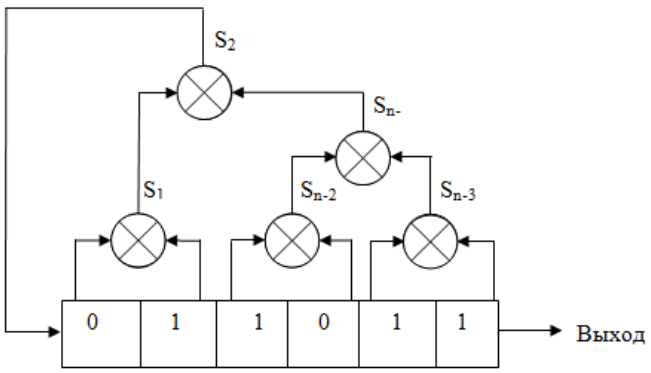


Рисунок 4 – Модифицированная схема эквивалентного регистра для усложненной последовательности

Период выходной последовательности здесь сохранился прежним, то есть он равен 2^3–1=7. Можно и далее усложнять схему выполняя многократное перемножение от элементов одного и того же регистра, как показано на рисунке 4. Можно построить регистр с нелинейностью m-го порядка (на рисунок 4, m=2) и произведя аналогичные расчеты обнаружить новые корни и в конечном итоге построить эквивалентный ЛРР. Число корней будет равно $\sum_{i=1}^{m} C_n^i$

Как раз, так и будет, если эквивалентный регистр, вместо того, чтобы иметь длину $C_4^1 + C_4^2 + C_4^3 = 4 + 4 + 6 = 16$, имеет длину 10 и вид, показанный на рисунок 5. Если $m \rightarrow n$, где n-длина ЛРР, то длина эквивалентного регистра $n' \rightarrow 2n - 1$ и большего

усложнения получить невозможно. Чтобы еще больше увеличить эквивалентную сложность мы должны иметь большее расширение поля.

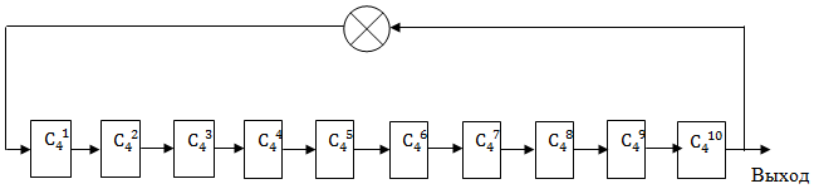


Рисунок 5 – Эквивалентный регистр для усложненной последовательности

Рассмотрим нелинейное преобразование «узел Джеффи», показанный на рисунке 6.

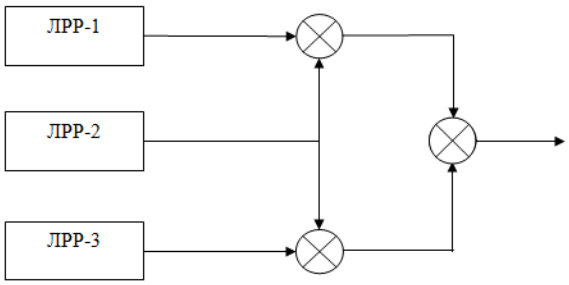


Рисунок 6 – Узел Джеффи

Узел Джеффи, показанный на рисунке 6, состоит из трех регистров: ЛРР1, ЛРР2, ЛРР3. ЛРР2 управляет поочередным подключением на сумматор по mod2 выходных последовательностей от ЛРР1 или от ЛРР3. При этом одновременное подключение выходов ЛРР1 и ЛРР2 исключено. Если с выхода ЛРР2 поступает 1, то к сумматору подключается выход ЛРР1, а если 0 – выход ЛРР3, так как второй умножитель имеет инверсный вход.

Из таких элементов можно образовывать каскадные соединения, сложность которых будет весьма велика.

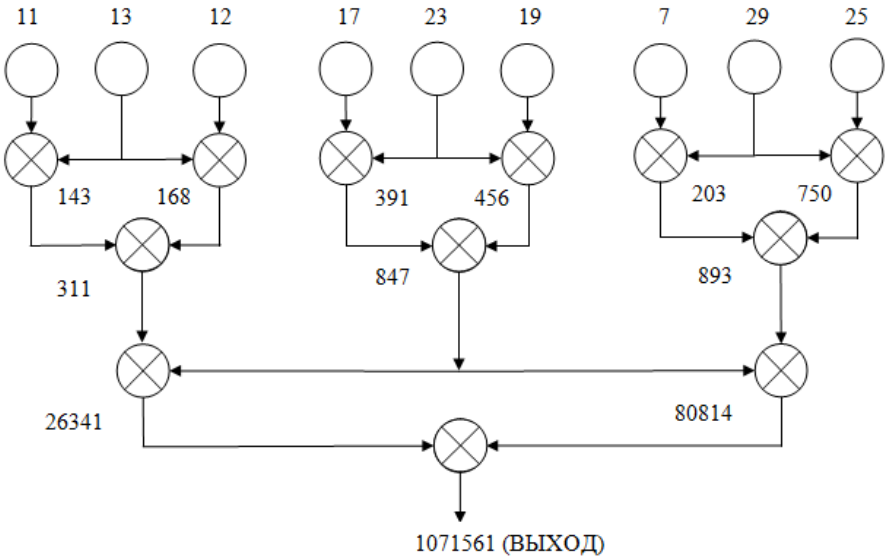


Рисунок 7 – Каскадное соединение из 3-х элементов Джеффи

На рисунке 7 показан пример такого каскадного соединения. Над кругами указаны длины ЛРР, а рядом с линиями - эквивалентная сложность для каждой подпоследовательности. Видно, что эквивалентная сложность оказывается свыше миллиона. Число исходных ЛРР равна 9, с общей длиной каскадов 159. Если все ЛРР

реализованы на примитивных полиномах, то период выходной последовательности будет практически бесконечным и баланс между нулями и единицами будет очень хорошим. Из рисунке 7 видно, что достаточно объединить три криптографических примитива еще одним устройством и эквивалентная сложность возрастает до $10^6 \cong 2 \cdot 10^{12}$.

Вывод

Таким образом, для того, чтобы повысить стойкость выходной последовательности к раскрытию необходимо разорвать рекуррентную зависимость элементов этой последовательности. Для этого используют нелинейные преобразователи (различные комбинации из логических элементов И, ИЛИ, НЕ и др.), которые позволяют за счет усложнения структуры выходной последовательности ЛРРС увеличить ее эквивалентную сложность. То есть в системах защиты информации недостаточно увеличивать только степень порождающего полинома ЛРРС, необходимо также применять нелинейные преобразования над элементами псевдослучайной последовательности.

***

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность (уровень бакалавриата).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (уровень бакалавриата).
3. Исаков В.Н. Элементы численных методов / В.Н. Исаков // М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 118 с.
4. Шнайер Б. Прикладная криптография Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. Триумф, 2013. — 816 с.
5. Golomb, S. Shift Register Sequences, San Francisco, Holden-Day, 1967. KEY E.L. An Analysis of the Structure and Complexity of Nonlinear Binary Sequence Generators. - IEEE Trans. on Inform. Theory. 1976, v. IT-22, No.6.
6. Головина Л.И. Линейная алгебра и некоторые ее приложения. - М.: Наука, 1985
7. Kerckhoffs, A. La Cryptographie militaire /A. Kerckhoffs // Journales Scientices Militares, 9th Series. – 1983. February. – P. 161 – 191. Andelman, D. On the Cryptanalysis of Rotor Machines and Substitution – Permutation Networks / D. Andelman, J.Reeds // IEEE Trans. On IT. – 1981. – Vol IT-28, №4/
8. Коржик В.И., Яковлев В.А. Основы криптографии: учебное пособие / В.И.Коржик,В.А.Яковлев. – СПб., ИЦ Интермедия, 2016. – 312 с. : илл.

Костюкова Т. П., Хвойнова Э.Д.

Защита персональной информации в локальной сети предприятия

Уфимский государственный авиационный технический университет (Россия, Уфа)

doi: 10.18411/lj-04-2019-259
idsp: ljournal-04-2019-259

Аннотация

Расчетные листки выдаваемые бухгалтерией являются персональной информацией сотрудников, поэтому вопросы защищенности и своевременности передачи их сотрудникам является актуальной задачей, связанной с защитой конфиденциальных данных сотрудников. Для решения задачи использованы методы экономического анализа, анализ бизнес-процессов и способы обеспечения защиты информации.

Ключевые слова: расчетный листок, бухгалтерия, сотрудник, конфиденциальность, защита информации, межсетевые экраны.

Abstract

Payments issued by the accounting department are personal information of employees, so the issues of security and timeliness of their transfer to employees is an important task related to the protection of confidential data of employees. To solve the problem, the methods

of economic analysis, analysis of business processes and ways to ensure the protection of information were used.

Keywords: settlement sheet, accounting, employee, confidentiality, information protection, firewalls.

Введение

Выходной информацией в бухгалтерии являются расчетные листки. Расчетные листки относятся к конфиденциальной информации в соответствии с ФЗ «О персональных данных», поэтому и возникает вопрос о защищенной передаче данных непосредственно самому сотруднику без участия третьих лиц.

Все данные хранятся в информационной системе 1С-Камин: Зарплата, и в результате рассмотрения бизнес-процессов, происходящих в бухгалтерии, была выявлена задача - автоматизации процесса формирования и выдачи расчетных листков непосредственно сотруднику. В соответствии с ФЗ «О персональных данных» N-152, необходимо, чтобы передача осуществлялась с помощью защищенного соединения, например это возможно с помощью межсетевого экрана, который в свою очередь выполняет контроль и фильтрацию проходящего сетевого трафика (информация, передаваемая через Интернет), с помощью специальных алгоритмов и заданных правил обработки.

В результате обработки процесса передачи расчетных листков уменьшится количество выдаваемой бумажной документации, что уменьшит процесс обработки расчетных листков бухгалтерами, который повысит экономическую эффективность бухгалтерии в целом.

Уровни защиты информации [4] показаны на рисунке 1, которые разделены на физический и программно-аппаратный уровни. В физический уровень входят 4 подуровня: контрольно-пропускной режим (4), специально оборудованные помещения (3), подготовительный персонал и нормативно-правовая база(2), разграничение доступа(1). В программно-аппаратный входят так же 4 уровня: каналы связи без доступа к сети «Интернет»(4), парольная защита на оборудовании связи(3), межсетевое экранирование(2), криптографические туннели.

Рисунок 1 –Уровни защиты информации

На рисунке 2 представлен пример межсетевого экранирования с помощью, которого возможно передавать в защищенном режиме информацию через Интернет.

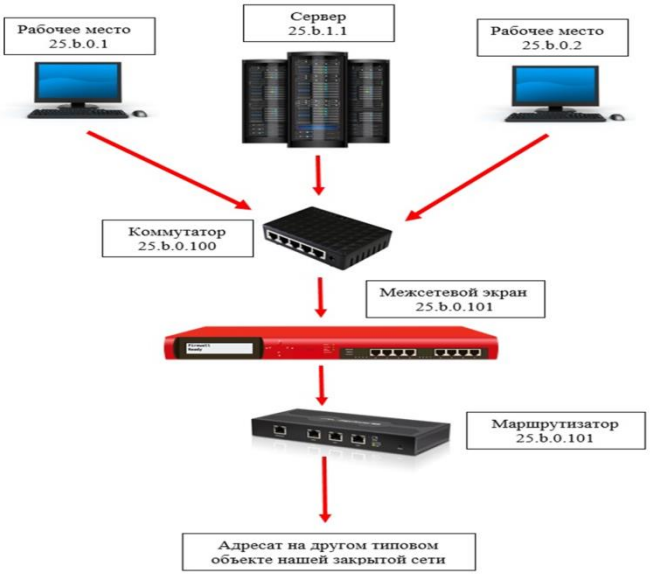


Рисунок 2 – Пример межсетевого экранирования

Постановка задачи

Как происходил бизнес-процесс до автоматизации [3, 5] и как будет происходить можно увидеть на мнемосхемах «КАК ЕСТЬ» и «КАК БУДЕТ».

Мнемосхема бизнес-процесса «КАК ЕСТЬ» формирования расчетных листков и их выдача в бухгалтерии до автоматизации, отображена на рисунке 3.

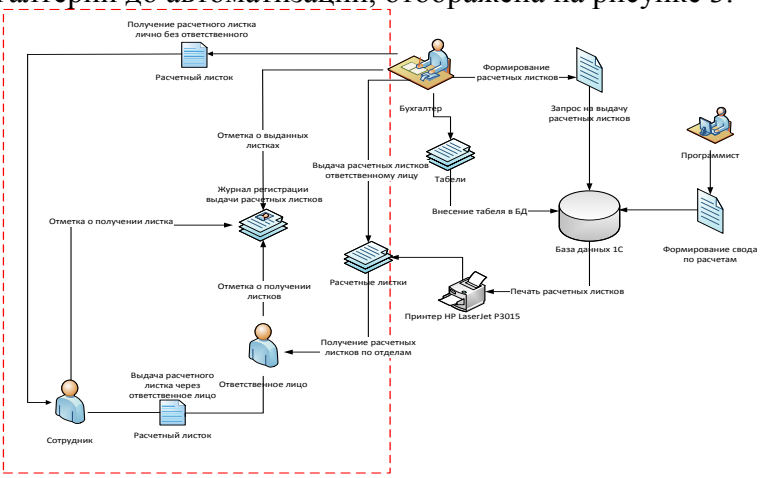


Рисунок 3 – Мнемосхема бизнес-процесса «КАК ЕСТЬ» формирования расчетных листков и их выдача в бухгалтерии до автоматизации

Исходя из мнемосхемы бизнес-процесс, который происходил до автоматизации можно описать как последовательность действий. Бухгалтер заполняет табели в 1С [2], для правильного расчета зарплаты, и отображения этих данных в расчетных листках. Далее бухгалтер отправляет запрос на формирование расчетных листков в 1С и распечатывает их. После распечатки данные листки выдаются ответственному лицу от отдела, который передает их сотрудникам или же сотрудник лично получает листок от бухгалтера. Ответственное лицо и сотрудник должны брать листки под роспись, в журнале регистрации, который выдается им бухгалтером. Программист, в свою очередь, формирует своды по проделанной работе бухгалтерами.

На мнемосхеме выделана прямоугольником область, которая нуждается в автоматизации, состоящим из пунктирных линий. Проблемой здесь является, то, что сотрудник получает листок в бумажном виде через третье лицо, чем может повлечь утерю персональных данных.

Как только была выявлена область для автоматизации, необходимо отобразить, как будет происходить бизнес-процесс формирования и выдачи расчетных листков после автоматизации процесса. На рисунке 4 наглядно показана мнемосхема «КАК БУДЕТ» бизнес-процесс формирования и выдачи расчетных листков после автоматизации процесса.

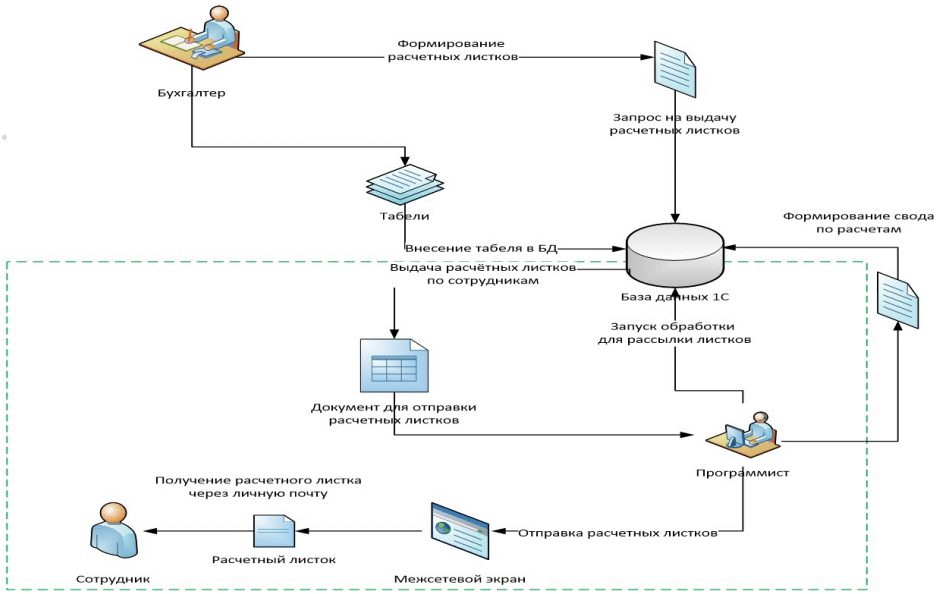


Рисунок 4 – Мнемосхема бизнес-процесса «КАК БУДЕТ» формирования расчетных листков и их выдача в бухгалтерии после автоматизации

Мнемосхема бизнес-процесса «КАК БУДЕТ» формирования расчетных листков и их выдача в бухгалтерии [1] после автоматизации, описывает следующую последовательность действий: бухгалтер заносит табели в БД 1С, и далее программист запускает обработку, которая обрабатывает расчетные листки, для дальнейшей отправки сотрудникам на электронную почту. Расчетные листки будут отправляться в электронном виде, защита персональной информации будет происходить с помощью межсетевого экрана, который фильтрует данные и защищает их. Процесс, который необходимо автоматизировать выделен прямоугольником.

Заключение

В результате, рассмотрения бизнес-процесса формирования расчетных листков и их выдачи в бухгалтерии была выявлена задача построения защищенной информационной подсистемы. Благодаря рассмотрению данного процесса с помощью мнемосхемы, была определена практическая ценность проводимого исследования.

Автоматизация процесса формирования и выдачи расчетных листков в бухгалтерии, является актуальной задачей, решение которой, позволит повысить экономическую эффективность бухгалтерии, выдача листков будет осуществляться через электронную почту, что уменьшить бумажную документацию и затрачиваемое время бухгалтерами на формирование, выдачу и отметку выданных листков.

***

1. Алексеева, Г.И. Бухгалтерский финансовый учет. расчеты по оплате труда.: Учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Г. И. Алексеева. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 215 с.
2. Гейц, И.В. Учет и оплата труда работников государственных и муниципальных учреждений: актуальные вопросы. Применение "1С: Зарплата и кадры бюджетного учреждения 8": Учебные материалы "1С: Бухгалтерский и налоговый консалтинг" / И.В. Гейц, Е.А. Кадыш. - М.: 1С-Паблишинг, 2012. - 443 с.
3. Елиферов, В.Г. Бизнес-процессы: Регламентация и управление: Учебник / В.Г. Елиферов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 319 с.
4. Родичев, Ю.А. Нормативная база и стандарты в области информационной безопасности: учебное пособие / Ю.А. Родичев. – М.: ПИТЕР, 2017, - 256 с.
5. Ширяев, В.И. Управление бизнес-процессами: Учебно-методическое пособие / В. И. Ширяев, Е. В. Ширяев. - М.: Финансы и статистика, 2014. - 464 с.

Митрофанова А.С., Комлев Г.В.

Обучение перцептрона

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
(Россия, Красноярск)

doi: 10.18411/lj-04-2019-260
idsp: ljournal-04-2019-260

Аннотация

В жизни человека и животных обучение играет огромную роль. Основные навыки и представление об окружающем мире человек приобретает в процессе обучения и восприятия цифр или геометрических фигур, проектируемых на сетчатку, состоящую из сенсорных элементов (фотоэлементов). Именно и это служит как основа перцептрона, заложившая некоторую последовательность преобразований. При этом осуществляется некоторая процедура его обучения, основанная на поощрении и наказании.

Ключевые слова: перцептрон, искусственные нейронные сети, Фрэнк Розенблатт

Abstract

In the life of humans and animals training plays a huge role. Basic skills and understanding of the world a person acquires in the process of learning and perception of numbers or geometric shapes projected on the retina, consisting of sensory elements (photocells). It is this that serves as the basis of the perceptron, which laid some sequence of transformations. In doing so, there is some training procedure based on encouragement and punishment.

Keywords: perceptron, artificial neural networks, Frank Rosenblatt

Стремясь воспроизвести функции человеческого мозга, первые исследователи ИНС в 1940-е гг. создали простые аппаратные модели биологического нейрона и системы его соединений. Эти модели были достаточно грубыми аппроксимациями. Тем не менее, с их помощью были получены результаты, стимулировавшие дальнейшие исследования, приведшие к созданию более сложных сетей [1].

Происхождение алгоритмов классификации образов связано с попытками глобального осмысления деятельности мозга. Американский ученый Ф. Розенблатт в 1957 году предложил перцептронный («узнающий») алгоритм, который представляет собой одну из первых моделей процессов запоминания и организации информации, реализуемых мозгом. Перцептрон Розенблатта произвел ошеломляющее впечатление на современников. Он впервые указал на реальные возможности алгоритмизации интеллектуальной деятельности и привел к созданию нового направления исследований, получившего название «Распознавание образов» [2]. Однако, позже было строго доказано, что первоначальная схема перцептрона, предложенная Розенблаттом, не обладает нужной способностью к экстраполяции, т.е. к распознаванию объектов, не учувствовавших в процессе обучения. Попытки усовершенствовать перцептрон, предпринятые в разное время отдельными сторонниками этой схемы, также не привели к ощутимым положительным результатам. Назрела необходимость создания полноценной серьезной теории параллельных вычислительных устройств, подобных перцептрону, теории, учитывающей специфику конкретных задач и позволяющей прогнозировать разрешимость тех или иных задач [3].

В основе перцептрона лежит математическая модель восприятия информации мозгом. Разные исследователи по-разному его определяют. В самом общем своем виде (как его описывал Розенблатт) он представляет систему из элементов трех разных типов: сенсоров, ассоциативных элементов и реагирующих элементов [4].

Перцептрон, или перцептрон – математическая или компьютерная модель восприятия информации мозгом (кибернетическая модель мозга), предложенная

Фрэнком Розенблаттом и впервые реализован в видел электронной машины «Марк-1» в 1960 г. Перцептрон стал одной из первых моделей нейросетей, а «Марк-1» - первым в мире нейрокомпьютером.

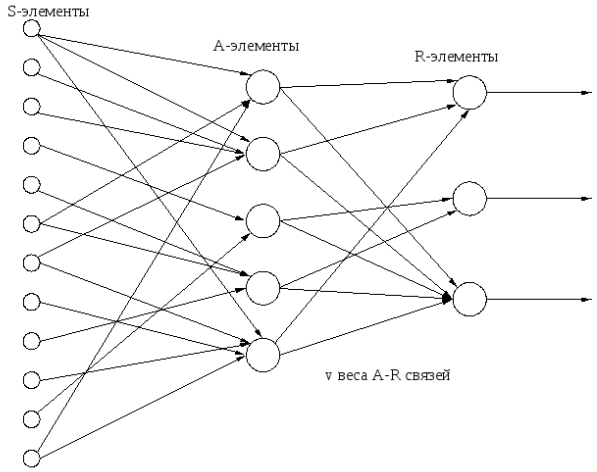


Рисунок 1. Схема перцептрона

Сигналы от возбужденных А-элементов, в свою очередь, передаются в сумматора R, причем сигнал от i-го ассоциативного элемента передается с коэффициентом. Этот коэффициент называется *весом* AR связи.

Так же как и А-элементы, R-элемент подсчитывает сумму значений входных сигналов, умноженных на веса (линейную форму). R-элемент, а вместе с ним и элементарный перцептрон, выдает «1», если линейная форма превышает порог θ, иначе на выходе будет «1». Математически, функцию, реализующую R-элемент, можно записать так:

$$f(x) = sign(\sum_{i=1}^{n} w_i x_i - \theta)$$

Рисунок 2. Формула, реализующая R-элемент

Обучение элементарного перцептрона состоит в изменении весовых коэффициентов связей AR. Весы связей SA (которые могут принимать значения (-1, 0, 1)) и значение порогов А-элементов выбираются случайным образом в самом начале и потом не меняются.

После обучения перцептрон готов работать в режиме *распознавания* или *обобщения.* В этом режиме перцептрона предъявляются ранее неизвестные ему объекты, и он должен установить, к какому классу они принадлежат. Работа перцептрона состоит в следующем: при предъявлении объекта, возбуждены А-элементы передают сигнал R-элемента равна сумме соответствующих коэффициентов. Если эта сумма положительна, то принимается решение, что данный объект относится к первому классу, а если она отрицательна — то ко второму.

Важным свойством любой нейронной сети является способность к обучению. Процесс обучения является процедурой настройки весов и порогов с целью уменьшения разницы между желаемыми (целевыми) и получаемыми векторами на выходе. В своей книге Розенблат пытался классифицировать различные алгоритмы обучения перцептрона, называя их системами подкрепления.

Система подкрепление — это любой набор правил, на основании которых можно менять с течением времени матрицу взаимодействия (или состояние памяти) перцептрона.

Описывая эти системы подкрепления и уточняя возможные их виды, Розенблат основывался на идеях Д. Хебба об обучении, предложенных им в 1949 году, которые можно перефразировать в следующее правило, которое состоит из двух частей:

- Если два нейроны с обеих сторон синапса (соединения) активизируются одновременно (то есть синхронно), то прочность этого соединения возрастает.

- Если два нейроны с обеих сторон синапса активизируются асинхронно, то такой синапс ослабляется или вообще отмирает.

Обучение с учителем. Классический метод обучения перцептрона — это *метод коррекции ошибки.* Он представляет собой такой вид обучения с учителем, при котором вес связи не изменяется до тех пор, пока текущая реакция перцептрона остается правильной. При появлении неправильной реакции вес изменяется на единицу, а знак (+/-) определяется противоположным от знака ошибки.

Допустим, мы хотим научить перцептрон разделять два класса объектов так, чтобы при предъявлении объектов первого класса выход перцептрона был положительный (1), а при предъявлении объектов второго класса — отрицательным (-1). Для этого выполним следующий алгоритм:

1. Случайно выбираем пороги для А-элементов и устанавливаем связи SA (далее они не будут меняться).
2. Начальные коэффициенты считаем равными нулю.
3. Предъявляем обучающую выборку: объекты (например, круги или квадраты) с указанием класса, к которому они принадлежат.
   - Показываем перцептроны объект первого класса. При этом некоторые А-элементы пробудятся. Коэффициенты, соответствующие этим возбуждением элементов, *увеличиваем* на 1.
   - Предъявляем объект второго класса, и коэффициенты тех А-элементов, которые возбудились при этом показе, *уменьшаем* на 1.
4. Обе части шага 3 выполним для всей обучающей выборки. В результате обучения сформируются значения весов связей.

Теорема сходимости перцептрона, описана и доказана Ф. Розенблат (при участии Блока, Джозефа, Кести и других исследователей, которые работали вместе с ним), показывает, что элементарный перцептрон, обученный по такому алгоритму, независимо от начального состояния весовых коэффициентов и последовательности появления стимулов *всегда* приведет к достижению решения по конечный промежуток времени.

Обучение без учителя. Кроме классического метода обучения перцептрона, Розенблат также ввел понятие об обучении без учителя, предложив следующий способ обучения:

- Альфа-система подкрепления — это система подкрепления, при которой веса всех *активных* связей, ведущих к элементу, изменяются на одинаковую величину r, а веса *неактивных* связей за это время не меняются.

Позже, с разработкой понятия многослойного перцептрона, альфа-система была модифицирована, и ее стали называть *дельта-правилом.* Модификацию было проведено с целью сделать функцию обучения дифференцируемой (например, сигмоидною), что в свою очередь требуется для применения метода градиентного спуска, благодаря которому возможно обучение более одного слоя [5].

Алгоритм обучения перцептрона может быть реализован на цифровом компьютере или другом электронном устройстве, и сеть становится в определенном смысле самоподстраивающейся. По этой причине процедуру подстройки весов обычно называют «обучением» и говорят, что сеть «обучается». Доказательство Розенблатта стало основной вехой и дало мощный импульс исследованиям в этой области. Сегодня в той или иной форме элементы алгоритма обучения перцептрона встречаются во многих сетевых парадигмах.

***

1. С.Г. Толмачев. Системы искусственного интеллекта. Нейросетевые модели. Учебное пособие. Санкт-Петербург, 2011.
2. Т.И.Чачхиани, М.Г.Серова. Алгоритм перцептрона. Практикум. Нижний Новгород, 2015.
3. М. Минский, С.Пейперт. Персептроны. Москва, 1971.
4. Электронный ресурс: [https://neuralnet.info/chapter/%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%8B/].
5. Электронный ресурс: [https://info-farm.ru/alphabet_index/p/perceptron.html].

Сустов С.В., Подколзин В.В.

Создание серверной части системы управления контентом в сфере профессионального образования

Кубанский государственный университет
(Россия, Краснодар)

doi: 10.18411/lj-04-2019-261
idsp: ljournal-04-2019-261

Аннотация

В статье раскрывается подход к созданию системы управления контентом (CMS) в сфере профессионального образования. Актуальность обусловлена необходимостью обеспечить возможность простого создания новых образовательных платформ с целью предоставить возможность получать и совершенствовать профессиональные навыки с помощью современных технологий. Освещается архитектура предлагаемой системы.

Ключевые слова: профессиональное образование, управление контентом, профессиональные навыки, CMS

Abstract

The article describes the approach to creating the content management system (CMS) for the professional education. The need for designing a simple way to create new educational platforms targeted to provied an ability to acquire and imporve professional skills sets the relevance of the article. The suggested system architecture is being highlighted.

Keywords: professional education, content management, professional skills, CMS

Современные сайты растут в объемах содержащейся информации и в сложности представления этой информации. Стоимость труда программистов слишком высока, чтобы нанимать их для добавления страниц или изменения информации. Особенно невыгодным это становится при учете того, что именно типов страниц у каждого сайта, как правило, не очень много, много самих экземпляров страниц, использующих одну и ту же разметку, но содержащих разные данные. Для решения этой проблемы существует класс систем, служащих для управления контентом (CMS). Современные CMS стремятся охватить максимально широкий спектр потребностей, жертвуя при этом удобством управления и даже функциональными возможностями в узких предметных областях. Например, не представляется возможным на большинстве подобных систем построить одностраничное приложение (SPA), хотя сами технология и методология их разработки уже достаточно не новы.

Цель работы заключалась в создании серверной части CMS, позволяющей создавать порталы в сфере профессионального образования, достаточно узкой предметной области. Созданные на базе этой системы решения должны обеспечивать возможность обучения и повышения квалификации для сотрудников различных учреждений.

В ходе анализа существующих решений стало ясно, что CMS должна быть исполнена с реализацией концепции «headless». Это означает, что сама система в данном случае выступает лишь как хранилище «сырых» данных. Интерпретация этих данных и их визуализация должны быть возложены на конечного клиента CMS, Подобный подход позволяет выступать в роли клиента любому приложению — будь то сайт или мобильное приложение. Это особенно актуально с учетом масштабного распространения мобильного интернета и позволяет снять ограничения стандартных систем, привязывающих содержимое данных к их визуальному представлению.

В качестве языка программирования был выбран C# и фреймворк ASP.NET Core MVC. Именно Core-версия фреймворка выбрана для того, чтобы позволить системе запускаться на Unix-системах в силу специфичности и сложности грамотной настройки

рабочего приложения на серверах под управлением ОС Windows. Однако, использование данной версии фреймворка также не отменяет возможность запустить приложение на Windows при использовании IIS в качестве проксирующего сервера.

Сам же C# идеально подходит под задачу в силу своей объектно-ориентированности и встроенной поддержки динамических типов [1]. Тип dynamic позволяет строить структуры данных неограниченной сложности, сериализовать/десериализовать информацию, считывать и записывать данные, избегая повторной компиляции и перезапуска приложения.

Сами данные, формируемые администратором площадки хранятся в базе данных под управление СУБД PostgreSQL. Эта СУБД поставляется с исходным программным кодом под собственной лицензией, сходной с BSD и MIT, что позволяет неограниченно ее использовать и изменять. PostgreSQL представляет из себя довольно стандартную реляционную СУБД, полностью реализующую ACID, но при этом имеющую дополнительные возможности [2]. Например, есть встроенная поддержка массивов и JSON-объектов как типов данных. При этом PostgreSQL во многочисленных испытаниях показала себя лучше зачастую выбираемого MySQL в плане надежности и скорости работы.

В силу выбранного архитектурного подхода данные потенциально имеют разнородную и сложную структуру. Стандартный Restful API, обеспечивающий доступ к информации, в конечном итоге рискует стать сильно усложненным. Для избежания такой ситуации был применен опыт компании Facebook и их разработка GraphQL. Полная структурная схема системы представлена на рисунке 1.

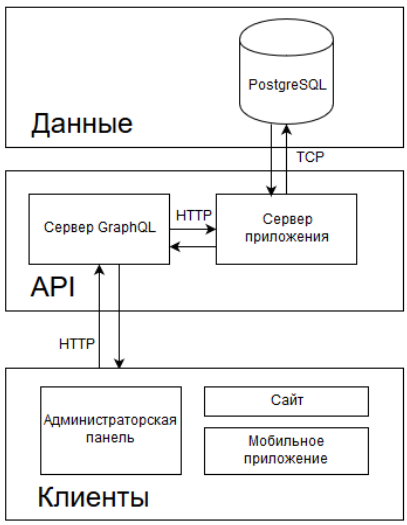


Рисунок 1. Полная структурная схема разработанной CMS

Как видно из рисунка 1, клиентом системы может выступать любое приложение. Администраторская панель также является одним из клиентов. Сервер GraphQL выступает посредником между источником запроса и сервером приложения, пропуская все запросы через себя. Сам же сервер приложения забирает данные из СУБД.

GraphQL представляет из себя язык запросов к данным. С его помощью клиент формирует запросы декларативно, т. е. описывает, какие данные он хочет получить, а система по заданным правилам предоставляет ему желаемые данные [3]. Правила задаются в виде разрешающих функций (resolvers), а запросы в backend передаются через сервер GraphQL, который обрабатывает эти запросы и вызывает разрешающие функции. Подобный подход помимо гибкости в запросах позволяет также фильтровать передаваемые данные. Имея большой объект, зачастую необходимо получить из него лишь несколько полей. GraphQL позволяет указывать конкретные поля, необходимые

клиенту. Сервер GraphQL фильтрует выдаваемые данные, тем самым позволяя экономить интернет трафик. Это в свою очередь очень актуально для мобильных клиентов, где интернет в силу своей природы далеко не всегда бывает стабильным.

Общая схема взаимодействия клиент-серверного взаимодействия представлена на рисунке 2.

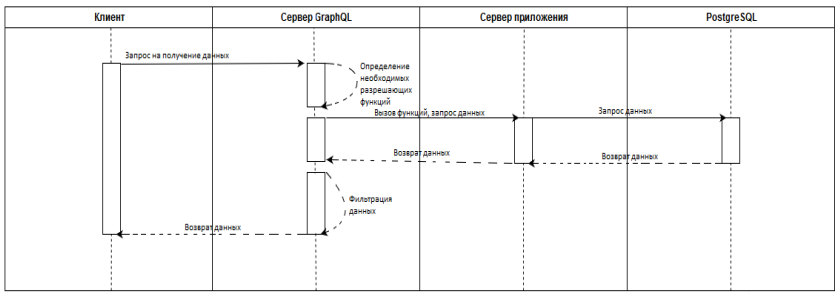


Рисунок 2. Схема взаимодействия компонентов системы

Согласно предоставленной схеме (рисунок 2), клиент отправляет запрос на получение данных в API в единственный маршрут, предоставляемый сервером GraphQL. Сервер GraphQL обрабатывает запрос клиента и вызывает соответствующие разрешающие функции, обращаясь за данными по HTTP в рамках локальной сети в сервер приложения. Сервер приложения получает запрошенные данные из PostgreSQL и отдает их обратно. GraphQL фильтрует полученные данные согласно запросу пользователя и передает результат клиенту.

Созданное программное решение позволяет управлять содержимым порталов профессионального образования. Оно предоставляет возможность создания обучающих программ, проведения тестирования, выставления оценок и присваивания ступеней ученикам. Для полной реализации концепции «headless» в данных условиях администратору сайта предоставляется возможность создавать сложные структуры данных из заранее определенных примитивов. Например, html-текст, булевый тип, список, целое число.

Многие из этих примитивов транслируются в один и тот же тип внутри базы данных. Однако же, разграничение необходимо как для более точной интерпретации данных на стороне клиента, так и для обработки данных и их валидации. Текст и html-текст транслируются в тип text, не имеющий ограничений по длине. Целое число, число с плавающей точкой и булевый тип хранятся в соответствующих типах. Дата и дата со временем имеют тип timestamp without time zone. Списки формируются из созданных объектов данных. По сути, элементы списка просто ссылаются на уже сохраненные данные. Приведенный набор примитивных данных позволяет создавать любой сложности вопросы и тесты с различным количеством вариантов ответа.

Таким образом, было создано решение, занимающее свою нишу и предоставляющее возможности, которыми не обладают многие существующие аналоги. Сосредоточение на узкой предметной области позволило сконцентрировать усилия на необходимых для решения задачи характеристиках, отказавшись от не имеющих смысла в ее рамках. Созданная система позволяет эффективно управлять содержимым порталов в сфере профессионального образования.

***

1. Фримен, А. ASP.NET Core MVC с примерами на C# для профессионалов // Вильямс. – 2017. – 992с.
2. Smith, G. PostgreSQL 9.0 High Performance // Packt Publishing. – 2010. – 990с.
3. Бэнкс А., Порселло Е. GraphQL: язык запросов для современных веб-приложений // Питер. – 2019. – 240с.

Чернов А.Ю, Клочков Д.А.

Интернет-угрозы и способы защиты от них

doi: 10.18411/lj-04-2019-262
idsp: ljournal-04-2019-262

Научный руководитель: Ермолаева В.В

Аннотация

В данном тексте поднимаются самые основные угрозы, на которые может наткнуться обычный пользователь сети интернет и компьютера в частности

Ключевые слова: вирусы, интернет, вредоносные программы, технические угрозы, социальная инженерия , черви, Трояны, DDoS атаки, фишинг, способы защиты в интернете

Abstract

This text raises the most basic threats that may come across an ordinary user of the Internet and computer in particular

Keywords: viruses, Internet, malware, technical threats, social engineering , worms, Trojans, DDoS attacks, phishing, methods of protection on the Internet

Сейчас уже сложно представить человека без компьютера и интернета, каждый день человек делает покупки в сети интернет, общается с родными и друзьями, листает новостную ленту и даже работает, не вставая с дивана, но не задумывается о том, что ежедневно компьютер, телефон, планшетный компьютер подвергается угрозами. Важные Документы, фотографии, переписки и личные данные — вся эта информация может исчезнуть в один клик из-за очередного вируса.
Сеть интернет является огромным складом информации. Интернет предлагает огромные возможности для обучения, работы и отдыха и в то же время это огромная база данных, пополняемая каждую секунду, которая содержит полезную информацию для хакеров и других мошенников. Существует множество видов угроз, но два основных вида, которым могут подвергаться обычные пользователи сети это социальная инженерия (получение информации путем обмана) и технические (с помощью различных вредоносных программ).
Вредоносные программы с каждым днем становятся все продуманны и с более сложным кодом. Самые лучшие варианты программ- это хорошо скрытые для простого человека и способные обмануть даже самую современную и защищенную систему. Сейчас можно встретить огромные системы с большим количеством модулей, в которой каждый отвечает за свою задачу. Например, первый модуль проникает в систему и взламывает ее, второй модуль закрепляется в ней и загружает еще модули, которые уже делают то, что задумал владелец данного программного обеспечения.

Задача вредоносных программ - это нанести повреждения вашему компьютеру, сети интернет или просто украсть ваши данные. Существуют вирусы, которые могут удалить информацию, хранящуюся на любом диске, тормозить или прекратить совсем работу вашего устройства . Вредоносные программы чаще всего «скрываются» в письмах или сообщениях с "интересными" предложениями от незнакомых людей , в страницах различных новостных или других популярных сайтов, которые содержат те или иные недочеты. Пользователь заходит на сайт чтобы получить нужную информацию, а вредоносные программы в этот момент проникают на компьютер, пользователь даже не подозревает об этом.

Рассмотрим основные виды Технических угроз для обычного пользователя - Компьютерные вирусы, черви, трояны , Ddos атаки.

Компьютерные вирусы

Компьютерный вирус - один из самых опасных видов ПО, распространяется по компьютеру путем попадания своей копии в другие программы. Получается, что вирус становится частью программы

, которую он заразил. Вирус передается от одного компьютера к другому, заражая все у стройства на своем пути. Это может быть как легкое подвисание устройства, как и полн ая потеря данных и прекращение работы компьютера. Чаще всего вирус существует в с истеме, но он не может распространятся,
пока человек не запустит зараженную программу. Во время основной работы программ ы так же выполняется работа вируса, который перезаписывает код других программ уж е своим зараженным кодом, что делает программу неисправной.
Так же вирусы могут передаваться от одного компьютера к другому, используя сеть ил и флеш-накопитель

Черви

Компьютерные черви очень схожи с вирусами, потому что они делают свои коп ии в рабочие программы и вызывают такие же повреждения. Самое главное отличие че рвей от вирусов это то, что вирус требует распространения, а червь делает это в автоно мном режиме и не требует вмешательства человека. Чтобы распространятся в системе черви используют или уязвимости системы, или обман человека, для запуска. Червь по падает в компьютер через уязвимости в системе, это позволяет перемещаться ему по ус тройству без помощи человека.

Черви -
это один из самых опасных классов ПО с точки зрения проникновения в компьютер, п отому что для перемещения червей по компьютеру не требуется вмешательство челове ка. Например, если подключить флеш-
накопитель к компьютеру зараженному червем, он самостоятельно распространится и з аразит другие программы.

Трояны

Троян (trojan) —
еще один тип вредоносного ПО, который назвали в честь большого коня из дерева, кот орый древние греки использовали для проникновения на территорию противника. Поль зователь путем обмана самостоятельно загружает его и это выглядит как запуск какой т о программы, которую искал пользователь. Файл может быть замаскирован под видео и ли изображение. Троян может отображаться как video.avi, а на деле это будет video.avi.e xe . Часто троян имеет иконку проигрывателя видео дорожек, это сбивает владельца ко мпьютера и он по невнимательности запускает файл.

После запуска, он может использовать различные функции компьютера: открыва ть файлы и программы, изменять вид рабочего стола, удалять и воровать данные, так ж е распространять другие вирусы. В последние годы большой популярностью пользуютс я трояны-
винлокеры , которые блокирующие рабочий стол компьютера с целью вымогательства денег у пользователя.

DDoS атаки

DDoS-атака –
это атака, которая приводит сервер к сбоям или полной остановке работы компьютера из-за огромного количества запросов, с огромной скоростью.

Суть DDoS-
атаки в том, что мошенник пытается временно отключить определенный сервер, перегр узить сеть или процессор . Цель DDoS атаки –
это выведение компьютера из работы , чтобы пользователь временно не имел доступа к информации. DDoS атака может воздействовать на такие ресурсы как: память компью тера, сетевые ресурсы и т.д

Осуществить DDoS-атаку можно несколькими способами.

В первом случае используются недочеты отдельных программ , которые установ лены на компьютере. Эти уязвимости позволяют вызвать ошибку системы.

Во втором случае атака происходит при помощи массовой рассылки пакетов ин формации на компьютер, это вызывает перегрузку сети и появление ошибок.

Для данной атаки злоумышленники используют сеть компьютеров зараженных в ирусом. Каждым компьютером злоумышленник управляет удаленно, владелец даже не подозревает об этом. При помощи вируса на компьютер-
жертву незаметно устанавливается зараженный программный код, который антивирус не может найти и работает не мешая пользователю. В нужный момент по команде прог рамма активируется и начинает отправлять большое количество запросов на атакуемый сервер или компьютер, в результате сервер перегружается и перестает работать.

Социальная инженерия

Фишинг

Фишинг один из самых популярных способов атаки на пользователей, это один из методов социальной инженерии. Цель фишинга –
получить личную информацию пользователя. Например номер кредитной карты, логин и пароль от социальной сети, путем поддельных страниц в интернете. Самый распрост раненный метод фишинга это : на электронную почту приходит сообщение от вашего б анка, что срочно требуется вход.Текст письма обычно провоцирует пользователя сразу выполнить действия из письма. Но даже если информация кажется надёжной, следует с вязаться со службой поддержки и уточнить у них все, чтобы не попасться на уловки мо шенников. В письме находится ссылка на сайт, который полностью копирует настоящи й сайт банка. После ввода данных на этом сайте мошенник сразу же получает их. И как только он получает данные для входа, он может, использовать их в своих целях, напри мер, вывести деньги с счета или расплатиться в каком нибудь интернет магазине, или с оздать копию пластиковой карты и снять деньги в любой точке мира.

Большинство мошенников пользуется не только технологиями, но и человеческо й невнимательностью или слабостью, используя для этого социальную инженерию. Это т термин подразумевает получение информации путем обмана или хитрости, без испол ьзования вредоносных программ. Специалисты используют психологические методы в оздействия на человека через социальные сети, почту или мессенджеры . В результате ч его, человек самостоятельно раскрывает всю нужную информацию не подозревая этого

Сообщения от мошенников чаще всего содержат смс с угрозами, например они могут обещать огромный выигрыш с минимальными вложениями, а то и вовсе без них . Так же могут приходить сообщения от банков и социальных сетей с текстом :
«Ваш аккаунт заблокирован. Чтобы получить доступ и разморозить аккаунт, необходим о подтвердить свои личные данные: это номер телефона, электронную почту и пароль. После того как жертва отправляет свои данные, мошенники начинают шантажировать жертву и вымогать деньги.

Так же злоумышленники используют личную информацию (фото, видео, переписки) личного характера для вымогательства денежных средств, шантажируют распространить полученную информацию в сети интернет.

Например вы заходите в свой профиль Вконтакте или другой сети и видите сообщение от незнакомого человека, который пишет вам о том, что на ваша страница была взломана и у вымогателя есть ваши фотографии интимного характера. Чтобы фотографии не были разосланы по всем друзьям, вы должны отправить на веб-кошелек некоторую сумму денег. На таких вымогателей чаще всего попадают девушки, которые в свое время записывали «домашнее видео» или делала фотографии интимного характера .

Способы защиты в интернете.

Будьте осторожны и бдительны в интернете в Интернете

Если ваш телефон или компьютер подвергся заражению, то скорее всего вскоре произойдет кража информации. Либо информация может просто удалиться . Основной способ защиты в данном случае - это хороший антивирус.

Лучшие антивирусы на сегодняшний день это:

- Kaspersky
- Avast
- 360 Total Security

К тому же их можно установить совершенно бесплатно!

Антивирус Касперского на данный момент является одним из лучших антивирусов на рынке, по исследованиям. На втором месте идет простой и бесплатный антивирус Avast. Для любителей все настроить под себя подойдет 360 Total Security. Последний антивирус имеет сложную настройку, поэтому не подойдет для новичков.

Если есть финансовые возможности , то можно оплатить платную версию антивируса с дополнительной защитой от кражи личной информации.

Чтобы избежать фишинговых атак в интернете:

Не оставляйте почту и номер телефона в открытом доступе на сайтах и в комментариях.

Не отвечайте на спам, а лучше сразу добавляйте в черный список такие сообщения.

Чтобы не попасться на мошенничество с банковскими картами нужно соблюдать эти правила:

Нельзя сообщать незнакомым людям информацию, размещённую на вашей карте.

Чтобы совершить оплату, достаточно номера карты и фамилии или номера телефона к которому привязана карта.

В случае, если вы заметили подозрительные действия, которые происходят с вашей картой, немедленно обратитесь в поддержку и заблокируйте карту.

Чтобы избежать попадания вирусов на ваше устройство загружайте файлы только из проверенных источников.

Остерегайтесь подозрительных ссылок на форумах, в социальных сетях и на досках объявлений.

Так же будьте внимательны на сайтах социальных сетей

Facebook, Twitter, ВКонтакте и другие социальные сети чаще всего используют злоумышленники. Бывает, что опасные сообщения приходят от друзей и знакомых. Если вы видите подозрительное сообщение от друга, свяжитесь с ним и убедитесь, что это именно его ссылка, или просьба. Не переходите по ссылкам, пока не убедитесь, что это безопасно

***

1. https://safe-surf.ru/users-of/article/212/
2. https://moluch.ru/archive/91/19771/
3. https://camafon.ru/internet
4. https://lifehacker.ru/10-luchshix-antivirusov/

Юдин А.О. [1], Козырева Л.В. [2]

Способы повышения экологической безопасности автотранспортных потоков с использованием имитационного моделирования

[1]ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
(Россия, г. Москва)
[2]ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»
(Россия, Тверь)

doi: 10.18411/lj-04-2019-263
idsp: ljournal-04-2019-263

Аннотация

В статье рассмотрены способы повышения экологической безопасности автотранспортных потоков посредством применения метода имитационного моделирования. На основе исследований разработаны мероприятия планировочного и организационно-технического характера, которые повышают экологическую безопасность дорожного движения. Полученные результаты могут быть использованы для решения комплекса научных и практических задач по организации дорожного

движения.**Ключевые слова:** экологическая безопасность, автотранспортные потоки, регулируемый перекресток, имитационное моделирование.

Abstract

The article deals with improving the ecological safety of motor transport flows by taking simulation modeling. Planning, organizational and technical measures that ecological increase road traffic safety. The obtained results can be used to solve a set of scientific and practical tasks for organizing traffic.**Keywords:** ecological safety**,** motor transport flows, regulated intersection, simulation modeling.

В городах основным источником загрязнения атмосферного воздуха является автотранспорт, на долю которого приходится до 85 % валовых выбросов оксидов углерода, оксидов азота, углеводородов и других загрязняющих веществ. Экологическая безопасность дорожного движения в значительной мере определяется качеством его организации, основу которой составляет рациональное управление транспортными потоками. В крупных городах данная проблема приобретает особую остроту в связи с высокой мобильностью населения из-за увеличения количества перевозок, осуществляемых посредством личного транспорта, а также нарастающим разрывом между количеством автомобилей и протяженностью улично-дорожной сети. Для поиска оптимальных решений по проектированию системы дорожного движения в целях обеспечения требуемого уровня экологической безопасности среды обитания человека в условиях города необходимо применять информационные технологии и методы моделирования, позволяющие учитывать широкий спектр характеристик транспортного потока, закономерности влияния внешних и внутренних факторов на статические и динамические особенности его организации и функционирования [1, 2].

Набольшие значения приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе формируются вблизи автомобильных дорог и их пересечений, по которым с различной интенсивностью, плотностью и скоростью движутся автотранспортные потоки (АТП). С уменьшением скорости движения автотранспортных средств (АТС) с 60 до 5 км/час на линейных участках автомагистралей концентрация монооксида углерода увеличивается в 1,5 – 8,0 раз. В зоне регулируемых перекрестков с увеличением длины очереди автотранспортных средств от 30 до 250 м уровень загрязнения атмосферного воздуха монооксидом углерода возрастает в среднем в 5,0 – 6,5 раз, значительно превышая предельно допустимую концентрацию ПДК) загрязняющего вещества в атмосферном воздухе города [2, 3].

Одним из основных путей снижения выбросов выхлопных газов автомобилей является рациональная организация их движения АТС в городе, в т.ч. на участках формирования заторов и «пробок» перед светофорами Оптимизация режима работы перекрестков может быть осуществлена посредством инструментов имитационного моделирования AnyLogic [2, 4].

AnyLogic рассматривается как среда разработки моделей на языке Java с русскоязычным графическим интерфейсом. Модели сохраняются как Java-апплеты. В профессиональной версии работает отладчик, посредством которого можно создавать автономные JAR-файлы. AnyLogic-модели обладают средствами 2D–3D симуляции, интерактивности и развитыми возможностями проведения экспериментов (в том числе оптимизационных) [1, 3].

Рассмотрим вариант оптимизации пропускной способности перекрестка на примере регулируемого перекрестка площади Гагарина г. Тверь. Это важнейший транспортный узел города, от которого расходятся улицы Вагжанова, Индустриальная, Орджоникидзе, Московское шоссе. Перекресток располагается в селитебной зоне, характеризующейся значительным загрязнением атмосферного воздуха от стационарных источников (промышленная зона комбината «Химволокно») и автотранспорта (пропускная способность перекрестка составляет до 6000 единиц в час). Движением на перекрестке управляют четыре светофора. Алгоритм перехода светофоров в разные состояния задается системой управления светофорами. В «час

пик» на перекрестке регулярно фиксируется значительное скопление автомобилей, что сопровождается локальным увеличением концентрации загрязняющих веществ, выделяемых в составе выхлопных газов АТС, при простоях в ожидании проезда перекрестка.

Создание модели перекрестка и оптимизация скоростного режима автотранспортного потока в зоне его действия посредством инструментов имитационного моделирования AnyLogic производится с учетом следующих характеристик: количество полос движения, интенсивность движения, состав движения (присутствия на дороге автомобилей разных типов: грузовые, легковые, автобусы и др.), маршрутизация движения, время, требуемое для проезда перекрестка, длина очереди перед светофором, скорость и плотность АТП, в целом, и автотранспорта каждого типа, в частности, длительность фаз светофора и ряд других. На рис. 1 представлены элементы презентации моделируемого перекрестка.

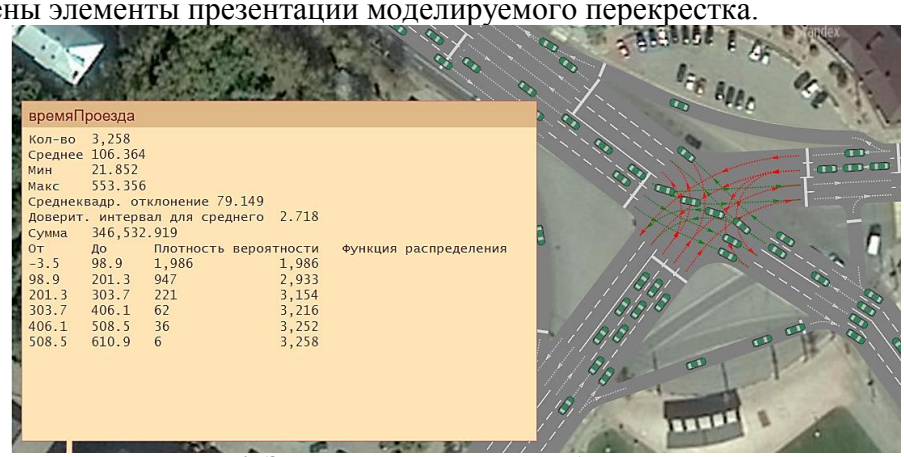


Рисунок 1. Элементы презентации модели перекрестка

По мере того, как автомобили движутся в моделируемом пространстве, сеть дорог постепенно окрашивается в разные цвета. Цвет каждого сегмента дороги соответствует текущей плотности автомобилей на нем. Карта пробок как способ графической репрезентации загруженности дороги транспортными потоками в масштабе реального времени использует цвета от зеленого до красного для отображения степени плотности потока автомобилей. Красный цвет используется для критических плотностей (заторов) на сегменте дороги. Зеленый цвет применятся в случае нормального транспортного потока.

В рамках пакета AnyLogic возможно получение оптимальных значений параметров модели при заданном критерии оптимизации, которые могут не совпадать для различных элементов системы, цели оптимизации также могут быть противоположны. Поэтому, следует строить сложные критерии оптимизации с использованием весовых функций.

На рисунке 2 представлено графическое отображение варианта оптимизации работы рассматриваемого перекрестка.

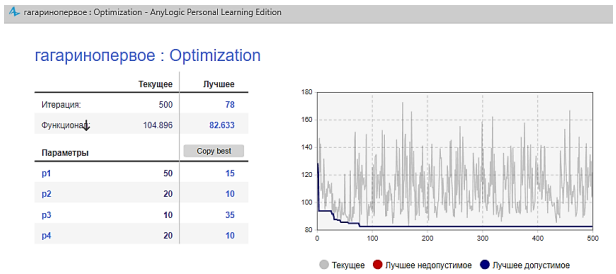


Рисунок 2. Графическое отображение варианта оптимизации работы перекрестка

Таким образом, посредством моделирования можно отобразить значительное количество конфигураций перекрестка. Разрабатывая мероприятия, повышающие экологическую безопасность на основе оптимизации пропускной способности

отдельных элементов дорог, необходимо учитывать неравномерность движения АТС в течение суток, а также неравномерность движения по различным направлениям в пределах перекрестков.

Сокращение время простоя машин при проезде перекрестка решается уменьшением интенсивности движения в заданном направлении, в частности, перенаправлением транспортного потока на прилегающие дороги.

Модель перекрестка может быть использована в различных работах по оценке простоя автомобилей в очередях. Преимуществами данного подхода к моделированию и исследованию транспортных сетей в пакете AnyLogic является простота и наглядность построения сети, возможность расширения и усовершенствования модели пользователем. Однако данная модель не учитывает индивидуальная особенности поведения водителей, дорожно-транспортные происшествия и ряд других характеристик автотранспортного потока в реальных условиях. Поэтому построение более детальных моделей требует использования дополнительных методов, например, метода клеточных автоматов. Для апробации модели необходимо провести анализ ее адекватности реальному процессу дорожного движения.

***

1. Валуев А.М. Моделирование зависимостей, характеризующих динамику автотранспортных потоков / А.М. Валуев, А.А. Соловьев // Информация и связь, 2018. №2. - С. 106-113.
2. Козырева Л.В. Оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при работе строительной техники / М.Ю. Шлыков, Л.В. Козырева // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии: матер. II Междунар. науч.-практич. конф. Тверь: ТвГТУ, 2016. - С. 235-237.
3. Шаламова А.Ю. Способы повышения эффективности эксплуатации транспортно-технологических комплексов с использованием имитационного моделирования / А.Ю. Шаламова, Е.В. Самойлова, Е.О. Юркова, Г.Г. Ядрошникова // Вестник сибирского государственного университета путей сообщения, 2017. №3(42). - С. 12-18.
4. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог: ОДМ 218.2.020-2012. М.: Изд-во ФГУП «Информавтодор», 2012. - 144 с.

Komlev G.V.

Tests of liquid rocket thrusters

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
(Russia, Krasnoyarsk)

doi: 10.18411/lj-04-2019-264
idsp: ljournal-04-2019-264

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы при проведении наземных испытаний жидкостных ракетных двигателей малой тяги и требования к их испытаниям.

Ключевые слова: двигатель малой тяги, система управления и измерения.

Abstract

The article deals with problems when conducting ground tests of liquid rocket thrusters and requirements for their testing.

Keywords: thruster, control and measurement system.

Low-thrust liquid-propellant jet engines are widely used as the executive bodies of a spacecraft's jet control system with respect to the center of mass or as autonomous auxiliary engines for maneuvering, accelerating or decelerating a spacecraft. They are also used in propulsion systems for stabilizing, orienting, and ensuring the launch of upper stages of various rockets.

There are both single-component engines and two-component liquid fuels.

Single-component liquid fuel reactive systems have several advantages compared to dual-component fuel systems: micromotors require only one tank with one feeding device

and, accordingly, fewer automation units; the design of one-component engines is much simpler; regarding [1].

low temperature of the working fluid (t <1200 ° C). Obtaining “clean” and “radiotransparent” decomposition products of carbon-free fuels plays a particularly significant role when optical devices are installed on board spacecraft, which have an increased sensitivity to pollution, and also to ensure reliable radio communications, especially for interplanetary flights.

Conducting bench fire tests for engines that simulate operating conditions is a rather complicated task. When developing stands for testing engines, the main tasks should be solved: imitation of high-altitude operating conditions and measurement of parameters that evaluate the quality of engines. Pulse modes of operation determine the nature of transients with high rates of change of engine parameters [2].

Measurement of thrust engines when tested in high vacuum is carried out by several methods. One of them is based on systems for measuring rapidly-changing pressures using inductive or strain gauge transducers widely used in engine testing. At the same time, load-bearing devices are used in which, under the action of thrust, a fluid pressure is generated in a closed volume, which is recorded by a pressure measurement system.

From the point of view of bench management systems and measurements, the features of engine tests are their short duration, which practically excludes the possibility of the operator carrying out any analysis and adjustment of the mode of operation during the test. In this regard, test control processes and parameter measurements should be as automated as possible.

The used high-speed automatic control systems provide a predetermined sequence of operating modes, allow you to simulate a variety of conditions for starting and stationary operation of the engine. The short duration of the engine and the need to automate measurements required the development and use of special measuring systems and equipment. Moreover, these systems are subject to two fundamental requirements - high accuracy of measurement of parameters in steady-state modes and minimal inertia in measuring a number of physical quantities in transient modes, including start-up and shutdown modes.

The second feature is the increased risk of engine testing. It is associated mainly with the use of highly active fuels and, above all, oxidizing agents. Their use predetermines a high level of temperature in the combustion chamber, and also contributes to the rapid development of defects, which in some cases may end in an explosion. The third feature is the high cost of testing, which is largely due to the high consumption of fuel components and, very often, the uniqueness of the test equipment. In this regard, there are requirements of high informativeness of tests and their rational planning, allowing you to get, perhaps, more complete data on the engine in the shortest time, and hence with minimal fuel consumption.

Information-measuring and control system of fire tests of engines, taking into account the noted features of their tests and allowing to reduce the costs of these tests, should provide:

- high accuracy and increased reliability of measuring instruments;
- remoteness and specified measurement algorithm;
- automation control equipment;
- the possibility of visual control of the parameters of the engine and bench systems at the choice of the test operator;
- high noise immunity of measuring instruments and channels for collecting and transmitting information;
- the possibility of selective processing of information in the process of testing, the operation of measuring instruments and the processing of the information obtained in the single-time mode;
- protection of the engine when critical parameters are reached [3].

***

1. Testing of liquid rocket engines / Edited by Dr. tech. Sciences prof. V.Ya. Levin - M .: MECHANICAL ENGINEERING, 1981.
2. Bershadsky V.A. Strategy for reducing the danger of bench tests of rocket propulsion systems // Aerospace equipment and technology. - №2. - 2004. - p. 38–45.
3. Vorobiev, G. G., Borovik, I. N., Khokhlov, A. N., et al. Modernization of the test fire stand for the study of working processes in liquid rocket engines of small loads on environmentally friendly fuel components. // Vestnik MAI, T. 14, №1, 2010.

Научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
№49, 04.2019

Апрель 2019 г.
Часть 12

SPLN 001-000001-0450-LJ

Подписано в печать 03.07.2019. Тираж 400 экз.
Формат.60x84 1/16. Объем уч.-изд. л.4.83
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович