

**15-я НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
ПРОФЕССОРСКО-
ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО
СОСТАВА
ВПИ (филиал) ВолгГТУ**

**Волжский
25-29 января 2015 Г.**

**Волгоград
2016**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ
ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**15-я НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО
СОСТАВА**

ВПИ (филиал) ВолгГТУ

**Волжский
25-29 января 2016 Г.**



**Волгоград
2016**

ББК С+Ж/О

Организационный комитет:

Фетисов А.В. – председатель, кандидат техн. наук, доцент, и.о. директора ВПИ (филиал) ВолгГТУ.

Бутов Г.М. – зам. председателя, доктор хим. наук, проф., зам. директора ВПИ (филиал) ВолгГТУ по научной работе.

Благинин С. И. – ученый секретарь конференции, начальник НИС ВПИ (филиал) ВолгГТУ.

Члены оргкомитета:

Дубровченко Ю.П., Капля В.И., Лукьянов Г. И., Мустафина Д.А., Носенко В.А., Ребро И.В., Рыбанов А.А., Суркаев А.Л.

Издается по решению редакционно-издательского совета

Волгоградского государственного технического университета.

15-я научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 2016 г.) [Электронный ресурс]: Сборник материалов конференции (I часть) / Под. редак. С.И.Благикина. - Электрон. текстовые дан.(1 файл-12,7МВ) – Волжский: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2015 г. – Систем.требования: Windows 95 и выше; ПК с процессором 486+;CD-ROM.

В сборник вошли материалы 15-й научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Волжского политехнического института (филиал) ВолгГТУ, проходившей в ВПИ (филиал) ВолгГТУ 25-29 января 2016 г.

Материалы публикуются в авторской редакции.

© Волгоградский государственный
технический университет, 2016
©Волжский политехнический
институт,2016

СЕКЦИЯ №9.

ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ МЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЗИЧЕСКИХ СХЕМ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ.	
Рыбанов А.А.	4
РАЗРАБОТКА ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ГЕОПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ НАБЛЮДАЕМЫХ ОБЪЕКТОВ НА ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ.	
Лясин Д.Н.	12
РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИННОВАЦИЙ.	
Короткова Н.Н.	16
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЫРАБОТКИ РЕКОМЕНДАЦИЯ ПО ОЦЕНКЕ СЛОЖНОСТИ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТРИК КАЧЕСТВА ОНТОЛОГИЙ.	
Макушкина Л.А.	29
АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ВЕБ- СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАД, АДАПТИРОВАННОЙ К ЗАДАЧАМ КОНЕЧНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ.	
Абрамова О.Ф.	36
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СОЗДАНИЯ ВЕБ-РЕСУРСОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ.	
Фадеева М.В.	42
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ЕЖЕМЕСЯЧНОГО ПЛАТЕЖА ПО КРЕДИТУ.	
Свиридова О.В.	45

СЕКЦИЯ 7.

«ХИМИЯ, ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»

МОДИФИКАЦИЯ КРЕМНЕКИСЛОТНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЗАЩИТНОГО МАТЕРИАЛА.	
Лапина А.Г., Цыбулько Н.О., Гордеева Е.В., Каблов В.Ф., Новопольцева О.М., Лапин С.В., Кочетков В.Г.	55
СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ТВЁРДОГО ВОДОРАСТВОРИМОГО КОАГУЛЯНТА.	
Жохова О.К., Пудовкин В.В., Бутов Г.М.	56
НОВЫЕ ПРПИТОЧНЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СОСТАВЫ, СОДЕРЖАЩИЕ ПОЛИКОНДЕНСАЦИОННОСПОСОБНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.	
Пудовкин В.В., Лапина А.Г., Каблов В.Ф., Новопольцева О.М., Кочетков В.Г.	58
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭБОНИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.	
Каблов В. Ф., Перфильев А. В., Шабанова В. П.	59
СИНТЕЗ АДАМАНТИЛСОДЕРЖАЩИХ АМИДОВ ЩАВЕЛЕВОЙ КИСЛОТЫ.	
Дьяченко В.С., Бурмистров В.В., Бутов Г.М.	61
СИНТЕЗ И РЕАКЦИИ АДАМАНТИЛСОДЕРЖАЩИХ ИЗОТИОЦИАНАТОВ.	
Питушкин Д.А., Бурмистров В.В., Бутов Г.М.	62

РЕАКЦИИ 1-АДАМАНТИЛМЕРКАПТАНА С НЕКОТОРЫМИ ДИИЗОЦИАНАТАМИ.	
Иванкина О.М., Бутов Г.М., Бурмистров В.В., Крюкова Д.А.	63
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОЖУХОТРУБНОГО РЕАКТОРА СИНТЕЗА МОРФОЛИНА.	
Шаповалов С.В., Харитонов В.Н.	64
МЕТОДИКА РАСЧЁТА ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ВЧЕРВЯЧНОЙ МАШИНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OPENFOAM.	
Некрылов С.С., Харитонов В.Н.	65
ПОГРЕШНОСТЬ СТЕПЕННОЙ МОДЕЛИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕЧЕНИЯ В ПЛОСКОМ КАНАЛЕ.	
Силаев В.В., Шаповалов В.М.	67
МОДИФИКАЦИЯ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ.	
Новопольцева О.М., Перфильев А.А.	73
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ НА ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ.	
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Сандо В.Д., Яковлева М.Л.	73
МОДИФИКАЦИЯ ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ФОСФОРБОРАЗОТСОДЕРЖАЩИМ ОЛИГОМЕРОМ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.	
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Руденко К.Ю., Варфоломеева С.П.	74
РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ПРОПИТОЧНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ИХ СВОЙСТВ.	
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Каткова Д.А.	75
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МАССООБМЕНА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ОЧИСТКИ НИТРОБЕНЗОЛА.	
Лапшина С.В.	76
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НАПОЛНЕННЫХ АППРЕТИРОВАННЫМИ ВОЛОКНАМИ.	
Руденко К.Ю., Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Новопольцева О.М., Мотченко А.О.	78
РАЗРАБОТКА ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ МЕТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ.	
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Панченко Т.А.	79
ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ, НАПОЛНЕННЫХ МИКРОУГЛЕРОДНЫМИ ВОЛОКНАМИ.	
Руденко К.Ю., Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Новопольцева О.М., Мотченко А.О.	80
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ХЛОРСУЛЬФИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА.	
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Руденко К.Ю., Харламов Е.В.	81
РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ПИРОСИНТЕЗА.	
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Хужаяров Д.Т., Руденко К.Ю.	82
ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОРБОРАЗОТСОДЕРЖАЩЕГО МОДИФИКАТОРА В ЭЛАСТОМЕРНЫХ КЛЕЕВЫХ СОСТАВАХ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ.	
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Руденко К.Ю., Юмагулова Ю.И.	83

ОСОБЕННОСТИ МИКРОВОЛНОВОЙ ДЕВУЛКАНИЗАЦИИ НАПОЛНЕННЫХ РЕЗИН НА ОСНОВЕ НЕПОЛЯРНЫХ КАУЧУКОВ.	
Каблов В. Ф., Перфильев А. В., Шабанова В. П.	84
ПОГРЕШНОСТЬ МОДЕЛИ ОСТВАЛЬДА - ДЕ ВИЛЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕЧЕНИЯ В КРУГЛОМ КАНАЛЕ.	
Телицына М.М., Шаповалов В.М.	84
ВЛИЯНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НА РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИССИПАТИВНОГО РАЗОГРЕВА НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ.	
Шаповалов В.М.	90
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА ВЫХОД ПРОДУКТА В СЛОЖНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ. ИЗОТЕРМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.	
Тишин О.А., Харитонов В.Н., Мокрецова И.С., Суворова В.С., Татаренкова Д.В. ...	95
ВОЗМОЖНЫЕ МЕТОДЫ МОДИФИКАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА.	
Сторожева А.С., Дейнекин М.А., Каблов В.Ф., Хлобжева И.Н., Соколова Н.А., Костин В.Е.	97
ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ В ВОДНОЙ СРЕДЕ.	
Федорова Н.А., Хлобжева И.Н., Соколова Н.А., Кочетков В.Г., Костин В.Е., Каблов В.Ф.	98
ПРИРОДНЫЕ ПОЛИМЕРЫ МЕЛАНИНЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОТИВОСТАРИТЕЛИ ЭЛАСТОМЕРОВ И ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ.	
Новопольцева О. М., Грачёва Н.В, Краснова Т.С.	99
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ПЛАСТИФИКАТОРА НА СВОЙСТВА ПЛАСТИКАТА НА ОСНОВЕ ПВХ.	
Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Москвичева М. А., Степанова А.Г., Ким И.О.	101

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ МЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЗИЧЕСКИХ СХЕМ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ

А.А. Рыбанов

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

В процессе производства программного обеспечения возникает проблема объективной оценки выполненных работ каждым участником команды разработчиков информационной системы. В настоящее время существуют метрики для оценки трудоемкости работ, выполненных программистом, ориентированные на анализ программного кода. Тем не менее, решение проблемы оценки трудоемкости и стоимости выполненных работ по проектированию базы данных информационной системы является актуальной задачей.

Оценка сложности реляционной базы данных может быть выполнена на следующих стадиях её проектирования [8]:

1) При концептуальном проектировании: на основе модели предметной области в виде ER-диаграммы;

2) При логическом проектировании: на основе набора реляционных отношений, полученных в результате преобразования ER-диаграммы;

3) При физическом проектировании, т.е. на основе физической схемы базы данных.

Наиболее точную оценку сложности реляционной базы данных можно получить в результате анализа её физической схемы.

База данных является ядром информационной системы. Применение количественных метрик физических схем баз данных (БД) позволит разработчикам БД [1, 4, 5, 6]:

- изучить сложность разработанной физической схемы базы данных;
- оценить объем работ, выполненных разработчиком физической схемы БД;
- оценить усилия по реализации физической схемы БД;
- выбрать наилучшую физическую схему БД из нескольких альтернативных вариантов.

Количественные метрики, которые используются в работе можно разделить на три категории:

- для таблиц: количество атрибутов, количество внешних ключей, глубина дерева связей, коэффициент внешних связей;

- для физической схемы: количество таблиц схемы, количество атрибутов схемы, связность схемы, количество внешних ключей схемы, глубина дерева связей схемы, коэффициент внешних связей схемы;

- для концептуального графа физической схемы: порядок графа, размер графа, диаметр графа, структурная избыточность графа, реберная плотность графа, абсолютная глубина графа, средняя глубина графа.

Метрические характеристики первых двух категорий рассчитываются путем выполнения запросов к служебной БД MySQL, что является преимуществом, т.к. нет необходимости анализировать SQL – скрипт БД. Метрические характеристики третьей категории имеют алгоритмы для расчета.

Для i -й таблицы физической схемы базы данных величина *веса сложности* W_i определяется по формуле:

$$W_i = A_i + K_i + I_i + F_i, \quad (1)$$

где A_i – количество атрибутов в i -й таблице; K_i – количество ключей в i -й таблице (учитываются первичный и вторичные ключи); I_i – количество неуникальных

индексов в i -й таблице (индексы, появившиеся в результате создания внешних ключей, при подсчете не учитываются); F_i – количество внешних ключей в i -й таблице.

Сложность физической схемы базы данных вычисляется как сумма весов сложности её таблиц:

$$C = \sum_{i=1}^n W_i . \quad (2)$$

Рассмотрим алгоритм измерения сложности физической схемы базы данных.

Алгоритм измерения сложности физической схемы БД

Вход: Физическая схема БД.

Выход: C_i – сложность физической схемы БД.

Шаг 1. Формирование множества таблиц физической схемы базы данных:
 $D = (T_i | i = \overline{1, n}), i := 1.$

Шаг 2. Подсчет атрибутов A_i для таблицы T_i .

Шаг 3. Подсчет ключей K_i для таблицы T_i .

Шаг 4. Подсчет индексов I_i для таблицы T_i .

Шаг 5. Подсчет внешних ключей F_i для таблицы T_i .

Шаг 6. Вычисление веса W_i для таблицы T_i по формуле (1).

Шаг 7. Если $i \neq n$, то $i := i + 1$ и переход к *Шагу 2*, иначе переход к *Шагу 8*.

Шаг 8. Вычисление сложности C физической схемы базы данных по формуле (2).

Таблица 1

Метрические характеристики физической схемы базы данных HOTEL						
i	Имя таблицы физической схемы базы данных	A_i	K_i	I_i	F_i	W_i
1	apartament	5	2	0	1	8
2	okazannie_uslugi	3	3	0	2	8
3	postoyalec	13	3	0	0	16
4	rezervirovanie	8	3	0	2	13
5	tarif_uslug	3	1	0	0	4
6	telefonnie_peregovori	6	2	0	1	9
Сложность физической схемы базы данных HOTEL						58

Рассмотрим оценку сложности физической схемы на примере БД веб-ориентированной информационной системы «Гостиница» (рис. 1).

Метрические характеристики, полученные по алгоритму измерения сложности физической схемы для базы данных HOTEL, приведены в *таблице 1*.

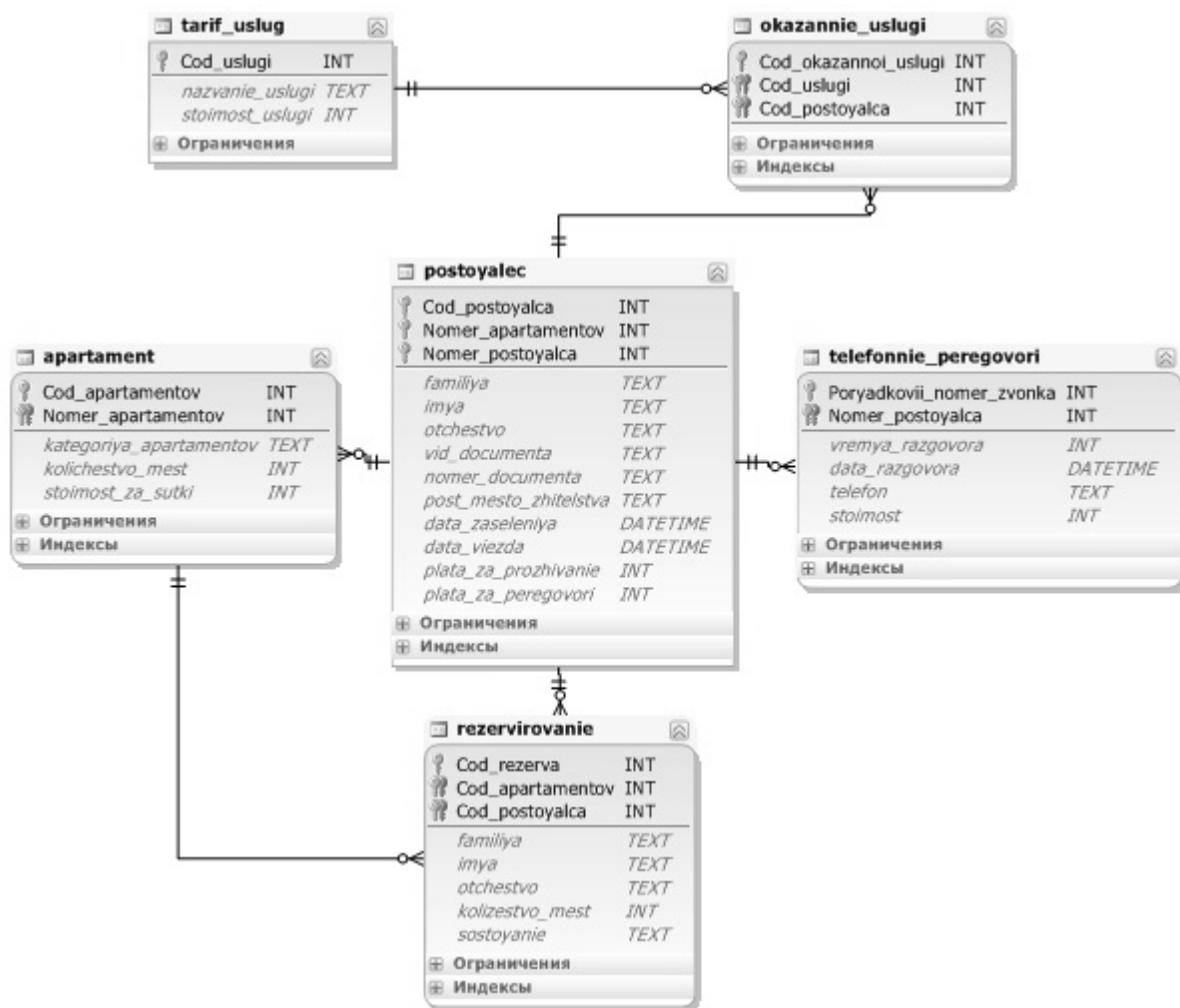


Рис. 1. Физическая схема базы данных HOTEL [2]

Сравнительный анализ метрик сложности физических схем баз данных (табл. 2), показывает, что отношения некоторых метрик подчиняется определенным правилам (рис. 2).

Таблица 2

Сравнительный анализ метрических характеристик физических схем БД

Наименование проекта базы данных	Акроним	A	K	I	F	C
BOTANIC_DATABASES	BD	17	6	0	4	27
COMPANY	CO	18	7	0	6	31
MODEL_A	MA	28	7	0	3	38
LIBRARY	LI	28	10	0	6	44
HOTEL	HO	38	14	0	6	58
MENUTESTER	ME	48	9	20	19	96
OFERNIO	OF	204	40	0	43	287
MOODLE	MO	1850	204	404	136	2594

Так, значение $A/(K + F)$ для рассмотренных физических схем баз данных различной сложности (рис. 2) находится в интервале от 1.38 до 2.38. Дополнительные исследования подобного рода закономерностей на больших коллекциях баз данных позволят сформировать набор метрических правил для качественной оценки физических схем баз данных.

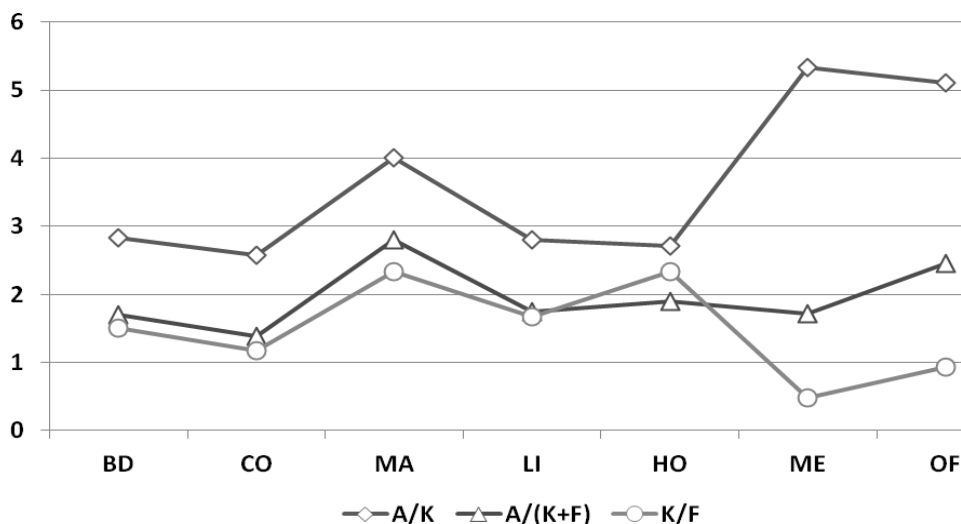


Рис. 2. Отношения между метриками A , K и F

Рассмотренный подход к автоматизированному получению количественных метрик, описывающих физическую схему БД, может быть положен за основу веб-ориентированной информационной системы количественной оценки физических схем БД.

Для удобства представления физической схемы БД, разработанное программное средство позволяет визуализировать ее в виде концептуального графа. В качестве средства визуализации физической схемы БД в виде концептуального графа использовалась библиотека Cytoscape Web.

Разработанная программная система предоставляет следующие возможности:

- 1) визуализировать физическую схему в виде концептуального графа;
- 2) рассчитывать метрические характеристики для таблиц физической схемы БД;
- 3) рассчитывать метрические характеристики для физической схемы БД;
- 4) рассчитывать метрические характеристики для концептуального графа физической схемы БД;
- 5) рассчитывать статистику метрических характеристик таблиц;
- 5) формировать отчет рассчитанных метрических характеристик физической схемы БД.

Рассмотрим разработанное программное средство автоматизированного расчета метрических характеристик физических схем баз данных на основе концептуального графа. На *рис. 3* представлена структурная схема программного средства (ПС).

Приведем описание выделенных модулей разработанного программного средства.

Модуль построения концептуального графа схемы БД:

Для построения концептуального графа схемы базы данных используется библиотека *Cytoscape Web*. На ее вход подается список вершин и список дуг концептуального графа. Список вершин и список дуг формируется в результате выполнения SQL-запросов к служебной базе данных MySQL *INFORMATION_SCHEMA*.

Модуль расчета метрических характеристик для таблиц БД:

Данный модуль, выполняя запросы к базе данных *INFORMATION_SCHEMA*, рассчитывает метрические характеристики для таблиц баз данных. А также использует алгоритм нахождения глубины дерева связей для таблиц БД.

Модуль расчета метрических характеристик физической схемы БД:

Данный модуль выполняет запросы к базе данных *INFORMATION_SCHEMA* и рассчитывает метрические характеристики физических схем баз данных. Помимо запросов, данный модуль использует алгоритм нахождения связности схемы БД.



Рис. 3. Структурная схема ПС

Модуль расчета метрических характеристик концептуального графа физической схемы БД:

Данный модуль работает с матрицей смежности концептуального графа физической схемы БД. На основе матрицы смежности рассчитываются метрические характеристики концептуального графа физической схемы БД.

Модуль расчета статистики для метрических характеристик физических схем БД:

Данный модуль рассчитает статистику для метрических характеристик таблиц физических схем баз данных:

- среднее значение;
- минимальное значение;
- максимальное значение;
- стандартное отклонение.

Модуль формирования отчетов:

Для формирования отчетов используется библиотека *PHPWord*. С помощью этой библиотеки создается текстовый файл в формате *docx*, в который сохраняются все рассчитанные метрические характеристики физической схемы базы данных.

На рис. 4 представлен интерфейс ПС после запуска.

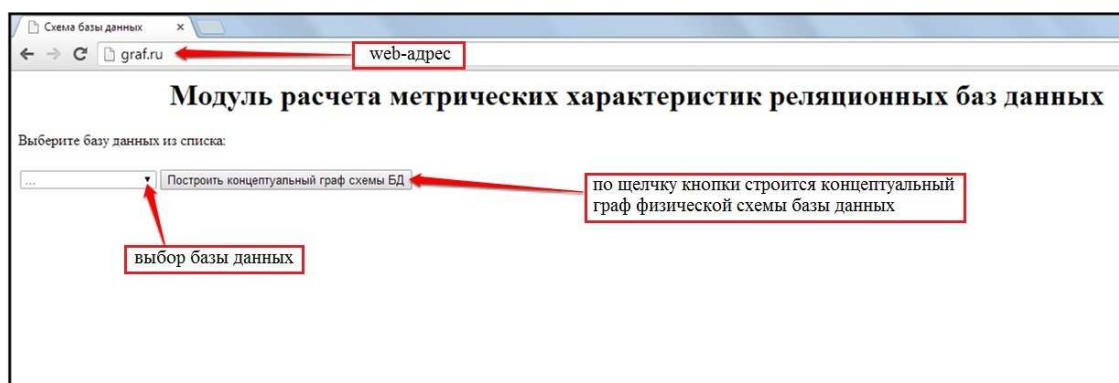


Рис. 4. Интерфейс программного средства

Программное средство работает с установленными базами данных. Поэтому все имеющиеся базы данных перечисляются в списке. После выбора базы данных из списка строится концептуальный граф ее физической схемы (рис. 5). Для примера используется физическая схема веб-ориентированной информационной системы «Гостиница».

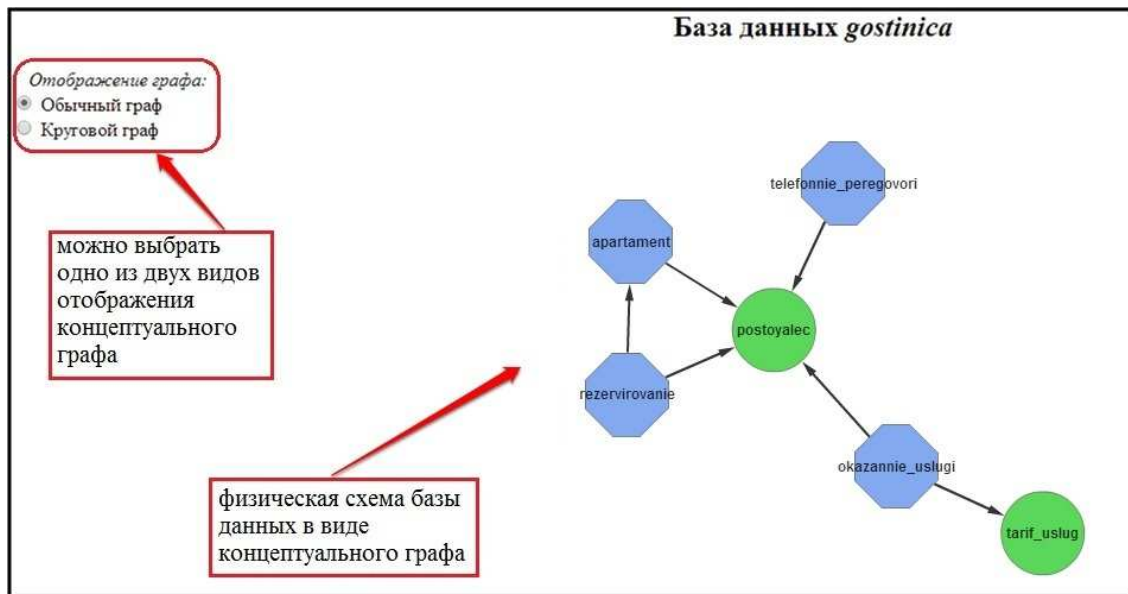


Рис. 5. Визуализация концептуального графа физической схемы БД

Для удобства сравнения концептуальных графов физических схем баз данных предусмотрено отображение графа в виде круговой диаграммы.

Правила просмотра метрических характеристик таблиц физической схемы БД представлены на рис. 6.

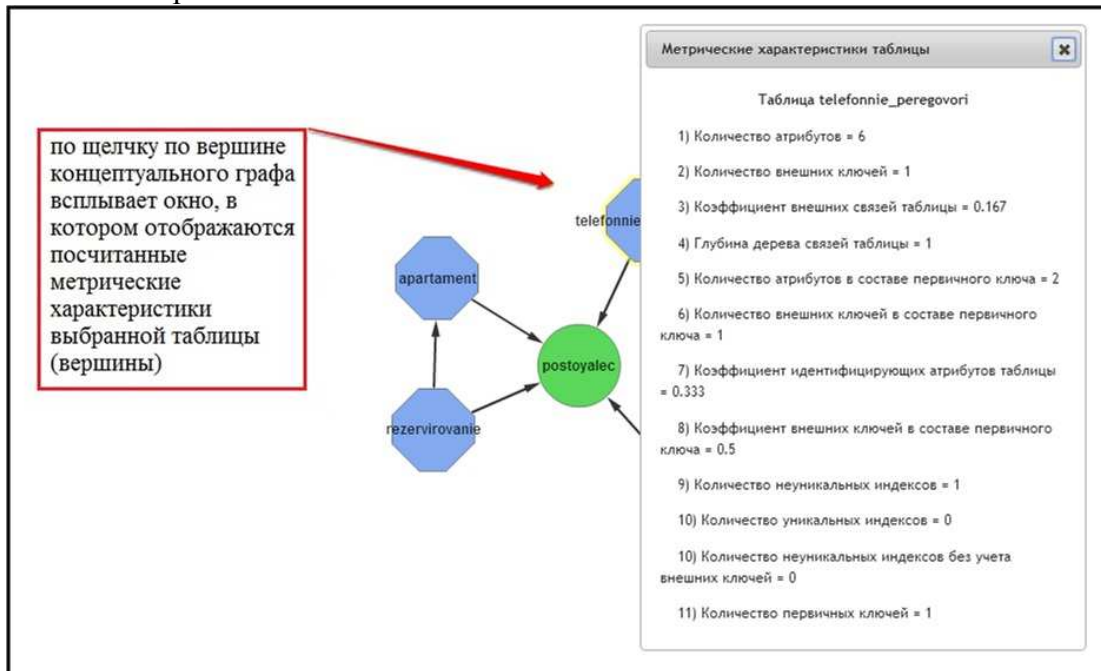


Рис. 6. Просмотр метрических характеристик таблиц

Интерфейс просмотра метрических характеристик физической схемы базы данных представлен на рис. 7.

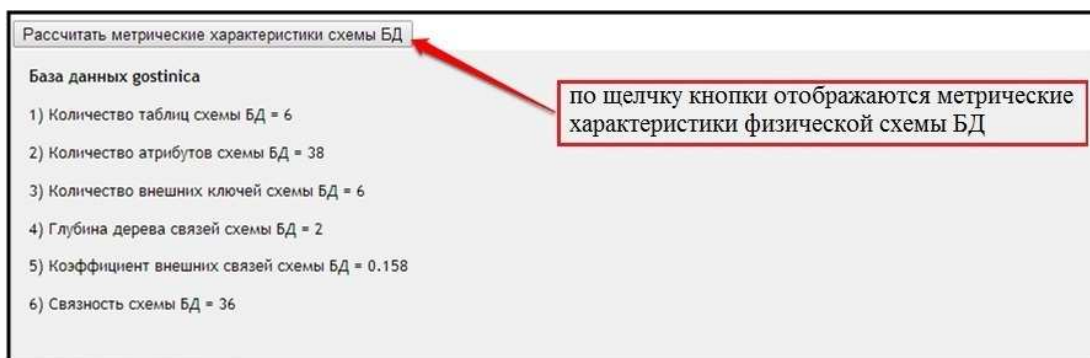


Рис. 7. Просмотр метрических характеристик физической схемы БД

Интерфейс просмотра метрических характеристик концептуального графа физической схемы базы данных представлен на рис. 8.

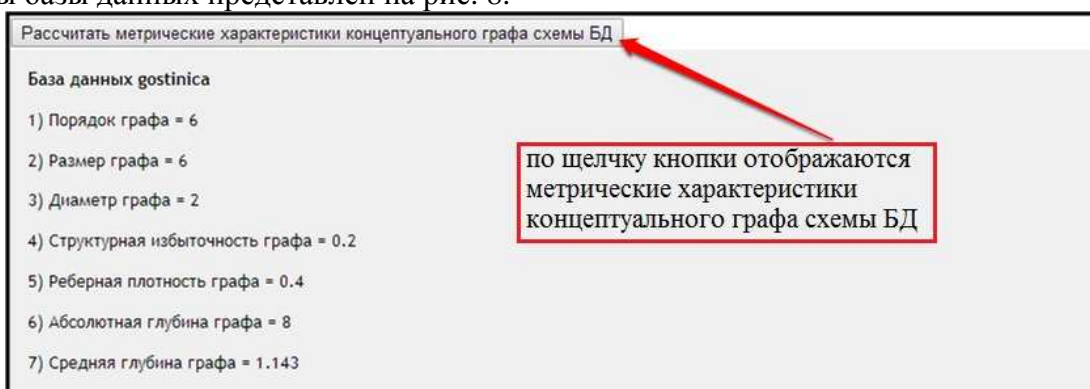


Рис. 8. Просмотр метрических характеристик концептуального графа физической схемы БД

Интерфейс просмотра статистики для метрических характеристик таблиц физических схем баз данных представлен на рисунке 9.

Рассчитать статистические метрические характеристики БД

Метрическая характеристика	Количество атрибутов	Количество внешних ключей	Коэффициент внешних связей таблицы	Глубина дерева связей таблицы	Количество атрибутов в составе первичного ключа	Количество внешних ключей в составе первичного ключа	Коэффициент идентифицирующих атрибутов таблицы	Коэффициент внешних ключей в составе первичного ключа	Количество не уникальных индексов	Количество уникальных индексов
Среднее значение	6.333	1	0.214	0.833	2.333	1	0.445	0.389	1	0.667
Минимальное значение	3	1	0	0	1	0	0.231	0	0	0
Максимальное значение	13	2	0.667	2	3	2	1	0.667	2	3
Стандартное отклонение	3.777	0.894	0.245	0.753	0.816	0.894	0.278	0.31	0.894	1.211

по щелчку кнопки отображается статистика для метрических характеристик физических схем БД

Рис. 7. Просмотр статистики для метрических характеристик таблиц

После расчета всех метрических характеристик формируется отчет в формате *docx*. Пример отчета представлен на рис. 10.

Разработанное программное средство автоматизированного расчета метрических характеристик физических схем баз данных на основе концептуальных графов позволяет рассчитывать количественные метрические характеристики физических схем баз данных на основе концептуальных графов. Рассчитанные метрические характеристики могут быть использованы в алгоритмах нахождения сложности физической схемы БД, а также при поиске закономерностей изменения метрических характеристик.

База данных - gostinica

Метрики таблиц

Таблицы	Количество атрибутов таблицы	Количество внешних ключей таблицы	Коэффициент внешних связей таблицы	Глубина дерева связей таблицы	Количество атрибутов в составе первичного ключа	Количество внешних ключей в составе первичного ключа	Коэффициент идентифицирующих атрибутов таблицы	Коэффициент внешних ключей в составе первичного ключа	Количество не уникальных индексов	Количество уникальных индексов
apartament	5	1	0.2	1	2	1	0.4	0.5	1	1
okazanie_uslugi	3	2	0.667	1	3	2	1	0.667	2	0
postoyalec	13	0	0	0	3	0	0.231	0	0	3
rezervirovanie	8	2	0.25	2	3	2	0.375	0.667	2	0
tarif_uslug	3	0	0	0	1	0	0.333	0	0	0
telefonnie_peregovori	6	1	0.167	1	2	1	0.333	0.5	1	0

Рис. 10. Пример отчета

Литература:

1. Рыбанов, А.А. Анализ базовых возможностей программных продуктов для исследования метрических характеристик баз данных / А.А. Рыбанов // NovaInfo.Ru. - 2015. - № 33 (часть 2). - С. 21-28.

2. Рыбанов, А.А. Разработка автоматизированной системы расчёта метрических характеристик MySQL базы данных на основе концептуального графа физической схемы [Электронный ресурс] / А.О. Морозов, А.А. Рыбанов // NovaInfo.Ru : электрон. журнал. - 2015. - № 34 (том 2). - С. 35-48. – Режим доступа : <http://novainfo.ru/archive/34/raschet-metriceskikh-kharakteristik-mysql-bazy-dannykh>.

3. Рыбанов, А.А. Экспертная оценка программных продуктов для расчёта метрических характеристик физической схемы базы данных [Электронный ресурс] / А.О. Морозов, А.А. Рыбанов // Современные научные исследования и инновации. - 2015. - № 1. - С. Режим доступа : <http://web.snauka.ru/issues/2015/01/42101>.

4. Рыбанов, А.А. Разработка автоматизированной системы расчёта метрических характеристик MySQL базы данных на основе концептуального графа с целью оценки сложности процесса проектирования физических схем / О.А. Морозов, А.А. Рыбанов // Двадцать первая межвузовская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов (г. Волжский, 25-29 мая 2015 г.) : тез. докл. / Администрация городского округа – г. Волжский, ВГИ (филиал) ВолГУ, Филиал МЭИ в г. Волжском, ВИСТех (филиал) ВолГАСУ, ВПИ (филиал) ВолГТУ. - Волжский, 2015. - С. 94-95.

5. Рыбанов, А.А. Метрические характеристики реляционных баз данных [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Рыбанов; ВПИ (филиал) ВолГТУ. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Волгоград, 2015. - 133 с.

6. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2015610629 от 14 янв. 2015 г. РФ, МПК (нет). Программа расчёта метрик Холстеда для физической схемы базы данных MySQL на основе sql-кода / А.А. Рыбанов; ВолГТУ. - 2015.

7. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2015610420 от 12 янв. 2015 г. РФ, МПК (нет). Программа расчёта метрических характеристик MySQL баз данных на основе концептуального графа физической схемы / А.А. Рыбанов, А.О. Морозов; ВолГТУ. - 2015.

8. Рыбанов, А.А. Разработка и анализ хранимой процедуры для получения глубины дерева связей таблицы и схемы базы данных [Электронный ресурс] / А.А. Рыбанов, М.М. Фатеенков // NovaInfo.Ru : электрон. журнал. - 2015. - № 34 (том 1). - С. 42-55. – Режим доступа : <http://novainfo.ru/archive/34/derevo-svyazi-tablitsy-i-skhemy-bazy-dannykh>.

9. Рыбанов А.А. Разработка и исследование библиотеки хранимых процедур для получения количественных метрик физических схем баз данных / М.М. Фатеенков, А.А. Рыбанов // Двадцать первая межвузовская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов (г. Волжский, 25-29 мая 2015 г.) : тез. докл. / Администрация

РАЗРАБОТКА ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ГЕОПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ НАБЛЮДАЕМЫХ ОБЪЕКТОВ НА ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Д.Н. Лясин

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

Эксплуатация современных комплексных технических объектов ставит среди прочих проблему постоянного мониторинга за их состоянием, предполагающим отображение справочной информации об оборудовании, доступ к диагностической информации, визуализацию трендов рабочих показателей наблюдаемых объектов. Важными показателями информационной подсистемы, обеспечивающей подобный информационный слой работы с объектом являются

- скорость доступа к информации, складывающаяся как из времени извлечения, форматирования и отображения информации, так и времени поиска нужной информации в общем массиве данных;

- возможность удаленного доступа к информации с использованием, в том числе, беспроводных протоколов передачи данных;

- универсальность среды представления данных, позволяющая получать информацию без установки дополнительного программного обеспечения с любой программно-аппаратной платформы;

- эргономичность интерфейса предоставления информации.

Все перечисленные характеристики были учтены при разработке справочно-информационной системы для мобильного энергетического комплекса. Мобильный энергетический комплекс, включающий в себя энергетическое оборудование (ветростанция мощностью 300Вт, солнечная батарея мощностью 80Вт, аккумулятор глубокой разрядки 100 А·час, инвертор, контроллер заряда), оборудование для монтажа и перевозки, лабораторное оборудование, потребители энергии был спроектирован и собран в рамках работы кружков технического творчества энергокласса при Волжском филиале КорУНГ

Задачи, которые решает информационная подсистема комплекса: отображение справочной информации о составе комплекса, эксплуатационных характеристиках его компонент, визуализация в виде текущих значений и временных трендов показателей вырабатываемой комплексом электроэнергии, отображение на электронной карте текущего места установки комплекса, а также ретроспективы мест предыдущих развертываний комплекса.

Справочно-информационная система МЭК представляет собой Web-приложение, написанное на языке программирования PHP, которое принимает от нижнего уровня системы мониторинга текущие рабочие параметры МЭК (мощность вырабатываемой ветрогенератором и солнечной батареей энергии, уровень заряда аккумулятора, скорость вращения лопастей ветрогенератора, текущие координаты комплекса), сохраняет их в базе данных, отображает на сайте МЭК или передает сформированный контент для отображения в браузер дополненной реальности. Схема взаимодействия основных компонент информационной подсистемы МЭК приведена на рис.1. Данные о текущей вырабатываемой мощности генератора снимаются контроллером нижнего уровня системы с датчиков и в виде HTTP запроса POST передаются на сервер. Периодичность передачи данных составляет одну минуту, что оправдано в силу большой инерционности объекта

наблюдения. Для просмотра данных оператору достаточно обычного браузера, в которые выводится сформированные отчеты в виде графиков или текущих значений показателей.

Для группировки снятых данных в таблице базы данных МЭК поддерживается сессионность – каждой сессии сопоставляются полученные от нижнего уровня GPS-координаты точки установки МЭК и это позволяет рассматривать отдельно данные по генерации в каждом месте развертывания комплекса.



Рисунок 1. Формирование геослоя дополненной реальности для мобильного энергетического комплекса

Мобильность разработанного энергетического комплекса, то есть возможность его развертывания в различных местах, продиктовала необходимость учета всех точек установки МЭК и оперативного поиска и отображения их на карте. Фиксация текущей точки установки комплекса в база данных происходит при каждой смене геолокационных координат, фиксируемых датчиком, установленном на комплексе и передаваемом нижним уровнем подсистемы мониторинга с использованием http-запроса. На сайте МЭК создана страница геопозиционирования, позволяющая просматривать точки развертывания МЭК, добавлять текстовые комментарии и графические иллюстрации (фотографии) для каждой точки.

Для мобильных устройств разработана подсистема наложения геослоя дополненной реальности на экран гаджета, который отображает все точки развертывания МЭК в том направлении, куда ориентировано мобильное устройство. Это позволяет легко ориентироваться на местности, в режиме реального времени получая информацию о том, где в ближайших окрестностях ранее развертывался комплекс и насколько эффективно он здесь работал. Подобная информация может стать существенным критерием при выборе очередного места развертывания комплекса. Процесс формирования геослоя дополненной реальности иллюстрируется на рис.2.

Данные о точках развертывания хранятся в локальной базе данных информационной подсистемы МЭК. База хранит координаты точек, их словесные описания, графические метки, обозначающие точки на экране. Браузер дополненной реальности получает текущие GPS-координаты пользователя, передает их на сервер дополненной реальности, который идентифицирует геослой, связанный с пользователем, пославшем запрос и запрашивает в локальной базе МЭК данные о точках, находящихся вблизи точки нахождения пользователя в оговоренном радиусе удаления. Получив информацию о точках сервер формирует геослой, масштабируя метки точек в зависимости от расстояния до пользователя, отбирая те точки, которые попадают в сегмент обзора при текущей ориентации пользователя на плоскости, формируя отображаемый для каждой точки информационный контент.

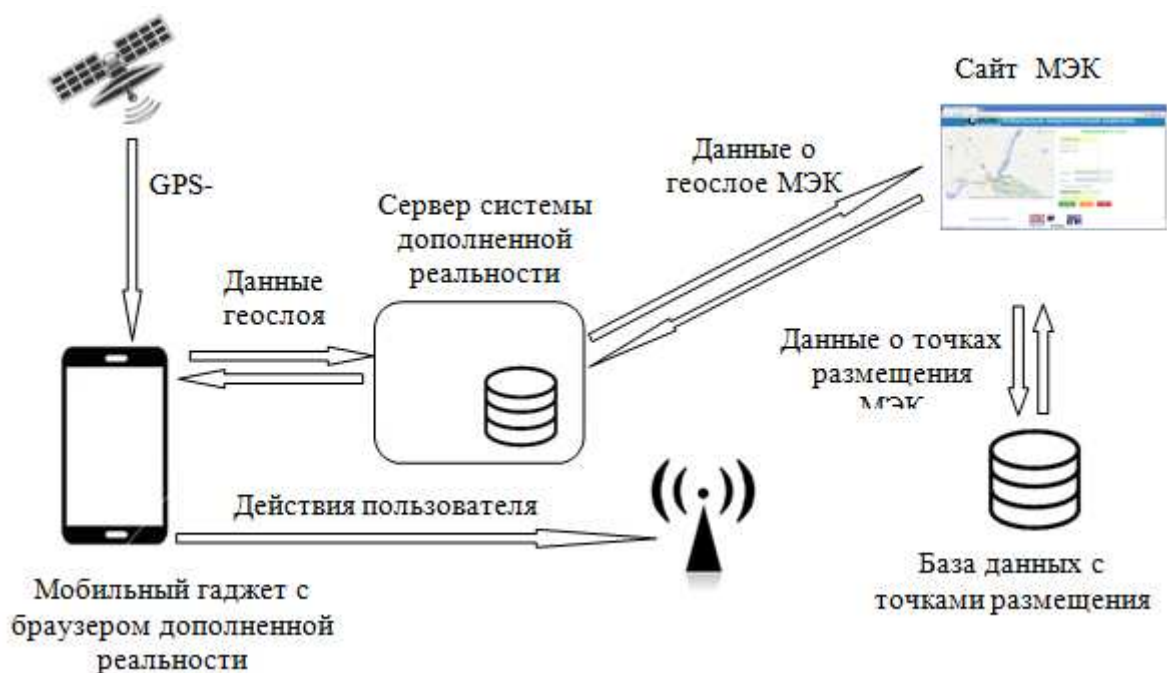


Рисунок 2. Формирование геослоя дополненной реальности для мобильного энергетического комплекса

В результате пользователь увидит на экране устройства набор точек, расположенных по направлению ориентации гаджета, в виде графических маркеров, и может получить информацию по каждой точке. Эта информация может быть интерактивной - по щелчке на ссылку, соответствующую метке, пользователь может открыть страницу сайта МЭК с подробной информацией.

Разработанная справочно-информационная система для мобильного энергетического комплекса позволяет в режиме реального времени осуществлять мониторинг состояния комплекса, проста в использовании, не зависит от используемой оператором программно-аппаратной платформы, обеспечивает удобную навигацию и быстрый доступ к данным и обладает высоким потенциалом масштабирования и повторного использования для наблюдения за техническими объектами любой сложности. Её можно использовать как часть МЭК в учебных целях для изучения принципов работы возобновляемых источников энергии, а также в научных целях для решения задач структурной и параметрической оптимизации компонент комплекса.

Реализация сервера дополненной реальности ставит проблему формирования геослоя дополненной реальности как комплексного источника информации как о самих наблюдаемых объектах, и о их географическом положении относительно точки наблюдения (направление, расстояние до объектов): пользователь может навести камеру устройства в направлении объекта (-ов) и получить информацию о расстоянии до него с наложением этой информации на изображение с камеры устройства. В работе этого модуля активно используется GPS датчик, постоянно считывается информация с акселерометра, гироскопа, камеры.

Большинство современных мобильных устройств с функцией геопозиционирования обладают GPS и ГЛОНАСС датчиками. Основной принцип работы данных систем — определение местоположения путём измерения моментов времени приема синхронизированного сигнала от навигационных спутников антенной потребителя. Для определения трёхмерных координат GPS-приёмнику нужно иметь как минимум четыре уравнения (по одному для каждого «пойманного» спутника): «расстояние равно произведению скорости света на разность моментов приема сигнала потребителем и момента его синхронного излучения от спутников»:

$$|x - a_j| = c(t_j - \tau)$$

Здесь:

a_j — местоположение j -го спутника,
 t_j — момент времени приема сигнала от j -го спутника по часам потребителя,
 τ — неизвестный момент времени синхронного излучения сигнала всеми спутниками по часам потребителя,
 c — скорость света,
 x — неизвестное трехмерное положение потребителя.

Спутник посылает радиосигнал в котором закодированы координаты самого спутника, время отправки сигнала. Когда сигнал доходит до приемника, он фиксирует время приема сигнала и записывает его в результирующий файл вместе с координатами спутника на момент отправки сигнала. Скорость сигнала известна, время известно, что позволяет рассчитать расстояние.

Погрешность бытового GPS-приемника (например, как в обычном современном смартфоне), зависит от различных факторов:

- Задержка в аппаратуре
- Задержка в различных слоях Земли, через которые проходит сигнал, например ионосфера, тропосфера
- Погрешности наземного сегмента (отражение сигнала от скал, высоких домов, деревьев и тому подобных объектов)

Средняя погрешность современного GPS приемника составляет примерно 10-15 метров, назовем ее инструментальной погрешностью.

Координаты объекта, вычисленные устройством, состоят из двух значений: широты и долготы (latitude и longitude). Это географические названия для x и y значений точки в декартовой системе 2D.

Долгота определяет, будет ли точка принадлежать к востоку или к западу от опорной точки в Гринвиче, Англия. Значение может быть от $+180^\circ$ до -180° .

Широта определяет, будет ли точка находиться к северу или к югу от экватора. Диапазон составляет от 90° на Северном полюсе -90° на южном полюсе.

Расстояние между двумя точками на карте можно рассчитать по формуле, используемой в сферической геометрии и геодезии:

$$d = 111,2 \times \arccos(\sin \varphi_1 \times \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \times \cos \varphi_2 \times \cos (l_2 - l_1)),$$

где

φ_1, φ_2 - широта двух точек на карте,

l_1, l_2 - долгота точек на карте,

111,2 км - средняя длина дуги в один градус на поверхности Земли

Последняя формула не учитывает разности высот между точками, но контекст вычисления расстояния в рассматриваемой системе – просмотр в геослое мет расположения объектов вблизи точки наблюдения - делает эту погрешность несущественной.

Для визуальной идентификации расстояния до объекта графическая пиктограмма, обозначающая в геослое найденный объект, должна быть масштабирована – чем ближе объект, тем больше размер пиктограммы.

Коэффициент масштабирования пиктограммы будет определяться по формуле:

$$K = (d_{\text{пор}} - d) / d_{\text{пор}},$$

где d – расстояние до точки на карте от места наблюдения

$d_{\text{пор}}$ – пороговое значение расстояния, соответствующее радиусу наблюдения в геослое

Рассмотренный в настоящей работе подход к формированию дополнительного информационного слоя на экране мобильного устройства для отслеживания точек развертывания мобильного энергетического комплекса можно легко обобщить можно обобщить для любой программной разработки, в которой необходимо динамически обновлять информацию на экране мобильного гаджета в зависимости от взаимного расположения наблюдателя и отслеживаемых объектов. Анализ показал, что точность

определения расстояния до объекта не превышала 5-10% в широком диапазоне расстояний «наблюдатель-объект».

Литература:

1) *Лясин, Д.Н.* Разработка мобильного приложения с использованием технологий дополненной реальности для отображения контекстно-информационного слоя [Электронный ресурс] / Д.Н. Лясин, М.А. Мамедов // NovaInfo.Ru : электрон. журнал. - 2015. - № 34 (том 1). - С. 8-19. – Режим доступа : <http://novainfo.ru/archive/34/ispolzovanie-tekhnologiy-dopolnennoy-realnosti>.

2) Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2015618202 от 3 августа 2015 г. РФ, МПК (нет). Система мониторинга за состоянием мобильного энергетического комплекса / Д.Н. Лясин, А.И. Тыртышный; ВолгГТУ. - 2015.

3) *Мамедов, М.А.* Разработка информационно-справочной системы вуза с использованием технологий мобильных устройств и дополненной реальности [Электронный ресурс] / М.А. Мамедов, Д.Н. Лясин // Студенческий научный форум – 2015 : докл. VII междунар. студ. электрон. науч. конф. Направление «Технические науки» (Секция «Лингвистическое, математическое и программное обеспечение информационных систем и процессов») / РАЕ. - Москва, 2015. - С. 1-2. – Режим доступа : <http://www.scienceforum.ru/2015/pdf/11404.pdf>.

4) *Мамедов, М.А.* Разработка информационной системы для ВПИ на мобильные платформы с использованием технологий дополненной реальности / М.А. Мамедов, Д.Н. Лясин // Двадцать первая межвузовская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов (г. Волжский, 25-29 мая 2015 г.) : тез. докл. / Администрация городского округа – г. Волжский, ВГИ (филиал) ВолГУ, Филиал МЭИ в г. Волжском, ВИСТех (филиал) ВолгГАСУ, ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Волжский, 2015. - С. 92-93.

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИННОВАЦИЙ

Н.Н. Короткова

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

Развитие промышленности невозможно без планирования. Необходимо предвидеть распространение своего продукта и действия конкурентов. Поэтому в настоящее время очень большое внимание уделяется построению различных моделей диффузии инноваций.

Модели диффузии инноваций можно классифицировать по числу конкурирующих инноваций. При наличии одной инновации получаем модель диффузии, при нескольких – модель замещения.

Другим параметром модели является наличие инноваций, имитации и их сочетания.

Кроме того, учитывают зависимость коэффициентов от времени, а также зависимость размеров рынка от времени.

В последнее время появился интерес к моделям многокомпонентного замещения, в которых рассматривается существование и замещение более двух инноваций (модели Марчетти-Накиченовича, Петерки, Спинреда).

Рассмотрим модель диффузии инноваций, которая описывается уравнением

$$\frac{df}{dt} = (a + bf)(1 - f) \quad \text{при начальном условии } f(0).$$

На рисунке 1 представлена блок-схема функции $\text{fun1}(m, h)$, позволяющей определить долю занятого продуктом рынка в каждый момент времени (m -количество

интервалов моделирования, h - шаг метода сеток). На первом шаге мы задаем индекс равным 0, и начальный элемент вектора f задаем равным начальному условию f_0 , вычисляем количество проданных товаров p и долю на рынке в первый момент времени f_1 , нулевой элемент вектора $ans1$ задаем равным нулевому значению вектора f . Затем в цикле до номера $m-1$ вычисляем p , следующий элемент вектора f и значение текущего элемента вектора $ans1$. Возвращаем из функции вектор $ans1$.

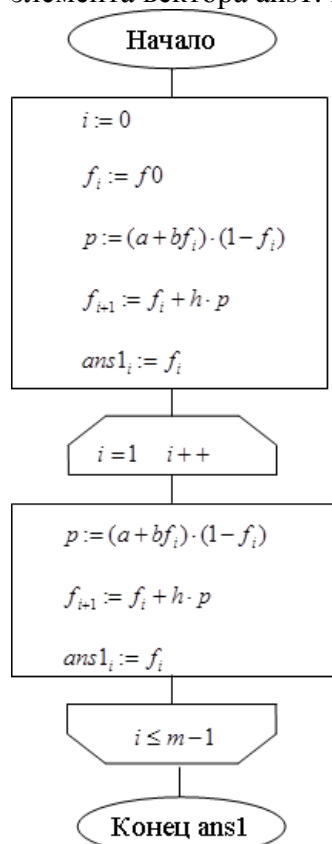


Рис. 1. Блок-схема функции $fun1(m,h)$

$h1 := 1$ $h2 := 0.2$
 $a := 0.1$ $b := 0.3$ $N := 5000$ $f0 := 0.1$

```

fun1(m,h) :=
| i ← 0
| f_i ← f0
| p ← (a + b·f_i)·(1 - f_i)
| f_{i+1} ← f_i + h·p
| ans1_i ← f_i
| for i ∈ 1..m - 1
|   | p ← (a + b·f_i)·(1 - f_i)
|   | f_{i+1} ← f_i + h·p
|   | ans1_i ← f_i
| ans1

```

$Res1 := fun1(50,1)$

$Res2 := fun1(250,0.2)$

Рис.2. Реализация функции $fun1(m,h)$ в MathCAD

На рисунке 2 представлена реализация этого алгоритма в MathCAD.

```

t0 := 0    t1 := 50
y0 := 0.1    N1 := 500

Given
f(t0) = y0
f(t) = (a + b·f(t))·(1 - f(t))

f := Odesolve(t,t1)

Prodano :=
| for i ∈ 0..49
|   pr_i ← (f(i + 1) - f(i))·N
| pr
Prodaza := Prodano

```

Рис.3. Блок решения, позволяющий найти точное решение дифференциального уравнения и функция Prodano в MathCAD

На рисунке 3 приведены блок решения, позволяющий найти точное решение уравнения диффузии инноваций и функция Prodan, позволяющая определить точные доходы от продажи продукта в каждый момент времени.

$i := 0..rows(Res1) - 1$ $j := 0..rows(Res2) - 1$

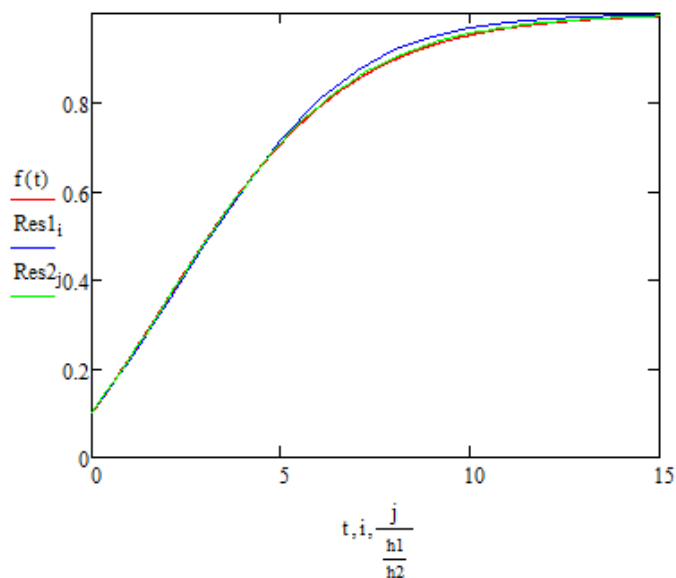


Рис.4. Результаты работы функции fun1(m,h)

Результаты работы функции fun1 на 50 временных интервалах с шагом 1 и 0,2, а также точное решение уравнения диффузии инноваций представлены на рисунке 4. Очевидно, что при меньшем шаге сетки получаем более точное решение.

На рисунке 5 показана блок-схема функции max(Ress1), позволяющей определить момент наполнения рынка на 99% (Ress1-вектор, описывающий распространение продукта). На первом шаге номеру максимального элемента вектора max*i*Ress присваиваем значение 0, максимальное значение вектора max*f*Ress считаем равным нулевому значению вектора Ress1. Далее в цикле до конца вектора Ress1 проверяем, меньше ли текущее максимальное значение вектора 0.99 и больше ли очередное значение вектора текущего максимального (так как элементы вектора возрастают, то можно не проверять условие, что элемент вектора больше текущего максимального значения). Если да, то номеру максимального элемента вектора присваиваем значение *i*, а очередное значение вектора становится максимальным. Выполняем цикл до конца вектора Ress1. Если в векторе Ress1 250 значений (шаг равен 0.2), то после цикла округляем номер момента времени, в который продукт заполнил 99% рынка, предварительно разделив его значение на 5 для единообразия с результатом при шаге 1. Возвращаем номер max*i*Ress и значение max*f*Ress.

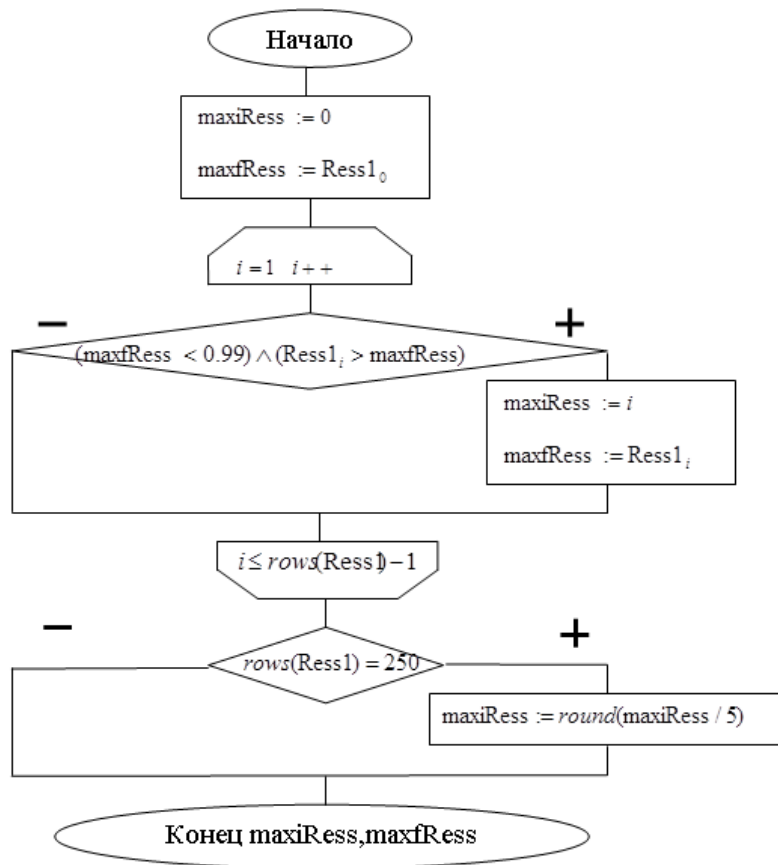


Рис.5. Блок-схема функции max(Ress1)

На рисунке 6 представлена реализация этого алгоритма в MathCAD. На этом же рисунке приведены результаты расчетов, что подтверждается и рисунком 4.

```

maxf(Ress1) :=
| maxiRess ← 0
| maxfRess ← Ress1_0
| for i ∈ 1..rows(Ress1) - 1
|   if (maxfRess < 0.99) ^ (Ress1_i > maxfRess)
|     | maxiRess ← i
|     | maxfRess ← Ress1_i
|   maxiRess ← round( (maxiRess) / 5 ) if rows(Ress1) = 250
|   (maxiRess)
|   (maxfRess)

maxf1 := maxf(Res1)
maxf2 := maxf(Res2)

maxf1 = ( 13 )
         ( 0.993 )

maxf2 = ( 14 )
         ( 0.99 )

```

Рис.6. Реализация функции max(Ress1) в MathCAD

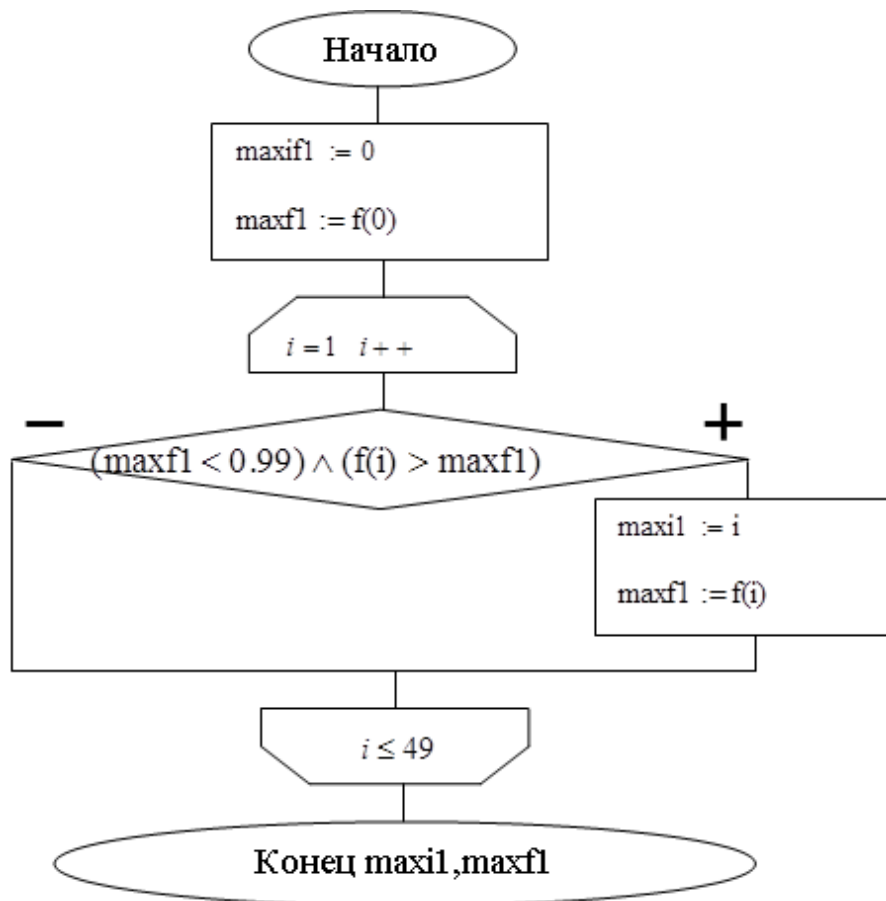


Рис.7. Блок-схема функции maxxf

На рисунке 7 показана блок-схема функции maxxf, с помощью которой можно определить момент времени, в который действительно произойдет наполнение рынка на 99%, так как мы используем точное решение уравнения диффузии инноваций. В начальный момент времени считаем текущий номер максимального элемента maxf1 равным 1, а текущее значение функции maxf1 равным начальному значению $f(0)$. Затем в цикле по номеру момента времени i , который изменяется до 49, проверяем, меньше ли текущее максимальное значение 0.99 и меньше ли оно $f(i)$ -точного значения функции в момент i . Если условие выполняется, то номеру максимального значения функции присваиваем значение i , а очередное значение функции $f(i)$ становится максимальным. После окончания цикла возвращаем значения maxf1 и maxf1.

```

maxxf := | maxil ← 0
          | maxf1 ← f(0)
          | for i ∈ 1..49
          |   if (maxf1 < 0.99) ∧ (f(i) > maxf1)
          |     | maxil ← i
          |     | maxf1 ← f(i)
          | (maxil)
          | (maxf1)

```

```
maxfody := maxxf
```

```
maxfody = ( 15 )
          ( 0.993 )
```

Рис.8. Реализация функции maxxf в MathCAD

На рисунке 8 эта функция реализована в MathCad.

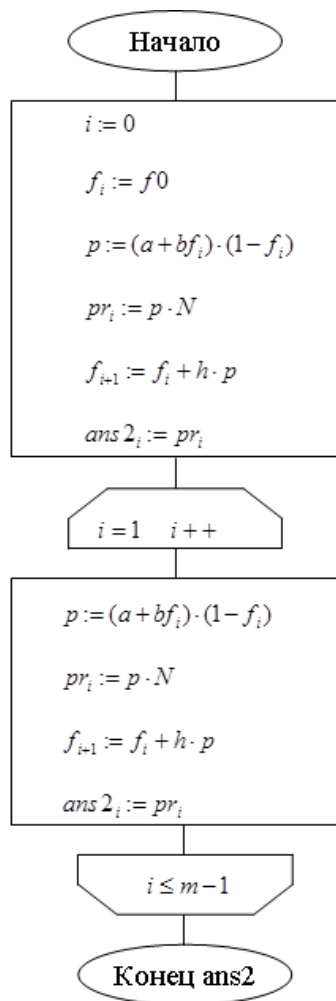


Рис.9. Блок-схема функции fun2(m,h)

На рисунке 9 представлена блок-схема функции $\text{fun2}(m,h)$, позволяющей определить продажи в каждый момент времени (m -количество интервалов моделирования, h - шаг метода сеток). На первом шаге мы задаем индекс равным 0, и начальный элемент вектора f задаем равным начальному условию f_0 , вычисляем продажу p и выручку pr , долю на рынке в первый момент времени- первый элемент вектора f , нулевой элемент вектора ans2 задаём равным нулевому значению вектора pr . Затем в цикле до номера $m-1$ вычисляем продажу p , выручку pr , следующий элемент вектора f и значение текущего элемента вектора ans2 . Возвращаем из функции вектор ans2 .

```

fun2(m,h) :=
  i ← 0
  fi ← f0
  p ← (a + b·fi)·(1 - fi)
  pri ← p·N
  fi+1 ← fi + h·p
  ans2i ← pri
  for i ∈ 1..m - 1
    p ← (a + b·fi)·(1 - fi)
    pri ← p·N
    fi+1 ← fi + h·p
    ans2i ← pri
  ans2

```

Рис.10. Реализация функции $\text{fun2}(m,h)$ в MathCAD

На рисунке 10 представлена реализация этого алгоритма в в MathCAD.

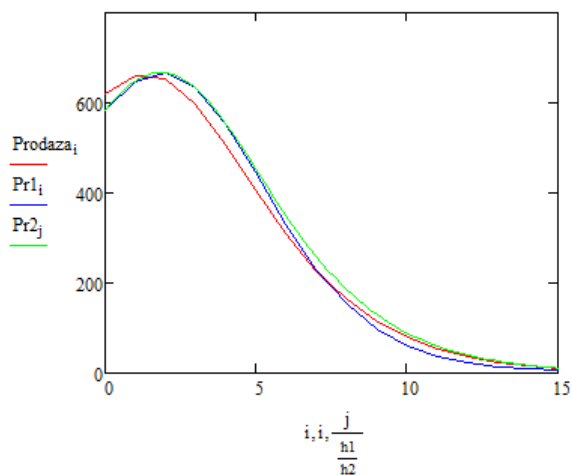


Рис.11. Результаты работы функции $\text{fun2}(m,h)$

Результаты работы функции fun2 на 50 временных интервалах с шагом 1 и 0.2, а также точное значение выручки представлены на рисунке 11.

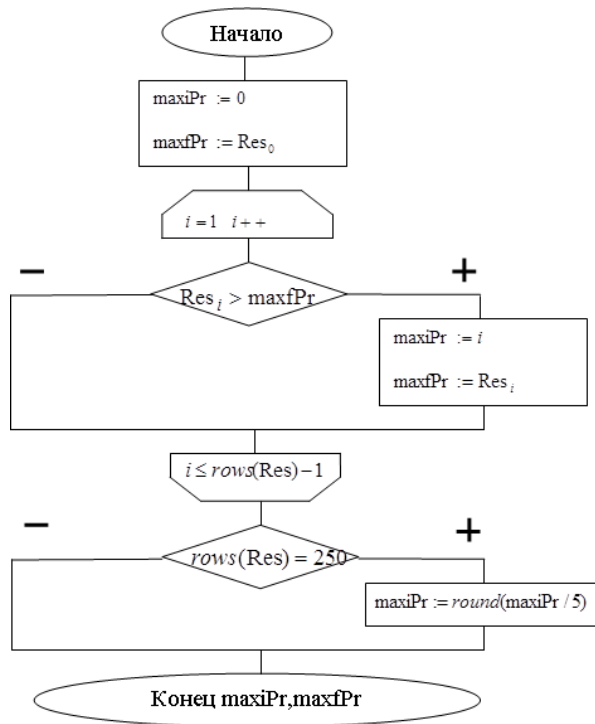


Рис.12. Блок-схема функции maxPr(Res)

На рисунке 12 показана блок-схема функции maxPr(Res), позволяющей определить момент максимальной продажи (Res-вектор, описывающий прибыль от продажи продукта). На первом шаге номеру максимального элемента вектора maxiPr присваиваем значение 0, максимальное значение вектора maxfPr считаем равным нулевому значению вектора Res. Далее в цикле до конца вектора Res проверяем, больше ли очередное значение вектора текущего максимального. Если да, то номеру максимального элемента вектора присваиваем значение i, а очередное значение вектора становится максимальным. Выполняем цикл до конца вектора Res. Если в векторе Res 250 значений (шаг равен 0.2), то после цикла округляем номер момента времени максимальной продажи, предварительно разделив его значение на 5 для единообразия с результатом при шаге 1. Возвращаем номер maxiPr и значение maxfPr.

```

maxPr(Res) :=
| maxiPr ← 0
| maxfPr ← Res0
| for i ∈ 1..rows(Res) - 1
|   if Resi > maxfPr
|     | maxiPr ← i
|     | maxfPr ← Resi
|   maxiPr ← round( $\frac{\text{maxiPr}}{5}$ ) if rows(Res) = 250
| (maxiPr)
| (maxfPr)

```

```

maxcell1 := maxPr(Pr1)      maxcell2 := maxPr(Pr2)      maxcell := maxPr(Prodaza)
maxcell1 =  $\begin{pmatrix} 2 \\ 666.416 \end{pmatrix}$     maxcell2 =  $\begin{pmatrix} 2 \\ 666.623 \end{pmatrix}$     maxcell =  $\begin{pmatrix} 1 \\ 661.666 \end{pmatrix}$ 

```

Рис.13. Реализация функции maxPr(Res) в MathCAD

На рисунке 13 представлены реализация этого алгоритма в MathCAD и результаты работы этой функции на векторах Pr1 (50 временных интервалов, шаг 1), Pr2 (50 временных интервалов, шаг 0.2) и Prodaza (точное значение продаж). Получены очень близкие результаты.

Далее рассмотрим обобщенную аналитическую модель диффузии инноваций, описываемую уравнением $\frac{df}{dt} = b * \frac{(F - f)^n f}{F^{n-1} [F - (1 - \sigma) f]}$ ($F=1$ -потенциальная доля на рынке, σ -доля принявших новое программное обеспечение, $b=0.5$) при начальном условии $f(0)=0.1$.

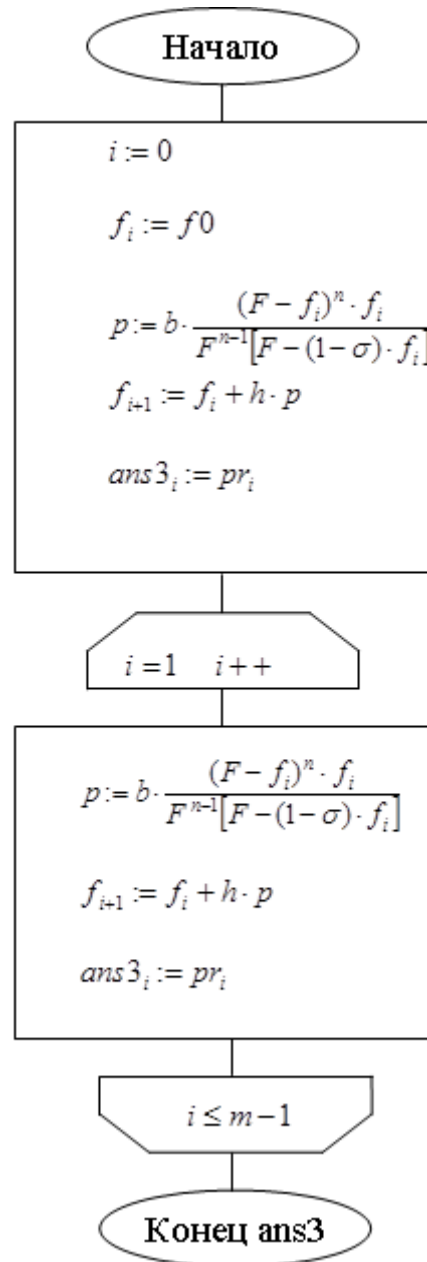


Рис.14. Блок-схема функции fun3(m,h)

На рисунке 14 представлена блок-схема функции fun3(m,h), позволяющей определить долю занятого продуктом рынка в каждый момент времени (m -количество интервалов моделирования, h - шаг метода сеток). На первом шаге мы задаем индекс равным 0, и начальный элемент вектора f задаем равным начальному условию f_0 , вычисляем количество проданных товаров p и долю на рынке в первый момент времени f_1 , нулевой элемент вектора $ans3$ задаём равным нулевому значению вектора f . Затем в

цикле до номера $m-1$ вычисляем p , следующий элемент вектора f и значение текущего элемента вектора $ans3$. Возвращаем из функции вектор $ans3$.

$F := 1$ $b := 0.5$ $n := 1$ $\sigma := 1$ $N := 5000$ $f0 := 0.1$

```

fun3(m,h) :=
| i ← 0
| fi ← f0
| p ← b ·  $\frac{(F - f_i)^n \cdot f_i}{F^{n-1} \cdot [F - (1 - \sigma) \cdot f_i]}$ 
| fi+1 ← fi + h · p
| ans3i ← fi
| for i ∈ 1 .. m - 1
|   | p ← b ·  $\frac{(F - f_i)^n \cdot f_i}{F^{n-1} \cdot [F - (1 - \sigma) \cdot f_i]}$ 
|   | fi+1 ← fi + h · p
|   | ans3i ← fi
| ans3

```

Res3 := fun3(50,1)

Res4 := fun3(250,0.2)

Рис.15. Реализация функции fun3(m,h) в MathCAD

На рисунке 15 представлена реализация этого алгоритма в MathCAD.

```

t0 := 0   t1 := 50
y0 := 0.1   N1 := 500
Given
f1(t0) = y0

f1'(t) = b ·  $\frac{(F - f1(t))^n \cdot f1(t)}{F^{n-1} \cdot [F - (1 - \sigma) \cdot f1(t)]}$ 

f1 := Odesolve(t,t1)

Prodano1 :=
| for i ∈ 0..49
|   pri ← (f1(i+1) - f1(i)) · N
| pr

Prodazal := Prodano1

```

Рис.16. Блок решения, позволяющий найти точное решение дифференциального уравнения и функция Prodano1 в MathCAD

На рисунке 16 приведены блок решения, позволяющий найти точное решение дифференциального уравнения и функция Prodano1, позволяющая определить точные доходы от продажи продукта в каждый момент времени.

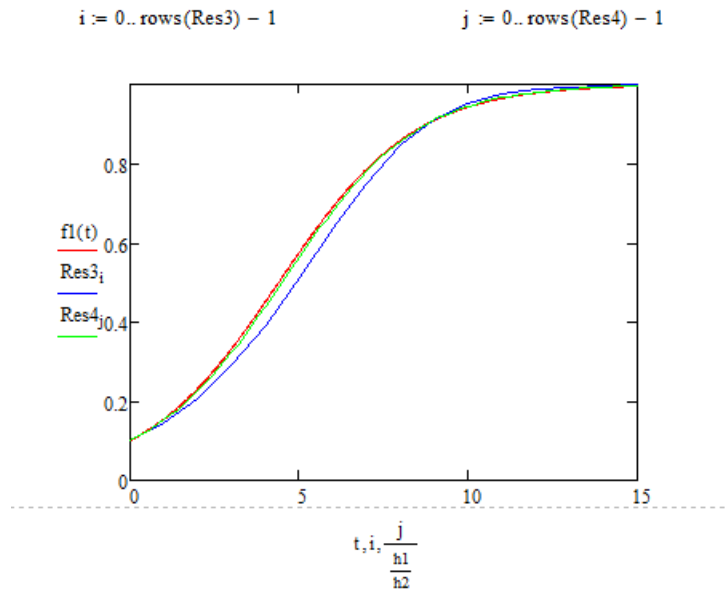


Рис.17. Результаты работы функции fun3(m,h)

Результаты работы функции fun3 на 50 временных интервалах с шагом 1 и 0,2, а также точное решение уравнения диффузии инноваций представлены на рисунке 17. Очевидно, что при меньшем шаге сетки получаем более точное решение.

```

maxxff1 :=
  max1 ← 0
  maxf1 ← f1(0)
  for i ∈ 1..49
    if (maxf1 < 0.99) ∧ (f1(i) > maxf1)
      max1 ← i
      maxf1 ← f1(i)
  (
    max1
    maxf1
  )

```

```

maxf3 := maxf(Res3)      maxf4 := maxf(Res4)      maxf1ody := maxxff1

maxf3 = (
  13
  0.993
)      maxf4 = (
  13
  0.99
)      maxf1ody = (
  14
  0.992
)

```

Рис.18.Реализация функции maxxff1 в MathCAD и нахождение момента наполнения рынка на 99%

На рисунке 18 показана реализация в MathCAD нахождения момента наполнения рынка на 99% при шаге сетки 1 и при шаге 0.2, а также для точного решения дифференциального уравнения. Полученные результаты подтверждаются рисунком 17.

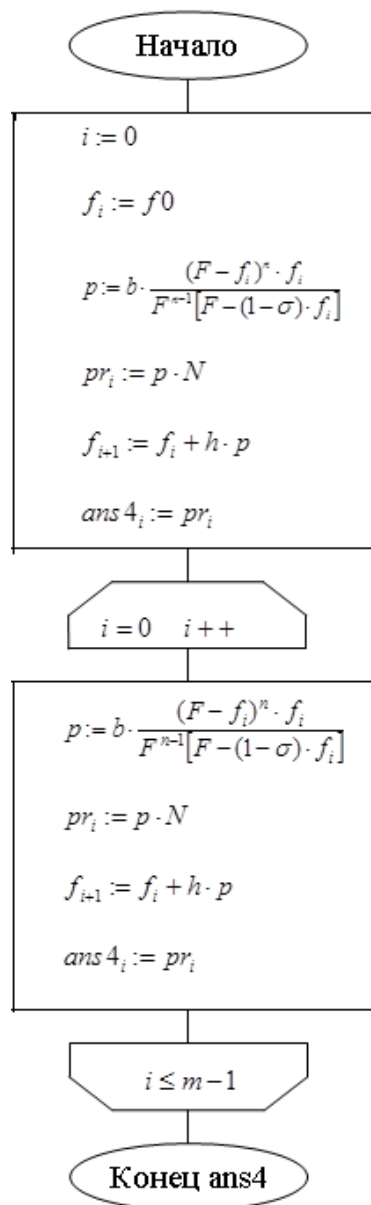


Рис.19. Блок-схема функции fun4(m,h)

На рисунке 19 представлена блок-схема функции fun4(m,h), позволяющей определить продажи в каждый момент времени (m-количество интервалов моделирования, h- шаг метода сеток). На первом шаге мы задаем индекс равным 0, и начальный элемент вектора f задаем равным начальному условию f0, вычисляем продажу p и выручку pr, долю на рынке в первый момент времени- первый элемент вектора f, нулевой элемент вектора ans4 задаём равным нулевому значению вектора pr. Затем в цикле до номера m-1 вычисляем продажу p, выручку pr, следующий элемент вектора f и значение текущего элемента вектора ans4. Возвращаем из функции вектор ans4.

```

fun4(m,h) := | i ← 0
              | fi ← f0
              | p ← b ·  $\frac{(F - f_i)^n \cdot f_i}{F^{n-1} [F - (1 - \sigma) f_i]}$ 
              | pri ← p · N
              | fi+1 ← fi + h · p
              | ans4i ← pri
              | for i ∈ 1 .. m - 1
              | | p ← b ·  $\frac{(F - f_i)^n \cdot f_i}{F^{n-1} [F - (1 - \sigma) f_i]}$ 
              | | pri ← p · N
              | | fi+1 ← fi + h · p
              | | ans4i ← pri
              | ans4

```

Рис.20. Реализация функции fun4(m,h) в MathCAD

На рисунке 20 представлена реализация этого алгоритма в MathCAD.

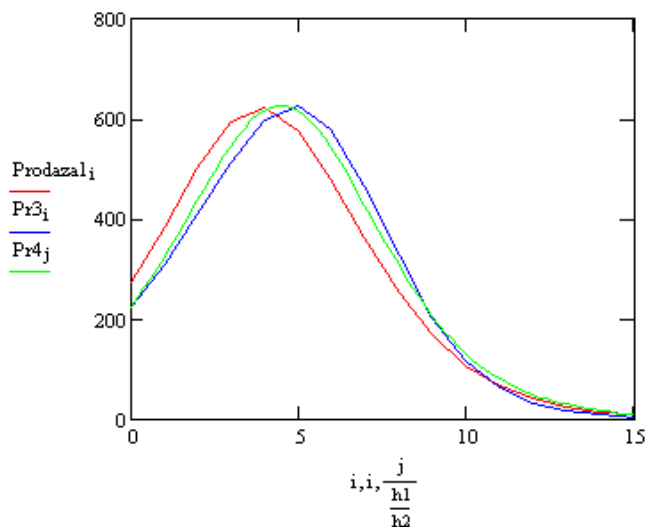


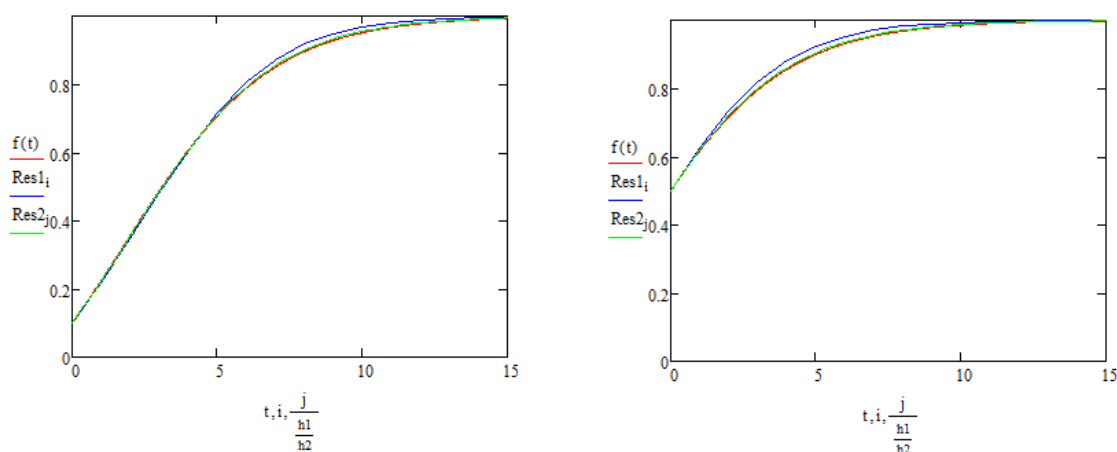
Рис.21. Результаты работы функции fun4(m,h)

Результаты работы функции fun4 на 50 временных интервалах с шагом 1 и шагом 0.2, а также точное значение выручки представлены на рисунке 21.

$$\begin{aligned}
 \text{maxcell3} &:= \max\text{Pr}(\text{Pr3}) & \text{maxcell4} &:= \max\text{Pr}(\text{Pr4}) & \text{maxcellf1} &:= \max\text{Pr}(\text{Prodaza1}) \\
 \text{maxcell3} &= \begin{pmatrix} 5 \\ 624.7 \end{pmatrix} & \text{maxcell4} &= \begin{pmatrix} 4 \\ 624.634 \end{pmatrix} & \text{maxcellf1} &= \begin{pmatrix} 4 \\ 621.38 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Рис.22. Нахождение момента максимальных продаж

На рисунке 22 в MathCAD реализовано нахождение момента максимальных продаж по полученным по методу сеток продажам (Вектор Pr3- с шагом 1, вектор Pr4-с шагом 0.2, вектор Prodaza1-точное решение дифференциального уравнения).



а) $f(0)=0.1$

б) $f(0)=0.5$

Рис.23. Функции распространения инноваций при различных начальных условиях.

Преимуществом рассмотренных моделей является наличие аналитического решения при любых значениях параметров. Обе модели дают S-образную кривую распространения инноваций, получены близкие результаты для кривых продаж. Увеличение скорости распространения с увеличением первоначальной доли на рынке (см. рис. 23) также подтверждает адекватность моделей.

Как показывает практика, цена программного обеспечения оказывает существенное влияние на его распространение, поэтому в дальнейших исследованиях предполагается учесть этот факт.

Литература:

1) Балабанова, Е.А. Приближённое решение уравнения диффузии инноваций [Электронный ресурс] / Е.А. Балабанова, Н.Н. Короткова // Международный студенческий научный вестник : электрон. науч. журнал. - 2015. - № 3. – Режим доступа : <http://www.eduherald.ru/123>.

2) Короткова, Н.Н. Разработка и программная реализация алгоритма моделирования процесса распространения инноваций [Электронный ресурс] / Н.Н. Короткова // Современная техника и технологии : электрон. науч.-практ. журнал. - 2015. - № 11. - Режим доступа : <http://technology.snauka.ru/2015/11/8058>.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЫРАБОТКИ РЕКОМЕНДАЦИЯ ПО ОЦЕНКЕ СЛОЖНОСТИ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТРИК КАЧЕСТВА ОНТОЛОГИЙ

Л.А.Макушкина

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

Процесс обучения с использованием разработанной системы может быть представлен в виде концептуальной схемы. На рисунке 1 представлена общая схема процесса обучения в нотации DFD.

Преподаватель предоставляет в качестве входных данных либо структурированный учебный материал: теоретический материал, разбитый на разделы, темы, понятия, примеры и вопросы к отдельным понятиям курса – либо коллекцию текстовых документов, содержащих достаточно структурированный материал.

Студенту предоставляется теоретический материал, сформированный в соответствии с онтологической моделью и разделенный на порции в соответствии с параметрами обучения.

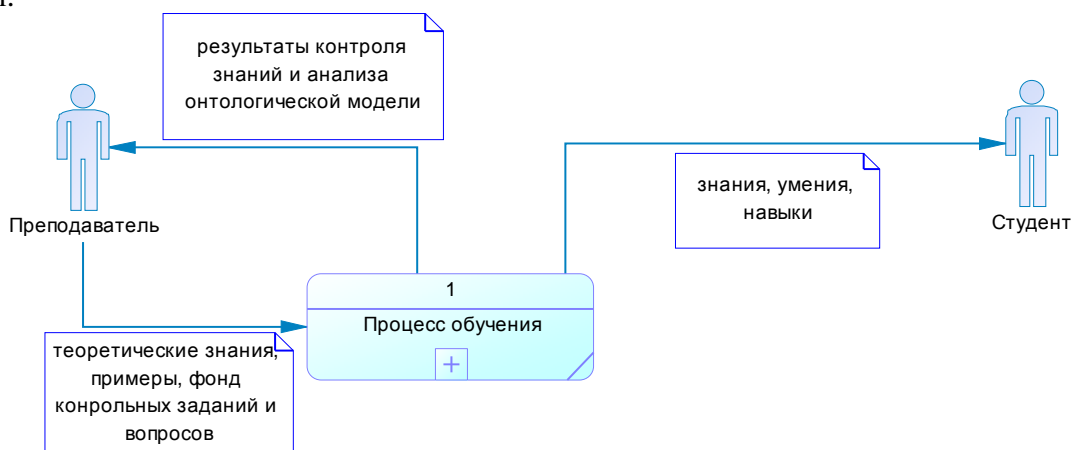


Рисунок 1 – Общая схема процесса обучения в нотации DFD

На рисунке 2 представлена схема детализации процесса «Процесс обучения».

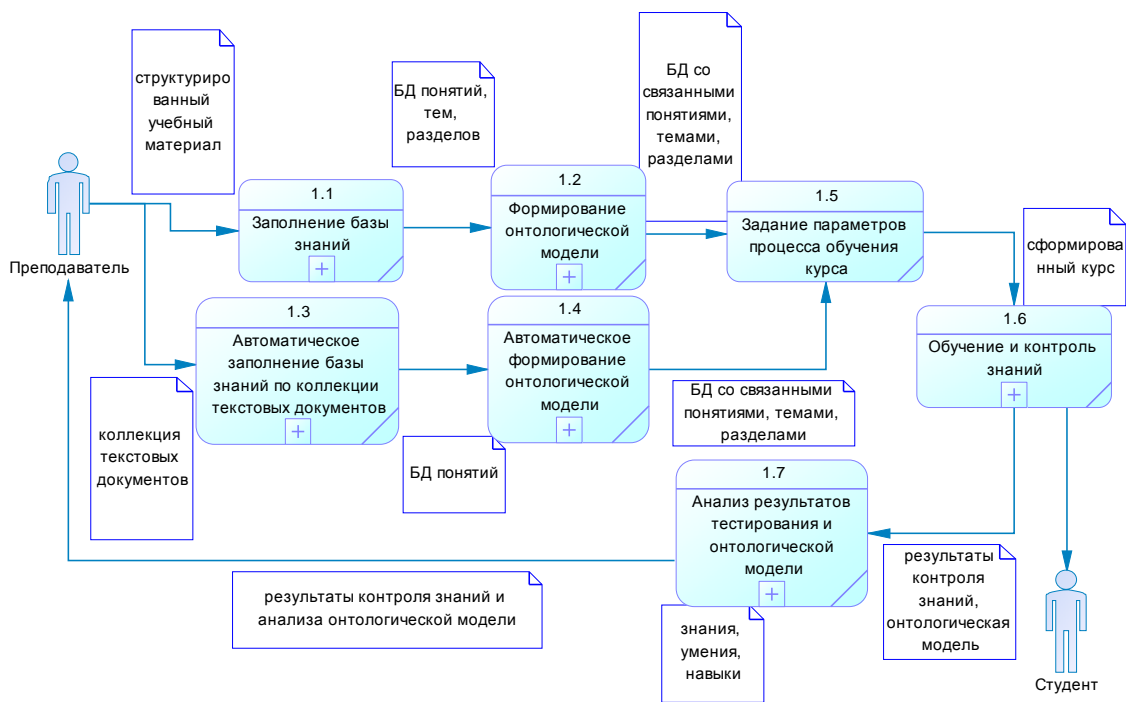


Рисунок 2 – Детализация процесса «Процесс обучения»

Процесс обучения включает в себя следующие этапы: сначала преподаватель способ создания курса (вручную или автоматический), далее преподаватель задает параметры процесса обучения для текущего курса (количество порций учебного материала, длительность порции, время сеанса обучения), далее происходит обучение и контроль знаний у студента, по результатам контроля знаний оцениваются тестовые задания, предоставленные преподавателем, а также производится оценка качества онтологической модели разработанного курса.

Первый способ создания курса. Преподаватель может вручную занести в БД теоретический материал, включающий в себя примеры, в БД системы. После занесения теоретического материала, преподаватель может выбрать функцию построения онтологической модели.

Второй способ создания курса. Преподаватель загружает в систему совокупность файлов, представляющих собой коллекцию текстовых документов. Далее производится

автоматическое формирование базы знаний курса, содержащей перечень понятий данного курса. На основании данного перечня производится автоматическое построение связей между понятиями курса.

На рисунке 3 представлена детализация процесса «Формирование онтологической модели».

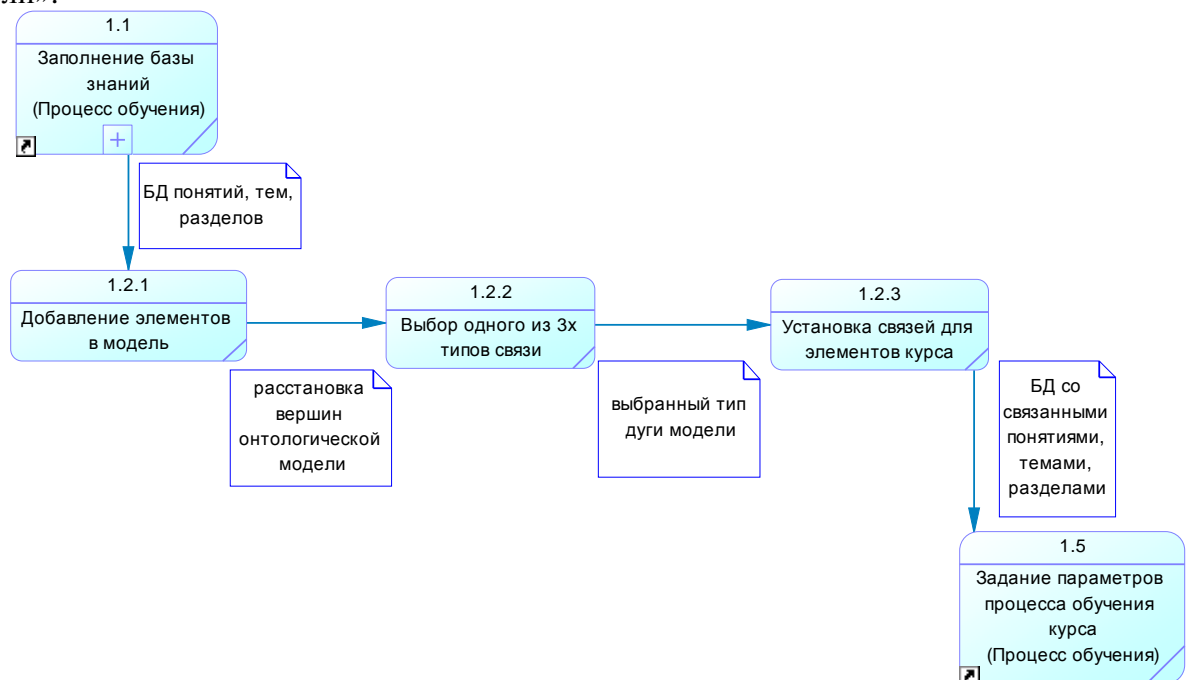


Рисунок 3 – Детализация процесса «Формирование онтологической модели»

Данный процесс состоит из следующих этапов. Сначала преподаватель выбирает элементы курса, которые он хочет добавить в онтологическую модель. Далее преподаватель выбирает нужный ему тип связи из трех имеющихся: «это», «основан на», «часть». После того как тип связи выбран преподаватель кликом указывает вершины, между которыми необходимо установить связь. Также преподаватель до указания связи должен задать вес данной связи (по умолчанию 0.1).

Не допускается создание циклических связей, петель, также связей, у которых только одна вершина.

После указания всех связанных вершин осуществляется сохранение сформированной онтологической модели в БД.

На рисунке 4 представлена детализация процесса «Анализ результатов тестирования и онтологической модели»

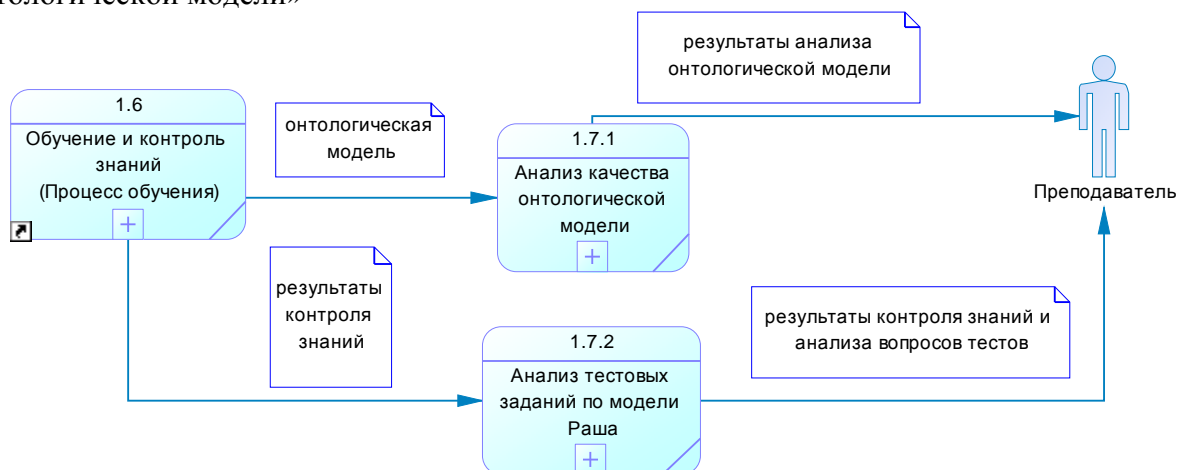


Рисунок 4 – Детализация процесса «Анализ результатов тестирования и онтологической модели»

Данный процесс состоит из двух этапов. Преподаватель может выбрать в пункте меню анализ результатов тестирования или анализ качества онтологической модели курса. В результате будет расчет количественных характеристик тестов по модели Раша или количественных характеристик онтологической модели курса, анализ рассчитанных величин и вывод результатов проведенного анализа.

На рисунке 5 показана детализация процесса «Анализ качества онтологической модели».

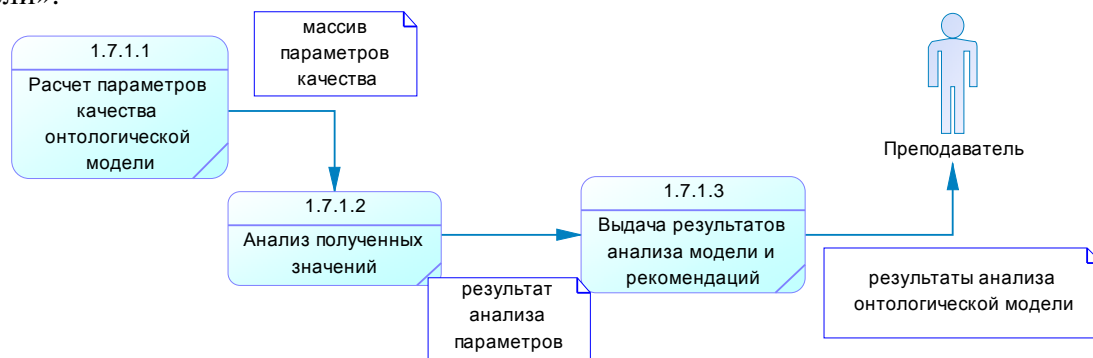


Рисунок 5 – Детализация процесса «Анализ качества онтологической модели»

Данный процесс включает в себя следующие этапы. Сначала производится расчет количественных величин, характеризующих качество онтологической модели: глубина онтологической модели, ширина онтологической модели, запутанность онтологической модели. Далее производится анализ отличия полученных значений от пороговых. По результатам данного анализа формируется вывод о качестве онтологической модели и визуализация полученных результатов и сделанных на их основании выводов.

Был проведен эксперимент по выявлению групп онтологических моделей в зависимости от значений метрик качества. Все разработанные онтологические модели, содержащиеся в теоретическом материале по дисциплине «Машинно-зависимые языки» можно условно разделить на несколько групп:

- 1) Модели, содержащие не более 3 вершин, которые связаны между собой один типом связи (очень простые модели);
- 2) Модели, содержащие не более 7 вершин, которые связаны между собой один типом связи (простые модели);
- 3) Модели, содержащие не более 7 вершин, которые связаны между собой более чем одним типом связи (модели средней сложности);
- 4) Модели, содержащие более 7 вершин, которые связаны между собой более чем одним типом связи (сложные модели).

Рассмотрев значения, полученные для моделей выделенных четырех групп, можно выделить некоторые диапазоны изменения характеристик качества онтологических моделей, присущих каждому из классов:

- 1) онтологические модели, содержащие до 3 вершин с одним типом связей;
- 2) онтологические модели, содержащие от 3 до 7 вершин с одним типом связей;
- 3) онтологические модели, содержащие от 3 до 7 вершин более чем с одним типом связей
- 4) онтологические модели, содержащие больше 7 вершин более чем с одним типом связей.

В таблице 1 представлены диапазоны изменения характеристик онтологических моделей рассмотренных групп.

Характеристики:

- 1) Метрики Ингве-Миллера
 - 1.1) Отношение количества вершин с нормальной степенью ко всем вершинам
 - 1.2) Средняя степень вершины графа
 - 1.3) Медиана степени вершины графа

- 1.4) Среднеквадратическое отклонение степени вершины
- 2) Метрики разнообразия количества связей онтологии
 - 2.1) Количество различных типов связи
 - 2.2) Нормированное количество различных типов связи
- 3) Метрики глубины онтологии
 - 3.1) Абсолютная глубина
 - 3.2) Средняя глубина
 - 3.3) Максимальная глубина
 - 3.4) Медиана глубины
 - 3.5) Среднеквадратическое отклонение глубины
 - 3.6) Среднее квадратичное отклонение глубины по отношению к средней глубине
- 4) Метрики ширины онтологии
 - 4.1) Абсолютная ширина
 - 4.2) Средняя ширина
 - 4.3) Максимальная ширина
- 5) Метрики запутанности онтологии
 - 5.1) Количество вершин с множественным наследованием по отношению ко множеству всех вершин графа
 - 5.2) Среднее количество родительских вершин у вершины графа

Таблица 1 - Диапазоны изменения характеристик онтологических моделей рассмотренных групп

Характеристики	1 - 3 вершин 1 тип связи	4- 7 вершин 1 тип связи	4- 7 вершин >1 типа связи	>7 вершин >1 типа связи
1.1	1,5-2	1,2-1,5	0,7-0,8	0,5-1
1.2	1-1,33	1,3-1,7	2,57-2,86	2-4
1.3	1	1-2	2	1-3,5
1.4	0-0,33	0,27-0,7	1,95-2,14	2-3,54
2.1	1	1	2	3
2.2	0,33-0,5	0,17-0,25	0,2854-0,2857	0,25-0,3
3.1	2-3	4-11	16-24	24-136
3.2	2-3	2-6	3-4	3,43-4,86
3.3	2-3	2-6	3-4	5-6
3.4	2-3	2-6	3-4	3-5
3.5	0	0-0,25	0	0,42-1,125
3.6	0	0-0,09	0	0,087-0,24
4.1	2-3	4-6	7	12-21
4.2	1	1-3	1-2	2-3
4.3	1	1-4	4	6-7
5.1	0	0	0	0
5.2	0,5-0,67	0,67-0,83	1,29-1,43	1-2

Проанализировав данные, представленные в таблице 1 можно сделать следующие выводы:

- 1) У групп 1 и 2 по значениям характеристик качества онтологических моделей нет пересечения с группами 3 и 4.
- 2) Характеристиками, позволяющими четко определить принадлежность онтологической модели к одному из 4х описанных классов, являются: Абсолютная глубина (3.1) и Абсолютная ширина (4.1)
- 3) В дополнение к характеристикам, описанным в пункте 2, различие между моделями 1 и 2 определяется по характеристике Нормированное количество различных типов связи (2.2)

4) В дополнение к характеристикам, описанным в пункте 2, различие между моделями 3 и 4 определяется по характеристикам Медиана глубины (3.4) и Максимальная ширина (4.3)

Далее был выполнен ряд экспериментов, направленных на проверку влияния ошибок в онтологических моделях на значение метрик качества данных моделей. Основной целью серии экспериментов было определение диапазонов значений метрик качества онтологических моделей для того, чтобы сформировать перечень значений определяющих качественную оценку онтологической модели («модель обладает высоким качеством», «модель обладает средним качеством», «модель обладает низким качеством»).

Сначала необходимо рассмотреть такие пограничные случаи, как наличие только одной дуги связи в модели и избыток связей.

В таблице 2 представлены значения характеристик эталонной модели темы «Программная модель микропроцессора INTEL 8080, регистры» и значения характеристик качества этой же модели по проведенным экспериментам.

Таблица 2 - Сводная таблица значений характеристик качества моделей

Характеристики	Эталон	Эксперимент 1 (1 связь)	Эксперимент 2 (избыточность)	Эксперимент 3 (дублирование)	Эксперимент 4 (неверные связи)	Диапазон группы
1.1	1	11	0,55	0,6471	0,9167	0,5-1
1.2	2	0,1818	3,6364	3,0909	2,1818	2-4
1.3	2	0	4	2	2	1-3,5
1.4	2	0,1636	1,0545	4,2909	1,5636	2-3,54
2.1	3	1	3	3	3	3
2.2	0,2727	0,0909	0,2727	0,2727	0,2727	0,25-0,3
3.1	24	11	114	41	22	24-136
3.2	3,4286	1,1	6,3333	2,9286	3,1429	3,43-4,86
3.3	5	2	9	5	5	5-6
3.4	3	1	6	3	3	3-5
3.5	0,619	0,1	2	0,8407	1,1429	0,42-1,125
3.6	0,1806	0,0909	0,3158	0,2871	0,3636	0,087-0,24
4.1	12	11	28	21	12	12-21
4.2	2	5	3	4	2	2-3
4.3	6	10	6	8	5	6-7
5.1	0	0	0,2727	0	0,0909	0
5.2	1	0,0909	1,8182	1,5455	1,0909	1-2

Как видно из таблицы такие характеристики как 2.1, 2.2, 3.3, 3.4, 5.1 являются неинформативными, т.к. отличие их значений от эталонных незначительно. На основании значений характеристики 3.1 можно судить о недостаточности количества связей; 3.2 – об ошибке в расстановке связей (меньше 3,43 свидетельствует о неверных или дублирующих связях, больше 4,86 об избыточных связях).

Далее был проведен эксперимент по оценке сложности самого лекционного материала. В результате по выделенным темам курса была сформирована таблица значений критериев Флеша, Ганнинга и Флеша-Кинкейда. Также были вычислены весовые коэффициенты сложности учебного материала с помощью алгоритма Саати, в котором учитывались выставленные экспертом оценки сложности учебного материала. В таблице 3 приведены соответствующие значения.

Таблица 3 – Сводная таблица оценки сложности лекционного материала

		Сложность темы (Саати)	Формула удобочитаемости Флеша	Индекс туманности Ганнинга	Формула Флеша- кинкейда
A ₁	«Введение. Цели и задачи дисциплины»	0,014	82,751 (простой)	10,651	4,514 (на уровне бго класса)
A ₂	«Программная модель микропроцессора INTEL 8080, регистры»	0,049	37,613 (трудный)	15,04	11,233 (1 курс ВУЗа)
A ₃	«Форматы и системы команд, методы адресации»	0,143	35,861 (трудный)	15,53	11,691(2 курс ВУЗа)
A ₄	«Команды пересылки данных и работы со стеком»	0,079	45,081 (трудный)	13,2	10,367 (11 класс)
A ₅	«Арифметические команды»	0,045	47,162 (трудный)	14,917	11,506 (2 курс ВУЗа)
A ₆	«Команды сравнения»	0,054	41,513(трудный)	15,067	12,084 (2 курс ВУЗа)
A ₇	«Логические команды и команды сдвига»	0,018	13,159 (очень трудный)	19,887	14, 672 (5 курс ВУЗа)
A ₈	«Введение в описание строкового формата и цепочных команд»	0,017	43,157 (трудный)	15,817	15,832 (выпускник ВУЗа)
A ₉	«Общие сведения о работе цепочных команд»	0,03	41,498 (трудный)	14,997	12,838 (3 курс ВУЗа)
A ₁₀	«Цепочные команды»	0,048	53,288 (средний)	12,971	10,12 (11 класс)
A ₁₁	«Введение. Сопроцессоры. Способы обмена информацией между ЦП и сопроцессором»	0,094	0,573 (очень трудный)	23,575	20,162 (выпускник ВУЗа)
A ₁₂	«Команды математического сопроцессора»	0,149	35,883 (трудный)	18,207	13,821 (4 курс ВУЗа)
		Сложность темы (Саати)	Формула удобочитаемости Флеша	Индекс туманности Ганнинга	Формула Флеша- кинкейда
A ₁₃	«Математический сопроцессор»	0,258	45,743 (трудный)	15,891	11,099 (1 курс ВУЗа)

В результате анализа полученных значений можно сделать вывод, что при выставлении оценок сложности лекционного материала эксперт руководствовался

собственными знаниями в предметной области и недостаточно полно оценил сложность восприятия самого текста, о чем свидетельствуют значения индекса Ганнинга и значения, полученным по формуле Флеша-Кинкейда.

Литература:

1. *Макушкина, Л.А.* Форматы и системы команд, методы адресации. Квантованный учебный текст с заданиями в тестовой форме / Рыбанов А.А., Макушкина Л.А. // Педагогические измерения. - 2015. - № 1. - С. 50-58.
2. *Макушкина, Л.А.* Исследование методов оценки качества структурированного учебного материала / Макушкина Л.А., Ковалев А.А. // Вестник магистратуры. - 2015. - № 2 (том 1). - С. 72-75.
3. *Макушкина Л.А.* Исследование методов оценки качества структурированного учебного материала [Электронный ресурс] / Ковалев А.А., Макушкина Л.А. // Студенческий научный форум – 2015 : докл. VII междунар. студ. электрон. науч. конф. Направление «Технические науки» (Секция «Проблемы моделирования, проектирования и разработки программных средств») / РАЕ. - Москва, 2015. - С. 1-3. – Режим доступа : <http://www.scienceforum.ru/2015/pdf/8707.pdf>.

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ВЕБ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАД, АДАПТИРОВАННОЙ К ЗАДАЧАМ КОНЕЧНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

О.Ф. Абрамова

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

Современные методы обучения в высших учебных заведениях направлены на организацию как учебной, так и внеучебной деятельности студентов. Большое внимание уделяется сейчас достижениям студентов, полученным вне аудиторных занятий. Участие студента в региональных, всероссийских или международных конкурсах, олимпиадах или конференциях учитывается при формировании портфолио студента, а так же при распределении различных материальных благ.

Однако, очное участие не всегда удобно для студентов очной формы обучения. Даже при условии проведения мероприятия в городе обучения студента, могут возникнуть различные трудности с посещением, что уж говорить если олимпиада или конкурс проводится в другом городе. Выходом из сложившейся ситуации, позволяющим легко и без усилий преодолеть все подводные камни, является организация и проведение конкурсов, олимпиад и конференций в дистанционном формате. Такой способ отвечает современным требованиям использования интерактивных способов обучения, открывает, практически, неограниченный доступ к мероприятию, существенно повышает качество проведения мероприятия за счет автоматизации процессов регистрации участников, сбора и оценки работ и информирования о результатах.

В последнее время количество ресурсов, посвященных дистанционному проведению конкурсов и олимпиад растет. Все они очень разнообразны и каждый имеет свои достоинства и недостатки. Для того, чтобы определиться с типовыми алгоритмами функционирования информационно-программных систем для проведения внеучебных мероприятий в дистанционном формате, необходимо провести полноценное исследование существующих на сегодняшний момент таких систем.

Для выполнения сравнительного анализа типовых алгоритмов функционирования информационно-программных систем для проведения внеучебных мероприятий в дистанционном формате были исследованы более 20-ти ресурсов в сети Интернет. На

некоторых из них, обладающих наибольшим диапазоном функциональных возможностей и пользующихся достаточным спросом, остановимся подробнее.

«Снейл» (<http://nic-snail.ru/>)

Одним из крупных русскоязычных ресурсов является «Снейл». Данный ресурс проводит конкурсы и олимпиады для школьников и учителей. Вот что данный Центр пишет о себе: «Центр «Снейл» ежегодно организует более 130 дистанционных мероприятий. Именно они являются теми частями мозаики, из которой каждый участник может сложить свою индивидуальную образовательную траекторию».

Все мероприятия Центра можно разделить на несколько групп:

1. Для преподавателей: олимпиады, конкурсы, обучающие проекты, вебинары, публикация статей.

2. Для школьников и дошкольников: предметные олимпиады, конкурсы различной тематики (конкурсы-игры, конкурсы для всей семьи) и предметные недели.

Основным разделом данного ресурса является «Календарь мероприятий», который включает в себя расписание всех мероприятий, отсортированных по дате их проведения. Так же в этом разделе присутствует возможность отсортировать мероприятия по типу мероприятия (олимпиада, конкурс, конкурс-игра и тд.), предмету (литература, математика, история и тд.), возрастной категории участников (1-4 классы, 5-8 классы, 9-11 классы).

Алгоритм участия в определенном мероприятии данного ресурса можно представить следующим образом:

- 1) регистрация в системе;
- 2) подача заявки на выбранное мероприятие;
- 3) оплата участия;
- 4) участие;
- 5) награждение.

Серьезным недостатком этого ресурса можно считать отсутствие прозрачной системы оценивания конкурсных работ. Участникам доступны только конечные результаты оценки. Так же отсутствует возможность оценить работы участников, будучи простым посетителем данного сайта либо участником мероприятия. Все результаты мероприятий определяются комиссией данного сайта.

«Центр развития мышления и интеллекта» (<http://vot-zadachka.ru/>)

Центр развития мышления и интеллекта (Центр РМИ) проводит предметные олимпиады и конкурсы по самым разнообразным тематикам, направленным на достижение поставленных целей и выполнению задач.

В конкурсах и олимпиадах Центра могут участвовать как педагоги со своими учащимися, так и сами ученики. Для этого предусмотрена регистрация и подачи заявки отдельно для учителей со своими классами и для учеников, которые проявили инициативу самостоятельно участвовать в мероприятиях.

Алгоритм участия в определенном мероприятии данного ресурса схож с алгоритмом участия в системе «Снейл». Имеются отличия лишь в нюансах: наборе доступных функций для ученика и учителя, доступ к просмотру результатов.

Несомненным достоинством данного ресурса можно назвать возможность просмотра работ участников. Однако сам механизм добавления работ в систему несколько запутан и может вызывать трудности у неподготовленного пользователя.

Рыжий кот (<http://ginger-cat.ru/>)

«Рыжий Кот» это интеллектуально-развивающий портал, который организует множество конкурсов и олимпиад. Для того, чтобы принять участие в конкурсе или олимпиаде требуется регистрация. Далее в личном кабинете нужно заполнить все данные о себе. Данные заполняются пошагово. Разделение на учителей и учеников на данном ресурсе отсутствует. Участие в любом из мероприятий является платным.

Серьезным отличием данного ресурса от ранее рассмотренных является наличие очень удобного, визуально информативного интерактивного расписания мероприятий,

которое можно скачать и, пользуясь которым, можно просмотреть как итоги проведения, так и принять участие в выбранном мероприятии. Еще одно несомненное достоинство ресурса – возможность зарегистрированных пользователей выставлять личные оценки за понравившиеся работы. А лучшие работы, отсортированные по количеству пользовательских оценок, выводятся отдельным списком, доступным для всех желающих. При этом демонстрируется не только оценка, но и сама работа, и информация об участнике.

Однако, информация о процессе оценивания работ жюри ресурса так же не доступна участникам конкурсов, можно просмотреть лишь итоговую таблицу результатов оценки.

Есть так же особое направление - эвристические дистанционные олимпиады, первая из которых была проведена в 1997 году. Цель дистанционных эвристических олимпиад — выявление и развитие творческих способностей участников. В эвристических олимпиадах могут участвовать школьники с любым уровнем подготовки. От них требуется создание собственного результата — образовательного продукта, т.к. в основе олимпиад такого типа лежит теория и технология креативного обучения - дидактическая эвристика. Задания в эвристических олимпиадах открытые, без заранее известных ответов. Для выполнения заданий требуется проявить индивидуальность, уникальность, самобытность. Жюри оценивает оригинальность, аргументированность, мировоззренческую глубину предлагаемых гипотез, проектов, моделей, сочинений.

Всероссийские дистанционные эвристические олимпиады проводятся Центром дистанционного образования «Эйдос» под эгидой Российской академии образования. Сам электронный ресурс располагается по адресу <http://www.eidos.ru/index.htm> и представляет собой многофункциональную сложную систему. Помимо проведения непосредственно дистанционных конкурсов и предметных олимпиад, центр предлагает обширный набор платных и бесплатных услуг, включая публикации в собственном интернет-журнале, веб-форумы и семинары, дистанционные курсы, научно-методические услуги и пр. Порядок участия в мероприятиях на данном ресурсе мало отличается от ранее рассмотренных, но имеет большее количество уточнений и вариантов. Например, регистрация предусмотрена по нескольким ролям: педагог, ученик, родитель, администратор, научный сотрудник, организация. Каждая роль подразумевает определенный набор доступных функций, достаточно разнообразных. Есть подробное описание администрации сайта и самого центра, есть список вакансий организации. Так же реализована вкладка «Отзывы клиентов», что положительно сказывается на выборе именно данной организации для участия, не смотря на организацию большинства мероприятий в платном формате. Кстати, центр предлагает как платные, так и бесплатные услуги, включая участие в избранных конкурсах и публикацию в специализированных интернет-изданиях. Навигация по ресурсу интуитивно понятна и доступна для любого пользователя.

Следовательно, резюмируя выполненное исследование, можно сказать, что существуют несколько видов дистанционных олимпиад: платные и бесплатные, личные (отдельные ученики) и командные (несколько учеников), предметные (предлагаются задания по фундаментальным темам традиционных учебных предметов) и метапредметные (ориентированные на изучение глубинных основ мироздания), эвристические.

Тематика дистанционных мероприятий разнообразна и не ограничена только школьными предметами или дисциплинами высших учебных заведений. Существуют и творческие конкурсы, и конкурсы-игры, и тематические конкурсы для всей семьи, и многое другое.

Основываясь на результатах проведенных практических исследований программно-информационных систем для проведения конкурсов и олимпиад в дистанционном формате, были выделены следующие положительные критерии проведения внеучебных мероприятий именно дистанционно:

- реклама, актуализация и размещение результатов для широкого круга наблюдателей;
- широкий охват участников (регион, страна, весь мир);
- психологический комфорт участников;
- простота оценивания работ, независимость результатов оценивания от различных факторов, оперативность выдачи результатов;
- возможность многоэтапной защиты как конкурсных работ, так и личных данных участников.

Однако, такой подход к организации мероприятий, как выяснилось в ходе проведения исследования, содержит и достаточно серьезные отрицательные моменты. Благодаря целым системам удаленного обучения и соревнований для учащихся, широко применяться стали такие задачи, в которых участнику предлагается дать только конечный результат, а вот самого хода решения и действий совершенно не нужно указывать и расписывать. Применяя удаленные автоматизированные способы проведения олимпиад и проверки решения задач, повышается зависимость проведения соревнования от проблем технической части, а так же невозможность предусмотреть фальсификацию результатов.

Вопросы вызывают и процедуры оценки, которые, как правило, проводятся в закрытом от участников режиме, да и сами результаты не всегда демонстрируются в удобном для участников виде.

Таким образом, можно констатировать, что, не смотря на высокую актуальность и востребованность автоматизированных систем для проведения олимпиад в дистанционном формате, методы и способы проведения мероприятий не формализованы, нет четких требований к процессам и рекомендаций как для организаторов, так и для участников.

Попытаемся сформулировать основные требования к информационной веб-системе для проведения олимпиад в дистанционном формате и выявить набор основных вариантов использования такой системы. В общем виде модель процесса проведения внеучебных мероприятий в дистанционном формате можно представить следующим образом (рис. 1).

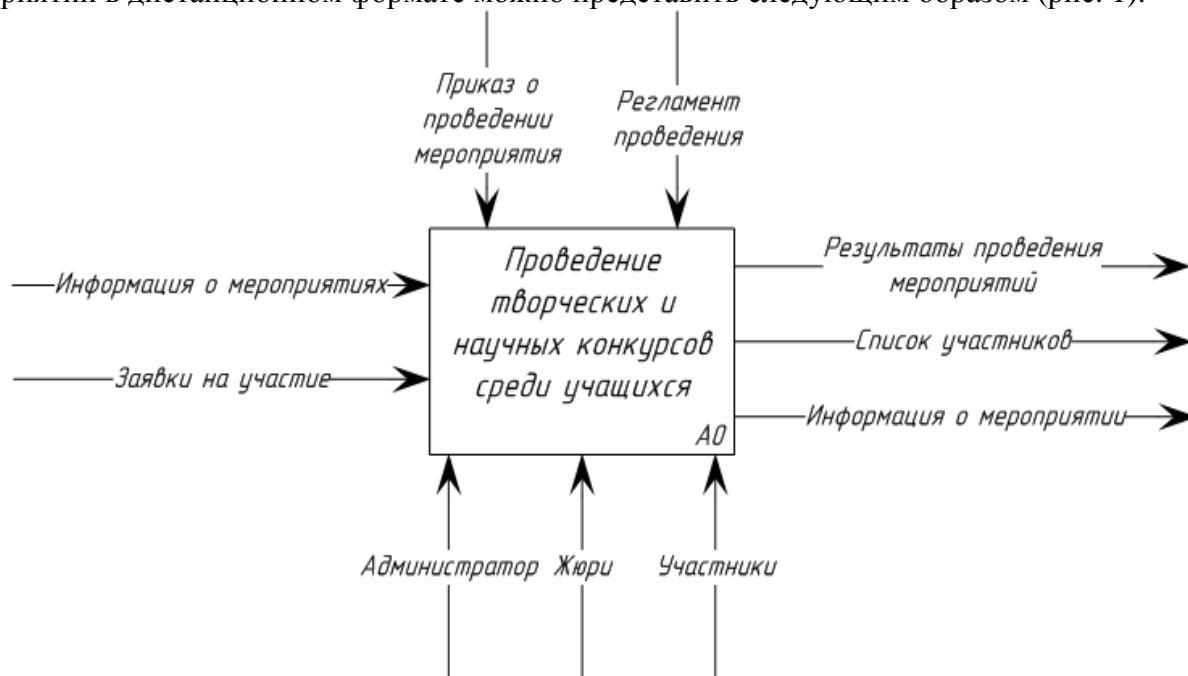


Рисунок 1. Общая диаграмма процесса проведения внеучебных мероприятий

Помимо этапов процесса проведения олимпиад в дистанционном формате для проектирования и программной реализации любого успешного и эффективного веб-ресурса необходимо учитывать современные тенденции в области разработки веб-систем и использовать современные технологии. Таким образом, информационная система,

разрабатываемая, например, по технологии Landing Page, должна быть спроектирована и реализована с конкретной целью. Она должна мотивировать конечных пользователей, являющихся целевой аудиторией для данного сайта, совершать ожидаемое целевое действие, которое будет напрямую повышать эффективность мероприятия и может приносить прибыль. При проектировании информационной web-системы по технологии Landing Page следует соблюдать следующие постулаты, обеспечивающие высокую конверсию целевых страниц и как нельзя лучше подходящих для реализации конечных целей проведения дистанционным внеучебных мероприятий:

- 1) скорость загрузки информационной web-системы должна быть максимально быстрой,
- 2) структура страницы в целом должна предоставлять пользователю наиболее полную информацию относительно предоставляемых услуг или товаров, а также быть удобовоспринимаемой,
- 3) дизайн должен быть узнаваемым и вызывать доверие;
- 4) высокая релевантность контента распространенным запросам;
- 5) высокий уровень грамотности, адекватности и читабельности лексической составляющей;
- 6) использование дополнительных апплетов и приложений.

Сайты, построенные с использованием технологии Landing Page, имеют большой показатель конверсии и ROI, и, как следствие, большую коммерческую эффективность. И целевая аудитория, которая может стать потенциальными клиентами организуемого мероприятия, получает достаточный объем информации необходимый для принятия решения.

В результате проведенного анализа были выделены основные требования к ИС для проведения внеучебных мероприятий в дистанционном формате:

- 1) многофункциональность веб-ресурса;
- 2) реализация веб-системы с помощью современных языков программирования, позволяющих выполнять визуализацию различных данных (результатов оценки конкурсных работ и другие виды статистических данных) в режиме реального времени;
- 3) формирование страниц веб-ресурса с учетом современных тенденций в разработке веб-систем (Landing Page, современный минималистичный дизайн, психологически правильное цветовое решение);
- 4) проверка участников мероприятий и отслеживание по электронному адресу;
- 5) автоматизированная проверка соответствия представляемых для участия работ заявленным требованиям;
- 6) наличие интернет рассылки информационных сообщений различного типа (реклама, приглашения, результаты оценки и другие статистические данные);
- 7) автоматизированный сбор статистических данных различного типа;
- 8) наличие интерактивного интуитивно понятного расписания мероприятий;
- 9) графическая визуализация статистических данных различного типа на веб-ресурсе по запросу или автоматически в режиме реального времени
- 10) возможность для членов жюри просмотра не только конечного результата (в зависимости от типа работ это может быть изображение, видеоролик либо текстовый документ с результатами выполнения поставленных конкурсных задач), но и исходных данных (программного кода, используемых моделей и алгоритмов решения и т.п.);
- 11) возможность добавления комментариев к работам как членам жюри, так и зарегистрированным пользователям;
- 12) проверка работ участников на плагиат;
- 13) защита работ участников от копирования;
- 14) возможность для участника управлять своими работами (добавлять, удалять, редактировать, предоставлять различные типы информации по работе – текстовую, графическую, видео).

Предварительный набор вариантов использования системы представлен с помощью диаграммы прецедентов на рисунке 2.

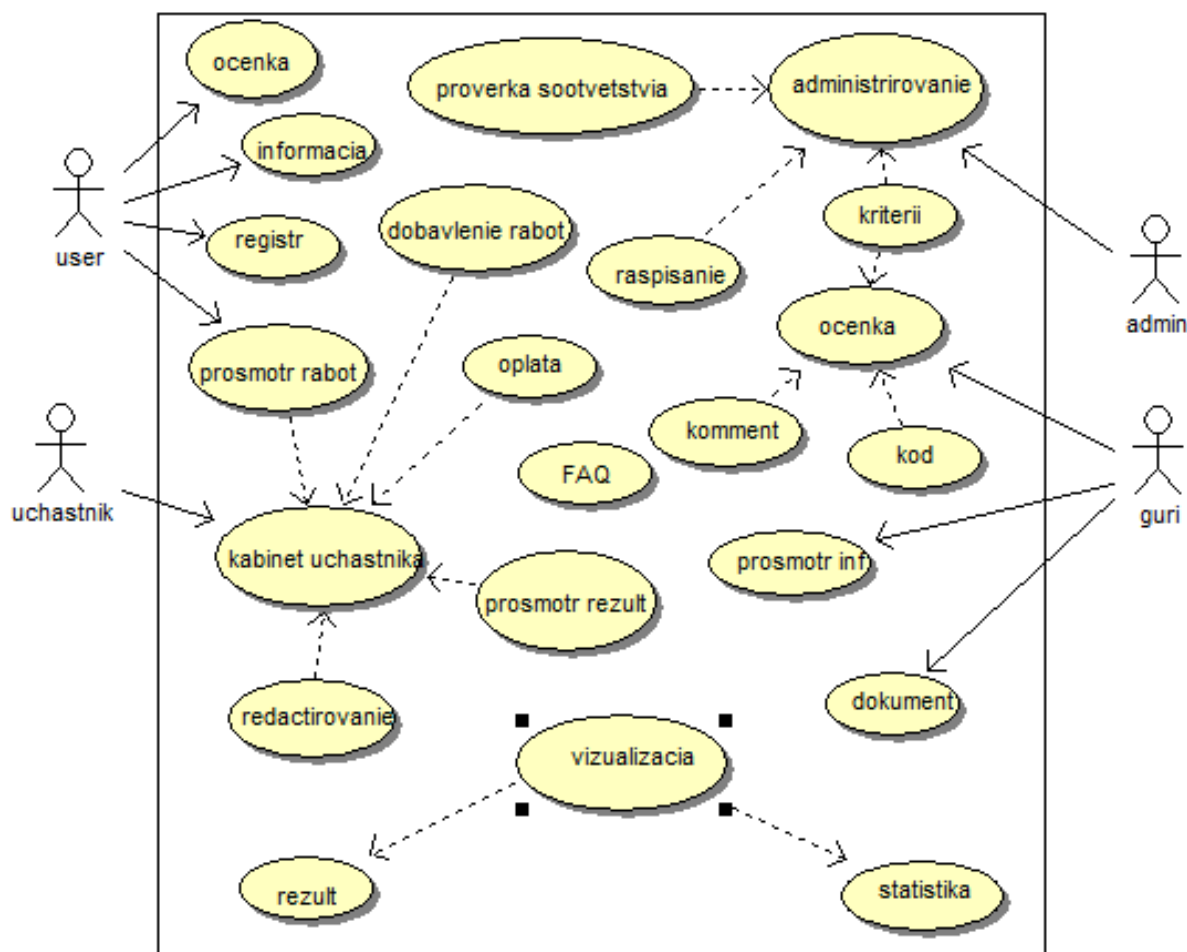


Рисунок 2 Общая диаграмма вариантов использования ИС для проведения внеучебных мероприятий в дистанционном формате

В общем случае доступ к системе имеют четыре актера: незарегистрированный пользователь (user), зарегистрированный пользователь (uchastnik), администратор (admin) и член жюри (guri). Каждый из этих актеров имеют доступ как к набору индивидуальных функций, так и к некоторым общим функциям системы. Основными функциями системы, автоматизирующими трудоемкие и качественно важные процессы такого рода мероприятий, является визуализация информации различного типа (результатов, статистики и др.), формирование интерактивного расписания, доступ актеров к информации различного рода в зависимости от статуса, включая интернет-рассылки, выбор набора критериев для оценки работ, добавление комментариев.

На данный момент в сети интернет можно найти небольшое количество ресурсов, способных качественно автоматизировать все этапы, которые присутствуют в процессе проведения соревновательных мероприятий в дистанционном формате. Большинство ресурсов состоят из нескольких типовых страниц с описанием требований и последовательности действий для принятия участия в мероприятии, что определенно нельзя назвать автоматизацией процесса проведения олимпиад и конкурсов. Ресурсы, рассмотренные в данной работе, относятся к наиболее качественным, реализующим и автоматизирующим множество этапов проведения мероприятий такого рода. Но в то же время каждая из них имеет свои, пусть и небольшие, недочеты. Потребность в подобных системах в настоящее время существует огромная. Поэтому есть реальный повод

задуматься о формализации и упорядочивании всех знаний и требований к информационным системам такого плана, и попытаться нейтрализовать все выявленные недочеты с учетом конечной цели организации мероприятий.

Литература:

1) *Арбузов В.П.* Использование технологии Landing Page при проектировании современного сайта [Электронный ресурс] / В.П. Арбузов, О.Ф. Абрамова // Современные научные исследования и инновации. - 2015. - № 1. - С. Режим доступа : <http://web.snauka.ru/issues/2015/01/43465>.

2) *Мельниченко Д.В.* Исследование логических проблем юзабилити сайтов и анализ существующих решений [Электронный ресурс] / Д.В. Мельниченко, О.Ф. Абрамова // Современная техника и технологии. - 2015. - № 1. - С. Режим доступа : <http://technology.snauka.ru/2015/01/5360>

3) *Сулейманов А.Ю.* Анализ проблем автоматизации бизнес-процессов многопрофильных образовательных учреждений [Электронный ресурс] / А.Ю. Сулейманов, О.Ф. Абрамова // Современная техника и технологии. - 2015. - № 6. - Режим доступа : <http://technology.snauka.ru/2015/06/6792>.

4) *Лясин Д.Н.* Объектно-ориентированный анализ и проектирование программных систем / Д.Н. Лясин, О.Ф. Абрамова. - Волгоград: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2015. - 100 с. (гриф УМО)

5) *Зубехин, А.А.* Современный web-сайт: модные тенденции в компоновке и цвете [Электронный ресурс] / А.А. Зубехин, О.Ф. Абрамова // Студенческий научный форум – 2015 : докл. VII междунар. студ. электрон. науч. конф. Направление «Технические науки» (Секция «Актуальные проблемы компьютерной визуализации») / РАЕ. - Москва, 2015. - С. 1-7. – Режим доступа : <http://www.scienceforum.ru/2015/pdf/11238.pdf>.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СОЗДАНИЯ WEB-РЕСУРСОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ

М.В. Фадеева

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

В настоящий момент большинство сайтов представляет собой статичную, практически не изменяющуюся картинку. Вне зависимости от того, в который раз человек попадает на сайт, он видит одни и те же предложения и совершает одни и те же действия для поиска необходимой информации. В итоге, он просто не запоминает ресурс, на котором однажды побывал.

Персонализация веб-страниц позволяет кардинально изменить отношение сайта к своим посетителям. В результате не только пользователь будет «общаться» с веб-страницей, но и сам сайт будет обращаться к любому, попавшему на страницу, не как к части общей массы, а как к конкретному человеку, имеющему свои личные интересы – персонально.

Методы персонализации делятся на те, которые основываются на правилах, и на использующие алгоритмы. Таргетинг, в основе которого лежат правила, побуждает посетителей к решениям, ориентированным на определенные сегменты. Таргетинг на алгоритмах проводит мониторинг поведения посетителей, разрабатывает предсказываемые модели поведения и вырабатывает для каждого посетителя подходящий контент. Такой таргетинг позволяет машине учиться самостоятельно.

Таргетинг, основанный на правилах, стимулирует сегментно-ориентированное принятие решений. Персонализация сайта, основанная на правилах это практика

использования исторических данных, поведенческих данных, и данных об окружающей среде для уникального предложения, основанного на predetermined правилах. Типичное правило персонализации, основанное на правилах принимает форму «Если посетитель совершает последующие действия, то показывать предложение X.» Один из примеров легко сегментируемых и отслеживаемых клиентских характеристик это географическое расположение. Если клиент посещает сайт продавца одежды из Сочи, то правило персонализации вызовет показ рекламы сандалий, основанное на IP адресе посетителя, но если адрес IP принадлежит Санкт-Петербургу, он вызовет рекламу пальто или ботинок.

Таргетинг, основанный на алгоритмах, порождает точность на индивидуальном уровне. Основанный на алгоритмах таргетинг – использование математических систем для мониторинга поведения посетителей и разработки модели предсказания (предиктивной модели), чтобы выработать наиболее подходящий контент для каждого посетителя. В отличие от стратегии таргетинга, основанного на правилах, алгоритмический таргетинг создает и связывает большое, потенциально бесконечное число машинно-генерируемых микросегментов – все из которых развиваются, когда модель учится. Примером применения этой техники будет банковский сайт, который обслуживает большое число различных клиентов и предлагает широкий спектр финансовых продуктов. В этом случае, таргетинг, основанный на алгоритмах, эффективен в соединении информации по поведению и клиентам для предсказания наиболее эффективной индивидуальной рекламы для каждого посетителя из большого числа потенциальных опций.

Под управлением контентом web-сайта на основе персонализации данных понимается автоматическое предоставление конкретному пользователю ссылок на страницы с интересующей (релевантной) его информацией. Системы, предоставляющие такие возможности, относятся к частному случаю персонализации, их также называют рекомендательными сервисами.

Примером персонализации на основе текущих потребностей являются популярные в настоящее время рекомендательные системы, которые работают на основе поисковых профилей пользователей. При этом часто компании используют специально созданные, встроенные в web-сайт рекомендательные системы.

Множество рекомендуемых ссылок будет представлять собой объединение множеств ссылок на страницы, удовлетворяющие постоянные и текущие потребности:

$$R = \{R_0 \cup R_c\}, \text{ где:}$$

R – множество рекомендуемых пользователю ссылок;

$R_0 = \{r_{0_a}\}$ - множество ссылок на страницы, которые удовлетворяют его постоянные потребности;

$R_c = \{r_{c_b}\}$ - множество ссылок на страницы, которые удовлетворяют его текущие потребности.

Множество ссылок R_c может состоять как из ранее просмотренных (R_b), так и не просмотренных страниц (R_u): $R_c = \{R_b \cup R_u\}$, где $R_b = \{r_{b_g}\}$ - множество g-ых ссылок на просмотренные пользователем страницы, отвечающих постоянным потребностям, $R_u = \{r_{u_j}\}$ - множество j-ых ссылок на не просмотренные пользователем страницы, отвечающих постоянным потребностям.

Чтобы выявить такие страницы необходимо решить следующие задачи:

- провести кластеризацию поисковых профилей;
- расширить поисковый профиль на основе соответствующего кластера;
- выявить наиболее важные страницы по расширенному поисковому профилю.

Процесс кластеризации зависит от выбранного метода и почти всегда является итеративным.

На сегодняшний день разработано более сотни различных алгоритмов кластеризации. В результате применения различных методов кластеризации могут быть получены неодинаковые результаты: кластеры различной формы, различное количество или состав кластеров. Это нормально и является особенностью работы того или иного алгоритма.

Алгоритм CURE (Clustering Using Representatives).

Выполняет иерархическую кластеризацию с использованием набора определяющих точек для определения объекта в кластер.

Назначение: кластеризация очень больших наборов числовых данных.

Ограничения: эффективен для данных низкой размерности, работает только на числовых данных.

Достоинства: выполняет кластеризацию на высоком уровне даже при наличии выбросов, выделяет кластеры сложной формы и различных размеров, обладает линейно зависимыми требованиями к месту хранения данных и временную сложность для данных высокой размерности.

Недостатки: есть необходимость в задании пороговых значений и количества кластеров.

Алгоритм ROCK (Robust Clustering using Links).

Алгоритм построен на принципе соседства точек, который очень близок принципу и понятию взаимного соседства. В алгоритм ROCK вводят два основных понятия, уже использовавшиеся не раз в кластерном анализе: сосед и связь. Соседями объекта называются объекты, которые в достаточной степени ему близки.

Алгоритм BIRCH (Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies).

В начале работы алгоритма все объекты принадлежат одному кластеру, который на последующих шагах делится на меньшие кластеры, в результате образуется последовательность расщепляющих групп.

В этом алгоритме предусмотрен двухэтапный процесс кластеризации.

Алгоритм MST (Algorithm based on Minimum Spanning Trees).

Назначение: кластеризация больших наборов произвольных данных.

Достоинства: выделяет кластеры произвольной формы, в т.ч. кластеры выпуклой и впуклой формы, выбирает из нескольких оптимальных решений самое оптимальное.

Алгоритм SLOPE.

Назначение: кластеризация огромных наборов категориальных данных.

Достоинства: высокие масштабируемость и скорость работы, а так же качество кластеризации, что достигается использованием глобального критерия оптимизации на основе максимизации градиента высоты гистограммы кластера. Он легко рассчитывается и интерпретируется. Во время работы алгоритм хранит в RAM небольшое количество информации по каждому кластеру и требует минимальное число сканирований набора данных. SLOPE автоматически подбирает количество кластеров, причем это регулируется одним единственным параметром – коэффициентом отталкивания.

Алгоритм PAM (partitioning around medoids).

Ограничения: небольшой объем данных.

Достоинства: простота использования; быстрота использования; понятность и прозрачность алгоритма, алгоритм менее чувствителен к выбросам в сравнении с k-means.

Недостатки: необходимо задавать количество кластеров; медленная работа на больших базах данных.

Так как информационные потоки в интернете, и в системах персонализации в частности, подвержены большому числу ошибок и нечеткостей, которые сопровождают все этапы, начиная с извлечения схем взаимодействия пользователей с веб-ресурсом и заканчивая выдачей рекомендаций. Они включают в себя стадии протоколирования обращений к веб-ресурсу, обработки протоколов с целью выделения пользовательских сессий и транзакций, кластеризации сессий и извлечения пользовательских профилей. Для

моделирования столь широкого спектра нечеткостей естественным является обращение к теории нечетких множеств, а значит и к нечеткой кластеризации.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ЕЖЕМЕСЯЧНОГО ПЛАТЕЖА ПО КРЕДИТУ

О.В. Свиридова

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru

В современных условиях банковский потребительский кредит в нашей стране очень быстро приобрел доверие и получил большое распространение. На сегодняшний день рынок кредитования населения охватил масштабы всей нашей страны и развивается ускоренными темпами. Это свидетельствует о том, что розничный банковский сегмент развивается не локально, а охватывает всю территорию страны.

Потребительское кредитование постепенно становится одним из наиболее динамично развивающихся направлений банковского сектора, что связано в первую очередь с потребностью банков в новых рентабельных кредитных продуктах. В последнее время рынок розничных банковских услуг стал главным направлением деятельности российских банков. Но вместе с многообещающими перспективами существует большое количество проблем, связанных с потребительским кредитованием. Например, одной из проблем является выполнение клиентами своевременных выплат по кредиту. Некоторым решением данной проблемы является информирование клиентов о выплатах с помощью телефонных звонков и рассылкой по e-mail.

Целью работы является автоматизация оповещения клиентов банка о задолженностях по выплате кредита и приближении даты ежемесячного платежа за счёт разработки автоматизированной информационной системы расчёта ежемесячного платежа по кредиту.

Разрабатываемая система предназначена для:

- осуществления расчёта в следующих режимах: расчёт дифференцированных и аннуитетных платежей, расчёт с использованием дробной процентной ставки, учёт обслуживания счёта (в процентах от суммы кредита или от остатка кредита);
- осуществления ввода платежей, учёта платежей по кредиту;
- прогнозирования окончания платежей;
- ведение базы клиентов с информацией по выплатам и задолженностям;
- рассылки СМС-уведомлений клиентам банка с информацией о получении статистической информации о выплатах и задолженностях клиентов.

В результате внедрения системы должны решаться следующие задачи:

- 1) формирование единой информационной базы клиентов банка и их выплатах по кредитам;
- 2) повышения эффективности информирования клиентов банка о сроках ежемесячных выплат по кредиту, о просроченных платежах;
- 3) повышение эффективности работы сотрудника отдела кредитования за счёт предоставления оперативной информации по суммам выплат по разным видам кредитов.

При разработке проекта корпоративной информационной системы (КИНС) или при выполнении консалтинговых работ по анализу и оценке деятельности банка одним из наиболее важных этапов является моделирование различных банковских операций. Использование типовых технологий банковских операций (типовых моделей) особенно эффективно для разработки КИНС при открытии нового отделения банка или нового банка, а также для обучения персонала и подготовки должностных инструкций. Можно сделать вывод, что широкое использование типовых банковских технологий должно

привести к упрощению разработки и эксплуатации не только КИНС, но и автоматизированных банковских систем (АБС).

При этом следует учитывать, что внедрение типовых технологий в действующих банках может оказаться затруднительным как по объективным, так и по субъективным причинам. Это связано с тем, что в укрупненной структуре банка в кредитно-депозитном отделе выполняются и другие функции, связанные с выпуском отчетов, планированием, контролем и т. д. Поэтому модели типовых операций при анализе и оценке деятельности банка могут быть использованы в качестве дополнительного источника информации.

В рамках данного исследования были проанализированы существующие автоматизированные системы расчёта выплат по кредиту, в частности, система «Кредитный калькулятор», система «Кредитный калькулятор Сбербанка для расчета ипотеки с учетом досрочных погашений, комиссий и страховки», система «Кредит» от Provision, система формирования лизинговых платежей «Reckoner», программа «ВЭД-Платежи». Установлено, что они не удовлетворяют условиям и задачам рассматриваемого проекта, так как все они рассчитаны на индивидуальное применение и не предназначены для использования вместе с базой клиентов банка. Также в перечисленных программных средствах отсутствует функция СМС-оповещения клиентов о сроках ежемесячного платежа и задолженностях по выплатам.

Укрупненная типовая структура банка показана на рис. 1.

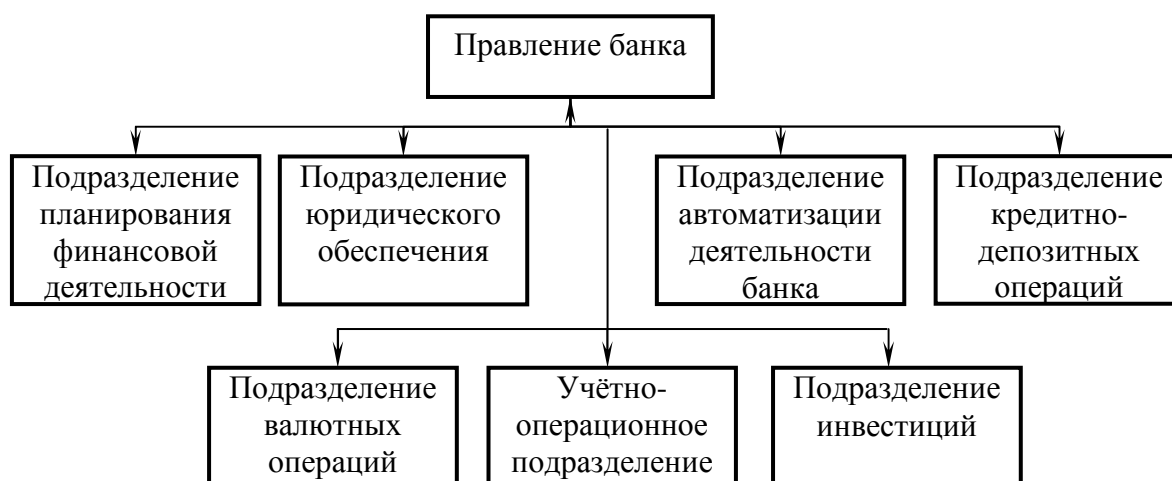


Рис. 1. Укрупненная типовая структура банка

Для доступа к данным в разрабатываемой системе используется СУБД MySQL 5.5, так как она распространяется бесплатно, обеспечивает достаточно высокую безопасность хранимых данных.

В качестве среды разработки выбрана Microsoft Visual Studio. Языком программирования был выбран C#, так как он является объектно-ориентированным языком, имеет механизм управляемой памяти, а также обеспечивает возможность работы с функциями Windows API.

В качестве математического обеспечения разрабатываемой информационной системы выбрана структурная модель документооборота [1], которая позволяет реализовать систему в виде четко выраженных структурных единиц, отличающихся по организации и выполняющих различные функции [2].

Обычно автоматизированные системы расчёта различного рода платежей имеют, как правило, одноуровневую архитектуру: все функции реализованы в самом приложении, виды платежей и процентных ставок либо заполнены в самом коде приложения, либо пользователь производит их ввод вручную. Для решения поставленных перед системой

задач необходимо, чтобы разрабатываемая система имела двухуровневую архитектуру: клиентское приложение, в котором производится расчёт платежей и их сроки, и СУБД, которая позволит хранить историю платежей по каждому клиенту, вести единый учёт выплат по кредитам клиентов. Таким образом, можно выделить две основные структурные компоненты, которые используют одно общее хранилище данных.

На рис. 2 представлена архитектура подобной системы.

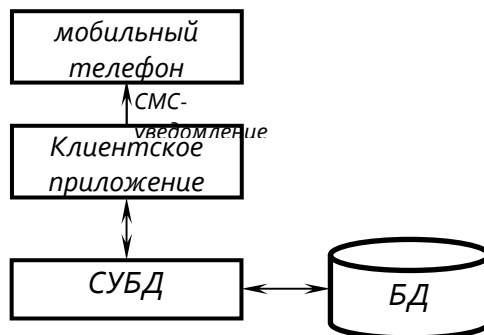


Рис. 2. Общая архитектура системы расчёта платежей по кредиту

Такая система должна осуществлять рассылку СМС-уведомлений о приближении даты выплат по кредиту и просроченных платежах.

Разработанная система состоит из шести модулей (см. рис. 3):

- модуль администрирования;
- модуль рабочих операций;
- модуль смс-оповещения;
- модуль начальника кредитного отдела;
- модуль расчётов платежей;
- модуль отчётов.

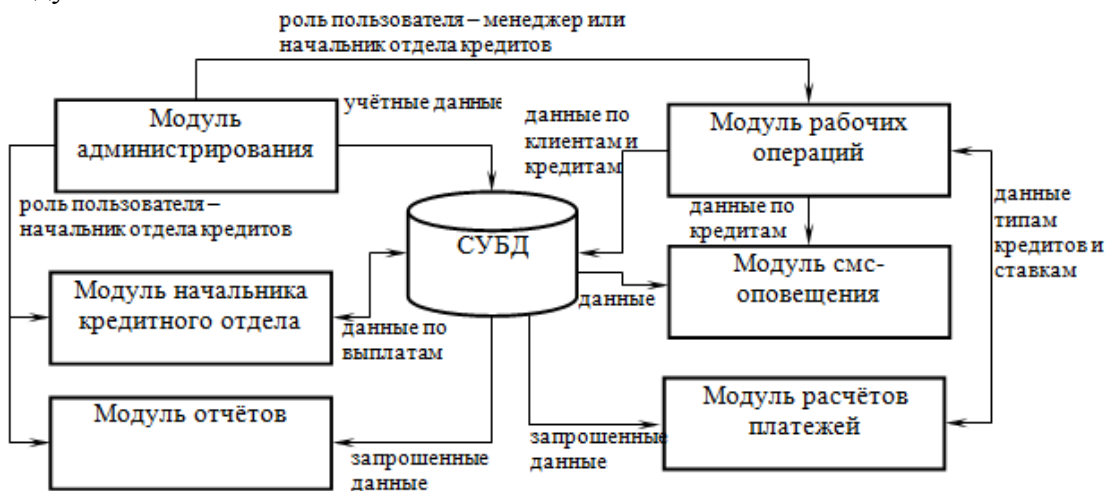


Рисунок 3 – Структурная схема системы

Модуль администрирования осуществляет создание, редактирование, удаление пользователей; а также назначение прав на доступ к каждой форме для каждого отдельно взятого пользователя. В результате выполняется настройка вида формы (основной панели меню и доступа к кнопкам на формах). В модуле администрирования реализованы следующие функции: работа с учётными данными пользователей системы: добавление, редактирование и удаление данных о пользователях; назначение прав доступа каждого типа пользователей к каждой форме приложения; авторизация и предоставление доступа к формам форм в соответствии с типом пользователя; сохранение данных в БД.

Модуль рабочих операций осуществляется создание, редактирование клиентов, создание, редактирование кредитов (только для зарегистрированных клиентов),

формирование информационного расчёта по оформленным кредитам. В модуле рабочих операций реализованы следующие функции: работа с информацией по клиентам банка: добавление новых клиентов, редактирование/удаление данных о существующих клиентах; редактирование информации по кредитам; формирование информационного расчёта по оформленным кредитам.

Модуль начальника кредитного отдела выполняет разрешение на редактирование клиентских данных, удаление клиентов, разрешение на редактирование кредитных данных, удаление кредита. Без разрешения на редактирование обычный сотрудник отдела не может изменить данные. В модуле начальника кредитного отдела реализованы следующие функции: назначение разрешений на редактирование клиентских данных, удаление клиентов; назначение разрешений на редактирование кредитных данных, удаление кредита; сохранение изменённых данных в БД.

Модуль смс-оповещения осуществляет следующие функции: отправка смс-уведомлений за 5 дней до крайнего срока платежа; отправка смс-уведомлений о просроченных платежах; отправка смс-уведомлений вручную; отправка произвольного смс-сообщения в ручном режиме клиенту банка.

Модуль отчётов осуществляет вывод информации за указанный пользователем период в виде отчёта по истории платежей и генерации платёжных поручений. В модуле отчётов реализованы следующие функции: вывод информации по истории платежей за выбранный пользователем период; генерации платёжных поручений в соответствии с заданными данными.

Модуль расчётов платежей предназначен для осуществления расчётов в следующих режимах: расчёт дифференцированных и аннуитетных платежей, расчёт с использованием дробной процентной ставки, учёт обслуживания счёта (в процентах от суммы кредита или от остатка кредита) [2]. В модуле расчётов платежей реализованы следующие функции: расчёт дифференцированных и аннуитетных платежей; расчёт с использованием дробной процентной ставки; учёт обслуживания счёта (в процентах от суммы кредита или от остатка кредита); передача данных в модуль рабочих операций.

В соответствии со структурной схемой системы разработана архитектура информационной системы, представленная на рис. 4. Представленная автоматизированная система включает в себя сервер СУБД, а также клиентские модули. Взаимодействие клиентских модулей с базой данных осуществляется при помощи сервера СУБД.

СУБД MySQL и база данных располагаются на одном компьютере. Методы работы с данными таблиц «Пользователи», «Клиенты», «Кредиты», а также методы выполнения расчётов выплат по кредитам, рассылки смс-уведомлений и просмотра статистики располагаются в клиентском приложении.

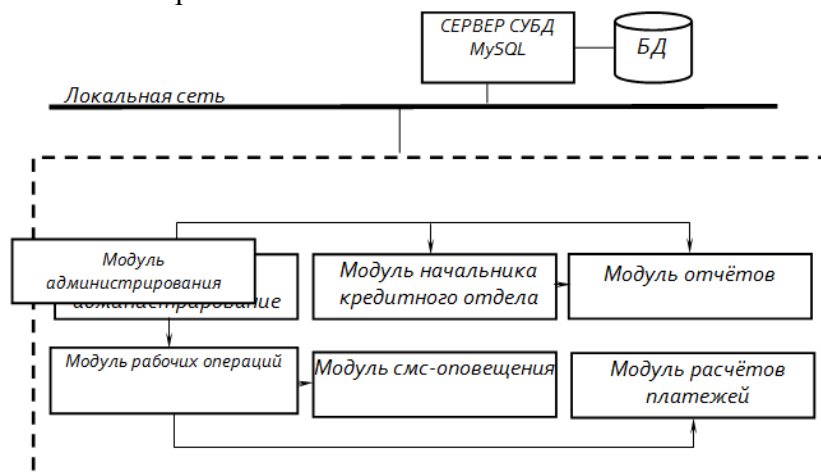


Рис. 4. Архитектура системы

Клиент может свободно манипулировать данными из БД. Клиентское приложение имеет доступ ко всем данным, находящимся в системе. Также в клиентском приложении реализована возможность получения статистической информации в виде таблицы или графика.

Разработанная база данных состоит из 7 таблиц. В базе хранятся данные о клиентах банка, выплачиваемых ими кредитах, типах кредитов, пользователях системы, правах доступа, смс-оповещениях.

Структура базы данных в соответствии с требованиями, предъявляемыми к разрабатываемой системе, представлена на рис. 5.

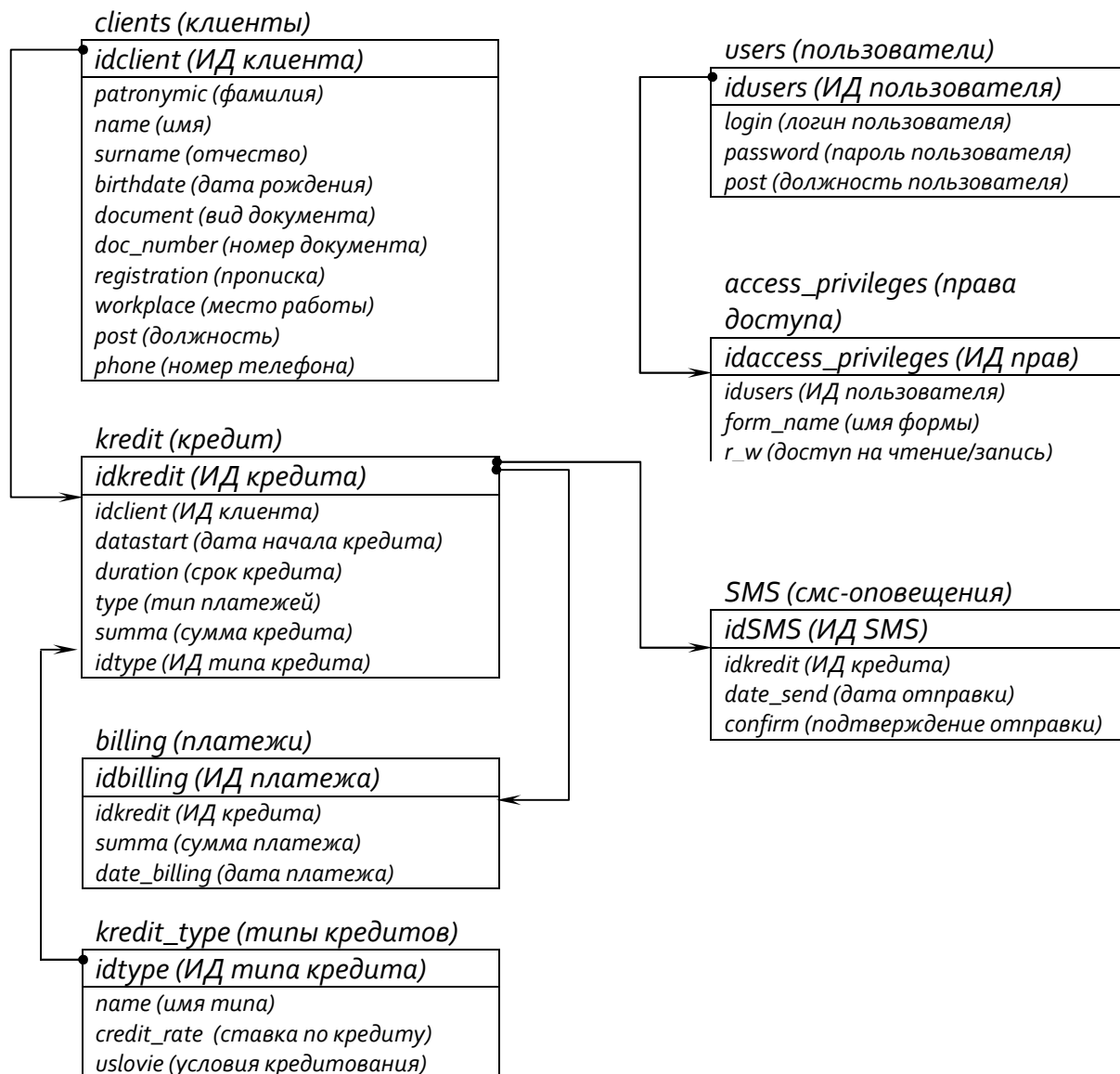


Рис. 5. Схема связей таблиц базы данных

Информация содержится в следующих таблицах:

- 1) «Клиенты» — содержит информацию о клиентах банка (данные паспорта, страхового свидетельства и т.д.);
- 2) «Пользователи» — содержит информацию о пользователях системы (сотрудниках банка);
- 3) «Кредиты» — содержит информацию о выплачиваемых клиентами кредитах;
- 4) «Платежи» — содержит информацию об осуществлённых клиентами платежах;

- 5) «Права доступа» — содержит информацию о рассчитываемых значениях (дата, время, величины расхода и среднестатистические величины);
- 6) «смс-оповещения» — содержит информацию по тексту смс-сообщений, рассылаемых клиентам банка;
- 7) «Виды кредитов» — содержит информацию по видам кредитов, предоставляемых банком (наименование, условия выдачи, процентные ставки).

Алгоритм работы модуля администрирования представлен на рис. 6.

Работа алгоритма заключается в следующем. Сначала происходит авторизация пользователя в системе. Если пользователь является администратором, то ему становятся доступны функции по работе со справочником «Пользователя», содержащим учётные данные пользователей системы (сотрудников банка).

Администратор может производить со справочником «Пользователи» следующие действия: добавлять информацию о новом пользователе, редактировать или удалять информацию о существующем пользователе. Также администратор может назначать права доступа существующим пользователям к формам системы.

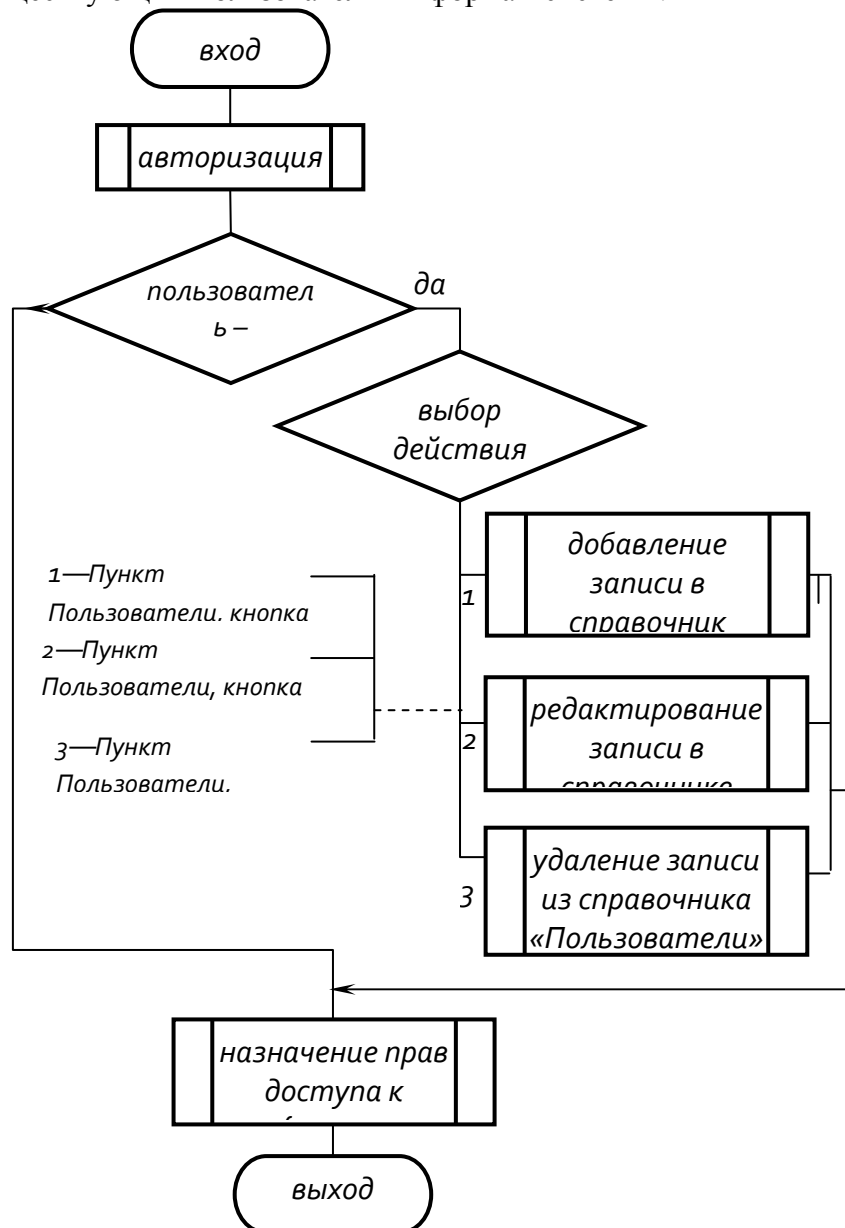


Рис. 6. Алгоритм работы модуля администрирования

Алгоритм работы модуля sms-оповещения представлен на рис.7.

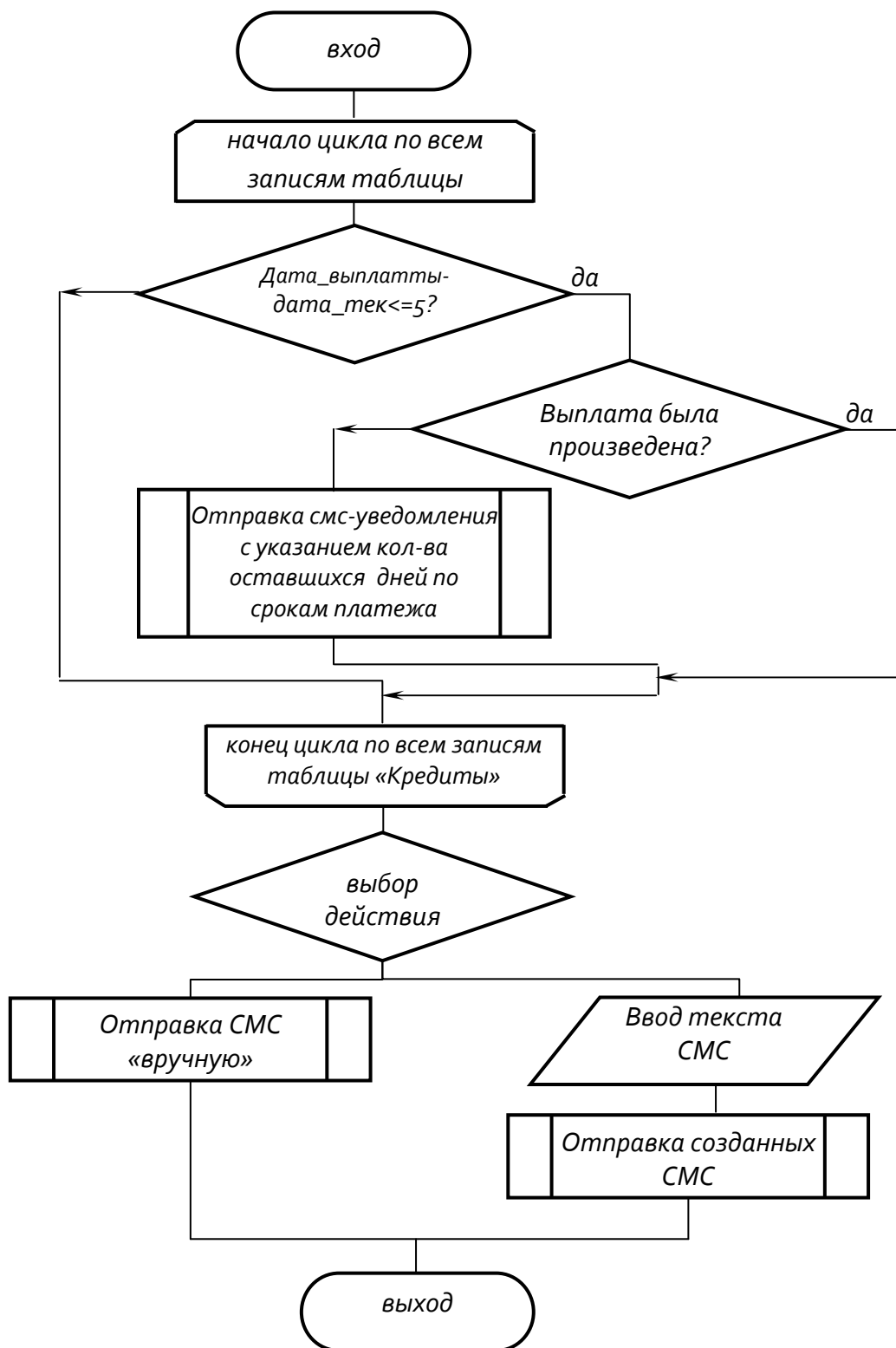


Рис. 7. Алгоритм работы модуля sms-оповещения

Работа алгоритма заключается в следующем. Сначала происходит запуск цикла по всем имеющимся в таблице «Кредиты» записям. Далее происходит сравнение даты выплата кредита и текущей даты. Если разница между датами составляет 5 дней и менее, производится проверка того, была ли произведена оплата по данному кредиту данным

клиентом.

Если оплата не поступала, то производится отправка смс-сообщения, содержащего уведомление о необходимости внесения ежемесячной суммы выплаты по кредиту с указанием самой суммы и последнего срока погашения выплаты по кредиту.

Далее сотрудник кредитного отдела может выбрать один из двух видов действия: отправка смс-уведомлений вручную выбранным клиентам; формирование и рассылка смс-сообщений заданного формата выбранным клиентам банка.

Отправка смс клиенту производится по следующему алгоритму. Сначала производится считывание адреса смс-шлюзов оператора соответствующего номеру телефона. Идентификация оператора по номеру телефона выполняется с помощью DEF-кода оператора. Далее производится преобразование телефона к виду e-mail-адреса по следующему формату: +7#####@ шлюз. Далее производится отправка сообщения в виде e-mail письма с использованием библиотеки System.Net.Mail.

Алгоритм работы модуля рабочих операций представлен на рис. 8. Работа алгоритма заключается в следующем. Сначала происходит авторизация пользователя в системе. Если пользователь является сотрудником кредитного отдела, то ему доступны операции по работе со справочником «Клиенты»: добавление записей о новых клиентах банка, редактирование/удаление записей о клиентах банка только при наличии разрешения начальника отдела.

Также сотруднику кредитного отдела доступна функция работы с кредитами. Сотрудник может добавлять кредит существующему клиенту банка, просматривать и редактировать (только при наличии разрешения начальника кредитного отдела) информацию о текущих кредитах клиента.

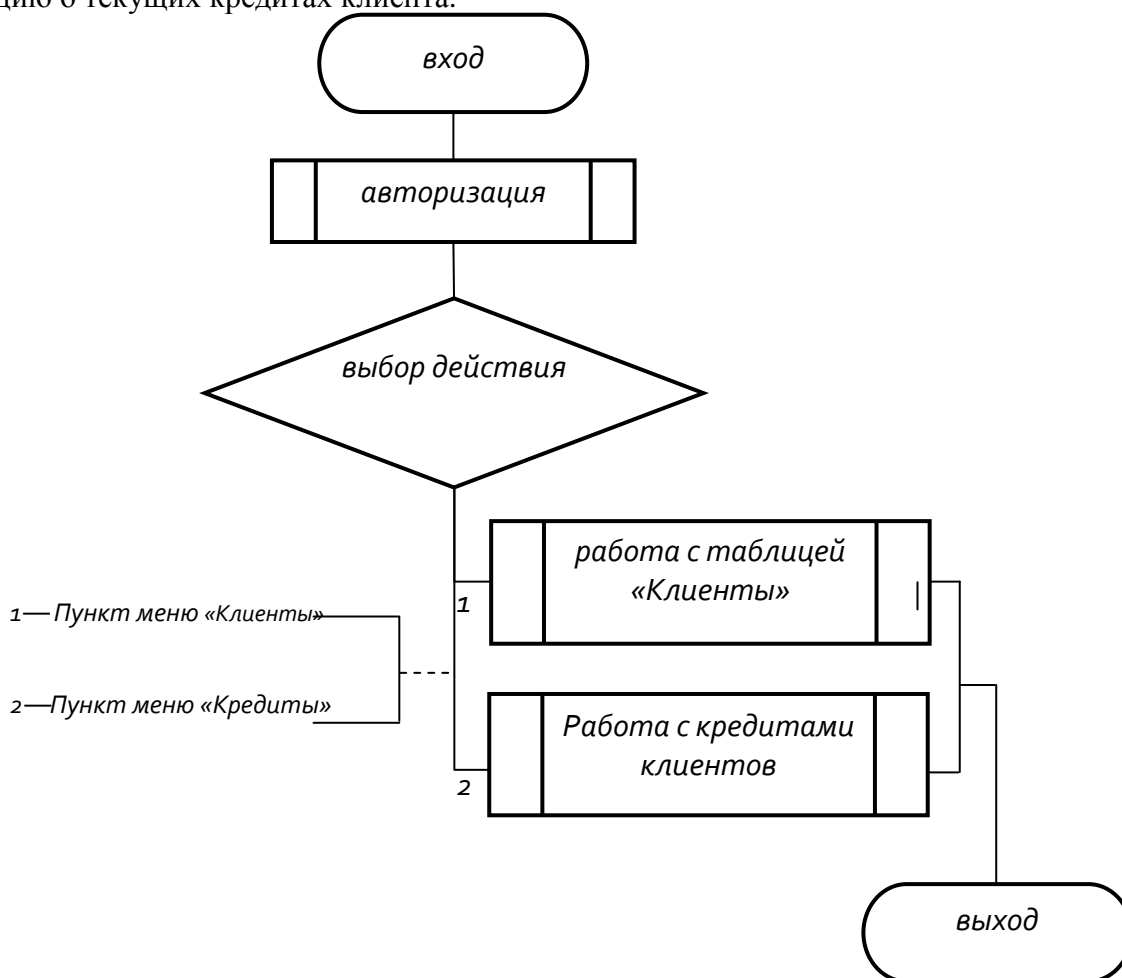


Рис. 8. Алгоритм работы модуля рабочих операций

На рис. 9 представлен алгоритм работы процедуры «Работа с кредитами клиентов».

Работа алгоритма заключается в следующем. Сначала сотрудник кредитного отдела выбирает клиента банка из справочника «Клиенты». Далее сотрудник выбирает тип кредита, который необходимо предоставить клиенту. В соответствии с выбранным кредитом, сроках и суммы кредитования происходит расчёт ежемесячных выплат по кредиту. Если клиента устраивают условия получения кредиты и размер ежемесячных выплат, то происходит сохранение выбранных параметров (клиент, тип кредита) в БД.

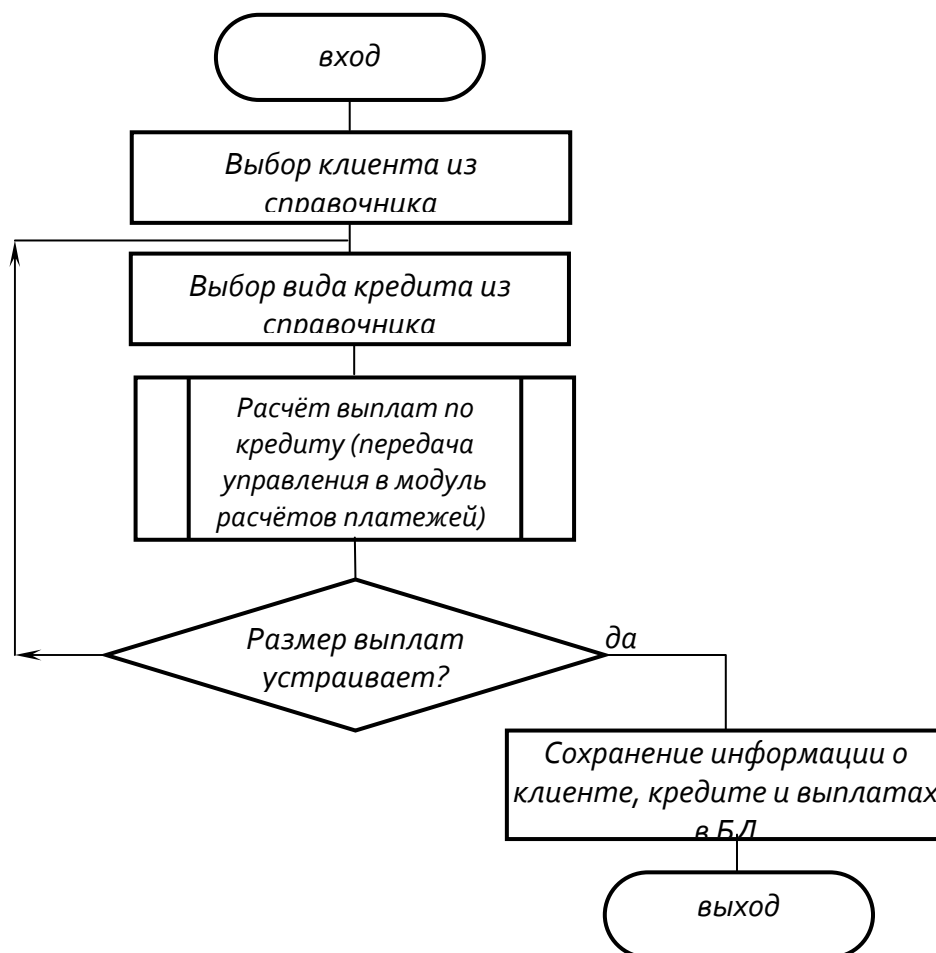


Рис. 9. Алгоритм процедуры «Работа с кредитами клиентов»

Программная архитектура системы представлена на рис. 10. Работа системы начинается с авторизации пользователя в системе.

Если пользователь является администратором системы, то ему доступны функции модуля администрирования: работа с учётными данными пользователей системы, назначение прав доступа каждого типа пользователей к каждой форме приложения.

Если пользователь является менеджером кредитного отдела, то ему доступны функции модуля рабочих операций, модуля расчёта платежей и модуля смс-оповещения. Менеджер кредитного отдела может работать с таблицей клиентов: добавлять записи о новых клиентах, удалять и редактировать данные клиента (только при наличии разрешения начальника кредитного отдела); также он может работать с таблицей кредитов: добавлять записи о новых кредитах для клиентов, удалять и редактировать данные по кредитам (только при наличии разрешения начальника кредитного отдела). Также менеджеру доступны функции расчёта выплат по кредиту и визуализации результатов расчётов. Менеджер кредитного отдела имеет возможность отправки СМС вручную клиентам банка о необходимости внесения выплат по кредитам или погашения

задолженности. Также он может формировать и отправлять sms-сообщения с произвольным текстом клиентам банка.

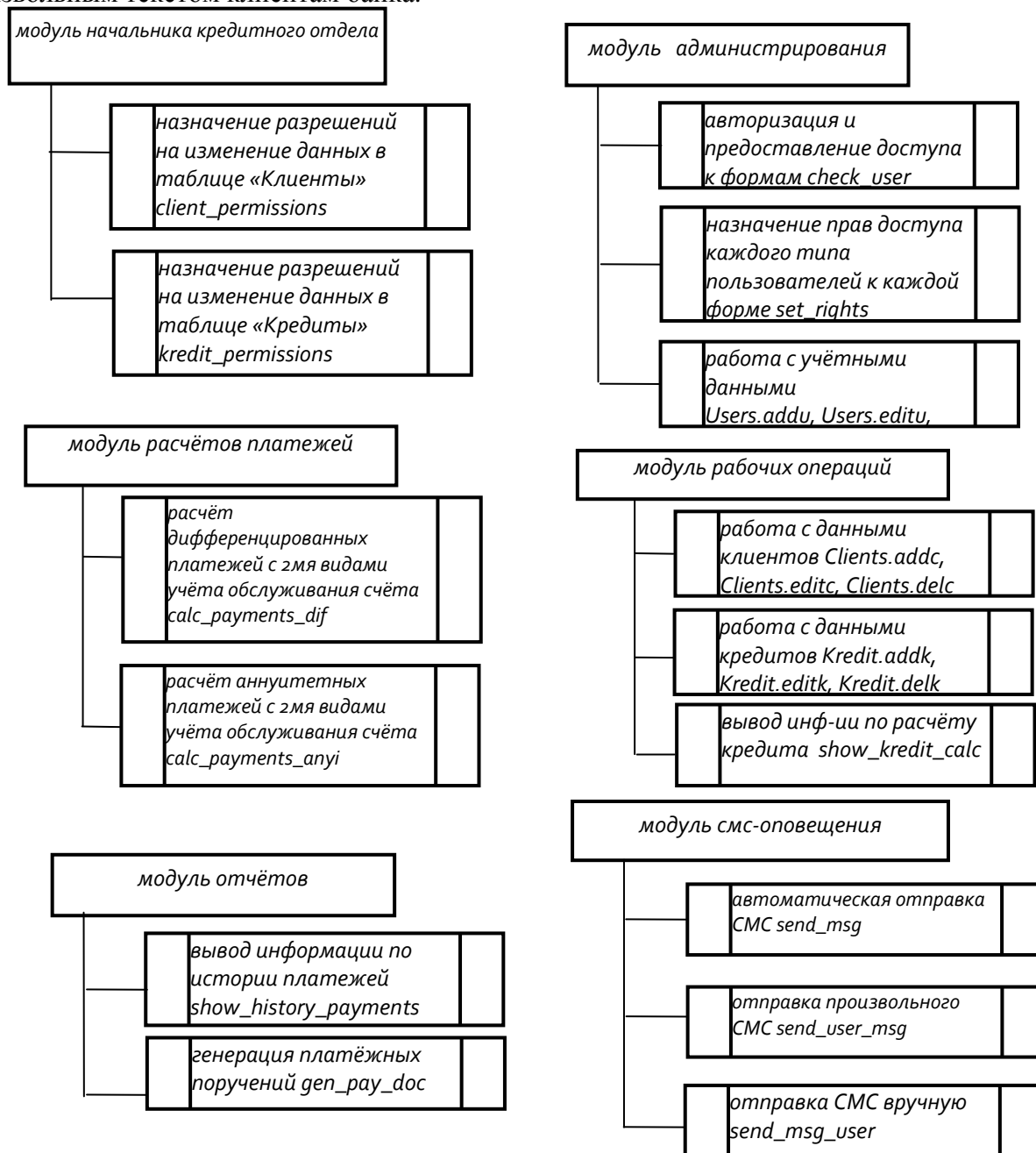


Рис. 10. Схема программного обеспечения системы

Если пользователь является начальником кредитного отдела, то ему доступны функции модуля начальника кредитного отдела: разрешение/запрет на изменение/удаление данных в таблице клиентов/кредитов.

Литература:

1. Свиридова О.В., Габдулхакова Н.К. Анализ методов проектирования систем электронного документооборота [Электронный ресурс] / Свиридова О.В., Габдулхакова Н.К. // Современная техника и технологии. - 2013. - № 12. - С. Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2013/12/2787/> (дата обращения: 22.02.2014)

СЕКЦИЯ 7
ХИМИЯ, ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

МОДИФИКАЦИЯ КРЕМНЕКИСЛОТНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ
С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЗАЩИТНОГО
МАТЕРИАЛА

А.Г. Лапина, Н.О. Цыбулько, Е.В. Гордеева
Научные руководители В.Ф. Каблов, О.М. Новопольцева, С.В. Лапин, В.Г. Кочетков
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Проведены исследования влияния содержания белой сажи, сравнительно стехуглеродом, на теплофизические и теплозащитные свойства эластомерных композиций. Представленные результаты могут быть использованы при создании новых теплозащитных конструкционных материалов повышенной эффективности.

Композиционные полимерные материалы с высокой теплостойкостью используются для изготовления изделий, которые применяются в различных отраслях техники. С целью выбора наполнителя, обеспечивающего лучший комплекс теплофизических и теплозащитных свойств, проводились исследования теплозащитных материалов (ТЗМ) с различными наполнителями: тех. углеродом марки П-324 и коллоидной кремнекислотой марки БС-120. Объектом исследования являлись вулканизаты на основе этиленпропилендиенового каучука СКЭПТ-40 с серной вулканизирующей группой, изготовленные по стандартному рецепту [1] с разным содержанием исследуемых наполнителей – от 0 до 80 масс.ч.

Для оценки влияния используемого наполнителя на эффективность теплозащитных материалов определялась зависимость температуры на необогреваемой поверхности образца от времени воздействия открытого пламени плазмотрона. На поверхности образца создавалась температура порядка 2000°С.

Было зафиксировано, что с увеличением содержания белой сажи, происходит увеличение времени прогрева образца, причем прогрев происходит тем медленнее, чем больше содержание белой сажи. Образцы, содержащие технический углерод характеризуются временем прогорания менее 1 минуты. Увеличение содержания технического углерода приводит к более быстрому прогреву образцов. Кроме того, с поверхности горящего образца вылетают многочисленные искры.

Таким образом, по комплексу теплофизических характеристик оптимальным является использование в качестве наполнителя для ТЗМ белой сажи. С учетом физико-механических свойств эластомерных композиций наиболее выгодным является содержание наполнителя 30 масс.ч.

О теплозащитных характеристиках материала можно судить по глубине деструкции, складывающейся из толщины продеструктировавшего слоя и толщины прогретого слоя, и по скорости деструкции.

Для определения влияния времени прогрева на скорость деструкции образца прогрев образцов осуществлялся в течение 25-125 с. Замечено, что на начальных этапах прогрева образца скорость деструкции имеет максимальное значение. При дальнейшем прогреве она уменьшается и остается практически постоянной. Это связано с тем, что на поверхности образца при действии теплового потока образуется защитный коксовый слой, препятствующий деструкции и прогреву материала.

По результатам опытов, можно сделать следующие выводы:

1) введение белой сажи в резиновую смесь обеспечивает приемлемый уровень физико-механических свойств вулканизатов;

2) при воздействии пламени горелки на поверхность образцов, содержащих белую сажу, увеличивается время прогрева образца, что обеспечивает огнестойкость;

3) введение белой сажи в резиновую смесь способствует образованию равномерной пористой структуры пенококса, защищающего образец от пламени.

Литература.

1. Каблов В.Ф., Новопольцева О.М., Кочетков В.Г., Костенко Н.В. Исследование теплозащитных полимерных материалов, содержащих функциональные наполнители // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2014. Т. 13. № 22 (149). С. 65-68.

2. Большой справочник резинщика. Ч.1. Каучуки и ингредиенты / под ред. Резниченко С.В., Морозова Ю.Л. – М.: Техинформ, 2012. - 744 с.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ТВЁРДОГО ВОДОРАСТВОРИМОГО КОАГУЛЯНТА

Жохова О.К., Пудовкин В.В., Бутов Г.М.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Решение задач, направленных на улучшение экологической обстановки многих регионов страны, требует постоянного совершенствования методов очистки сточных вод промышленных предприятий. Наиболее широко применяются относительно недорогие коагуляционные методы очистки химических стоков, а в качестве коагулянтов – алюминийсодержащие реагенты. Однако, в большинстве случаев коагулянты такого типа производятся в виде водных растворов, что несколько снижает их потребительские качества из-за необходимости применения специальной возвратной упаковочной тары, больших транспортных расходов и др. Поэтому задача получения гидроксохлорида алюминия (ГОХА) и других коагулянтов на его основе в твёрдом виде остаётся актуальной.

Известны способы перевода жидкого ГОХА в кристаллическое состояние с помощью добавок хлоридов и сульфатов металлов, а также природного бишофита в качестве гелеобразующих компонентов [1-3]. Однако, добавки некоторых неорганических солей повышают гигроскопичность конечного продукта, что приводит к его слеживаемости при длительном хранении. Нам удалось устранить этот недостаток, применив в качестве структурирующего агента гексаметилентетраамин ($(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ (ГМТА) [4, 5].

В исходный жидкий коллоидный раствор ГОХА с динамической вязкостью 90–180 Па·с добавляли при перемешивании ГМТА, равномерно распределяя его по объёму. Выбор интервала концентраций вводимого ГМТА ограничивался по нижнему пределу (в массовом соотношении ГОХА : ГМТА = 1 : 0,01) большим временем перехода ГОХА в твёрдое состояние. По верхнему пределу (1 : 0,1) лимитировался тем, что при использовании полученного продукта в качестве коагулянта для очистки природной воды возможно превышение ПДК по ГМТА, которое составляет 0,5 мг/л. Результаты этой серии опытов при pH 4,0 представлены в табл. 1.

Таблица 1- Влияние концентрации ГМТА на время структурирования ГОХА

<u>№</u> <u>п/п</u>	<u>Динамическая</u> <u>вязкость, Па·с</u>	<u>Масс. соотношение</u> <u>ГОХА : ГМТА</u>	<u>Время перехода ГОХА в</u> <u>твёрдую форму, мин</u>
<u>1</u>	<u>140</u> <u>180</u>	<u>1 : 0,01</u>	<u>120</u> <u>40</u>
<u>2</u>	<u>100</u> <u>140</u> <u>180</u>	<u>1 : 0,05</u>	<u>786</u> <u>90</u> <u>23</u>
<u>3</u>	<u>90</u> <u>100</u> <u>140</u> <u>180</u>	<u>1 : 0,1</u>	<u>400</u> <u>120</u> <u>40</u> <u>5</u>

Ещё одним полезным свойством ГМТА является его способность структурироваться в сильноокислой среде, причём даже тогда, когда часть основных хлоридов алюминия находится в виде низкомолекулярного полимера. Сульфаты и хлориды металлов, а также бишофит в сильноокислой среде не переводят ГОХА в твёрдое состояние. Добавленный же ГМТА связывает ионы водорода, рН повышается и ГОХА под действием образующегося многозарядного катиона $[C_6H_{12}N_4(H^+)_4]^{4+}$ переходит в твёрдое состояние (табл. 2).

Таким образом, в процессе перехода ГОХА из коллоидного раствора в твёрдую фазу при добавлении ГМТА происходит образование комплексных соединений между атомами азота из ГМТА и ионами алюминия, при этом происходит структурирование по типу гелей.

Таблица 2 - Влияние вязкости раствора ГОХА на время перехода в твёрдое состояние (ГОХА : ГМТА = 1 : 0,1; рН 3,5)

<u>№</u> <u>п/п</u>	<u>Динамическая вязкость, Па·с</u>	<u>Время перехода ГОХА из жидкой</u> <u>фазы в твёрдую, мин</u>
<u>1</u>	<u>100</u>	<u>400</u>
<u>2</u>	<u>140</u>	<u>150</u>
<u>3</u>	<u>180</u>	<u>12</u>

Гель-композиция представляет собой твёрдое вещество, что является несомненным преимуществом с точки зрения потребительских свойств. Однако главным достоинством данного коагулянта является его высокая эффективность в процессах очистки сточных вод различного происхождения, т.к. при гидролизе высвобождается четырёхзарядный катион, который служит дополнительным коагулирующим агентом.

Список литературы

1. Патент РФ № 2122973 /Новаков И.А., Быкадоров Н.У, Радченко С.С., Жохова О.К., Уткина Е.Е. -1998. Бюл. № 34.
2. Патент РФ № 2478575 / Быкадоров Н.У, Жохова О.К., Каблов В.Ф., Кейбал Н.А. – 2013. Бюл. № 10.
3. Майер Н.А., Жохова О.К., Бутов Г.М. //Современные наукоёмкие технологии, 2014. № 7 (часть 2). С. 105-106.
4. Жохова О.К., Пудовкин В.В., Бутов Г.М. // Международный студенческий научный вестник. – 2015. - № 3, ч. 4. С. 563-564.
5. Патент РФ № 2255898 / Быкадоров Н.У, Новаков И.А., Каблов В.Ф., Жохова О.К. – 2005. Бюл. № 19.

НОВЫЕ ПРОПИТОЧНЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СОСТАВЫ, СОДЕРЖАЩИЕ ПОЛИКОНДЕНСАЦИОННОСПОСОБНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

В.В.Пудовкин, А.Г. Лапина

Научные руководители В.Ф. Каблов, О.М. Новопольцева, В.Г. Кочетков
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

Большинство выпускаемых промышленностью химических волокон и текстильных материалов легко воспламеняемы и горючи. Нити быстро горят с выделением большого количества дыма и токсичных газообразных продуктов. Также эти материалы характеризуются таким недостатком, как каплепадение, что является дополнительным источником распространения пламени. В работе показана модификация поликапроамидных и анидных нитей огнезащитным составом с целью повышения их огнезащитных свойств.

Основную часть технического текстиля, изготавливают из химических волокон и нитей, которые легко воспламеняются и хорошо горят. Указанную проблему можно решить путем обработки волокон и нитей замедлителями горения, в качестве которых обычно используют неорганические и органические соединения, содержащие в своем составе такие элементы, как галогены, фосфор, азот, бор, металлы и другие.

С целью устранения горючести полиамидных нитей были разработаны огнезащитные пропиточные составы для их поверхностной обработки на основе поликонденсационноспособных соединений (ПКСС). Объектом исследования являлся капроновый корд марки 21 КНТС и анидный корд марки 13 АТЛ-ДУ. Микроволновая обработка пропиточных составов на основе ПКСС способствует образованию защитной пленки на поверхности нити.

При воздействии на нити открытого пламени и последующего его удаления происходит их самозатухание в среднем через 5-7 с при микроволновой обработке пропитанного корда в течение 3-5 минут. Увеличение времени обработки приводит к снижению огнестойкости (рис.).

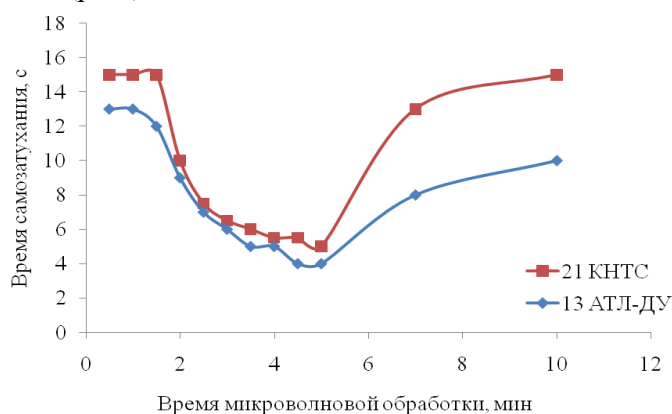


Рисунок – Зависимость времени самозатухания модифицированных нитей от времени микроволновой обработки

Введение разработанного модификатора практически не влияет на упруго-прочностные свойства резиновой смеси (табл.).

Таблица – Физико-механические свойства композиций

Показатель	Стандартная	Опытная
Условная прочность при растяжении (f_p), МПа	28,4	27,9
Относительное удлинение при разрыве ($\epsilon_{отн}$), %	510	500
Относительное остаточное удлинение после разрыва ($\epsilon_{ост}$), %	8	8
*Режим вулканизации 145 °С, 20 мин		

Пропитка корда разработанным составом позволяет усилить прочность связи на 7,14 % и 3,76 % для капронового и анидного кордов соответственно.

Таким образом, модификация полиамидных нитей разработанным огнезащитным пропиточным составом способствует увеличению не только их огнестойкости, но и прочности, адгезии к резине. Поэтому применение нитей, модифицированных БЭФ, целесообразно использовать в резинотехнических и текстильных изделиях, подверженных действию повышенных температур и открытому пламени.

Библиографический список

1. Каблов В.Ф., Новопольцева О.М., Кочетков В.Г., Костенко Н.В. Исследование теплозащитных полимерных материалов, содержащих функциональные наполнители // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2014. Т. 13. № 22 (149). С. 65-68.
2. Большой справочник резинщика. Ч.1. Каучуки и ингредиенты / под ред. Резниченко С.В., Морозова Ю.Л. – М.: Техинформ, 2012. - 744 с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭБНИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

****Каблов Виктор Федорович, докт. техн. наук, профессор,**

***Перфильев Андрей Васильевич, аспирант,**

****Шабанова Вера Павловна, доцент, канд. техн. наук,**

*** ЗАО "Волжский регенератно-шиноремонтный завод"**

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Обычно эбонитовые смеси получают на оборудовании резинового производства - вальцах или в резиносмесителях, путем смешения ингредиентов, среди которых основными являются каучук и большое количество серы (от 30 до 70 м.ч.). Изготовление эбонитовых смесей вызывает технологические трудности, связанные с тем, что они содержат большое количество серы и наполнителей. Чтобы смесь не подвулканизовалась, смешение проводят в две стадии, а вулканизуют ступенчато, постепенно повышая температуру, процесс проводят в течение десятков часов [1]. Эбониты в основном применяются для изготовления деталей электрических приборов, аккумуляторных баков и других емкостей для агрессивных сред. Сейчас эбониты все больше заменяют пластмассами. Поскольку технология изготовления пластмассовых изделий проще и дешевле. Однако эбонитовые изделия обладают определенными свойствами, которых нет у пластмасс, например, высокая прочность связи с поверхностью металлов.

Потому создать простую и дешевую технологию изготовления эбонитовых смесей без использования сложного энергоёмкого оборудования является актуальной и перспективной задачей. Кроме того, для удешевления и придания некоторых свойств эбонитовым смесям и изделиям можно вводить в них вторичное сырье или полностью изготавливать эбонитовые смеси из вторичного сырья, которое в настоящее время используют не в полной мере.

По данным ассоциации «Шиноэкология», ежегодный объем выбрасываемых автошин в России оценивается цифрой близкой к 1 млн. тонн, а годовая суммарная производственная мощность реально действующих в России предприятий по переработке изношенных шин составляет не более 100 тыс. тонн. Таким образом, можно с определенной уверенностью утверждать, что ежегодно на территории нашей страны образуется более 900 тысяч тонн потенциального сырья, из которого, с помощью современных технологий, можно получать качественные и недорогие изделия.

Одним из способов решения вышеуказанной задачи может рассматриваться порошковая технология. Резиновый порошок, размер частиц которого не превышает 0,5 мм, смешивают в лопастном смесителе с серой и ускорителями, а затем прессуют в изделие в плунжерной пресс-форме при температуре 130 - 170 °С. При этом из технологического процесса исключается дорогостоящее тяжелое и энергоёмкое резиносмесительное оборудование, исключается вероятность подвулканизации резиновой смеси при переработке и хранении.

Однако и пресс-порошковая технология обладает существенными недостатками: плохой растекаемостью резиновых смесей в формах и большой длительностью процесса вулканизации в следствии низкой теплопроводности смеси. Изделия часто получаются с неравномерной прочностью по толщине, с большим количеством дефектов [2].

Нами установлено, что указанные недостатки можно устранить за счет предварительной активации прессуемой полимерной композиции микроволновой энергией. СВЧ излучение способствует лучшему уплотнению порошкообразной массы и образованию дополнительных химических связей при вулканизации, что в конечном итоге приводит к повышению прочности, однородности изделий, снижению времени вулканизации [3].

Проведены исследования по выбору режимов воздействия СВЧ излучения на полимерную композицию, состоящую из резиновой крошки, серы и ускорителей. Найден режим СВЧ обработки при котором порошкообразная смесь приобретает пластические свойства, после чего её можно использовать для промежуточного слоя для крепления резин к металлам по существующей технологии.

Сравнительный анализ известных эбонитовых смесей и предлагаемой композиции показывает, что предлагаемая композиция проще по составу и значительно дешевле, имеет большой индукционный период.

Показано, что дополнительная активация эбонитовой композиции микроволновой энергией приводит к улучшению технологических свойств эбонитовых смесей, сокращению времени вулканизации и увеличению прочности самих эбонитов и прочности связи их с металлом.

Таким образом, разработана технология получения качественных эбонитовых изделий обладающих повышенной прочностью за счет использования простой и не дорогой технологии - непосредственного формования композиции на основе резиновой крошки и серы активированных СВЧ излучением.

Библиографический список

1. Большой справочник резинщика. Ч.1 Каучуки и ингредиенты/ Под ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозов. - М.: ООО "Издательский центр "Техинформ" МАИ", 2012. - 744 с.
2. **Поляков, О.Г.** Повторные вулканизаты из резиновой крошки/ Поляков О.Г., Чайкун А.М., Тем.обзор. Сер. «Производство резино-технических и асбестотехнических изделий», М., ЦНИИТЭнефтехим,1993. – 32с.
3. **Каблов, В.Ф.** Вторичное использование вулканизованных резиновых отходов с применением различных физико-химических эффектов / В.Ф. Каблов, А.В. Перфильев, В.П. Шабанова, В.А. Егоров, А.Л. Суркаев // Каучук и резина. -2014. - № 1.- С. 24-26.

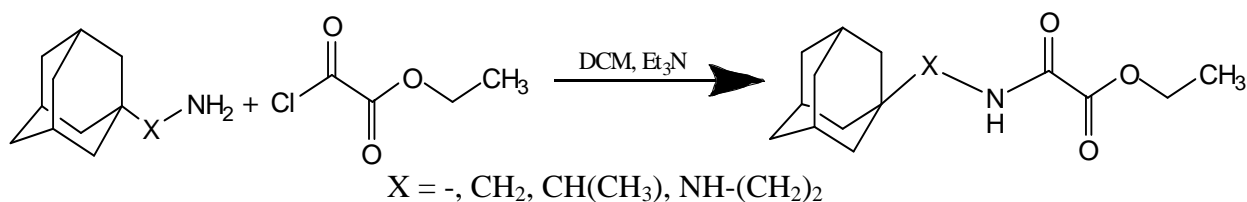
СИНТЕЗ АДАМАНТИЛСОДЕРЖАЩИХ АМИДОВ ЩАВЕЛЕВОЙ КИСЛОТЫ

Дьяченко В.С., Бурмистров В.В., Бутов Г.М.

Волжский политехнический институт (филиал) ВолГТУ, кафедра «Химия, технология и оборудование химических производств», г. Волжский, Волгоградская область, Россия
E-mail: butov@volpi.ru

Растворимая эпоксидгидролаза (sEH) млекопитающих и человека – фермент, вовлеченный в метаболизм эпокси жирных кислот до соответствующих вицинальных диолов посредством каталитического присоединения молекулы воды. Ряд адамантилсодержащих амидов с различными заместителями являются высокоэффективными ингибиторами sEH человека. Ингибирование данного фермента с помощью высокоселективных ингибиторов сопровождается снижением кровяного давления, а также облегчением болей, связанных с воспалительными процессами, так же может быть использовано в лечении астмы, сердечной и почечной недостаточности, различных сердечно-сосудистых заболеваний, болезни Паркинсона, Альцгеймера и рака. В качестве ингибиторов sEH используют различные адамантилсодержащие производные мочевиного типа, которых к настоящему времени получено более 3000. Также используется производные моноэтилового эфира щавелевой кислоты с различными адамантилсодержащими заместителями в качестве ингибиторов sEH

Для получения адамантилсодержащих амидов щавелевой кислоты использовалась следующая методика:



Синтез ингибиторов sEH заключался в следующем: к раствору адамантилсодержащего амина и триэтиламина в дихлорметане, добавляли хлорангидрид моноэтилового эфира щавелевой кислоты в дихлорметане. Затем реакционную смесь перемешивали в течение 12 часов при комнатной температуре. Продукт экстрагировали диэтиловым эфиром. Эфирный слой промывали водным раствором 1N соляной кислоты и дистиллированной водой. Полученную смесь высушивали над сульфатом натрия. После сушки эфирный слой упаривали досуха. Данный метод имеет простое аппаратное оформление, и легко воспроизводим в лабораторных условиях. Состав и строение полученных веществ подтверждено современными методами. Полученные структуры будут важной основой для развития биодоступных ингибиторов sEH.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам при президенте Российской Федерации (Программа государственной поддержки для молодых кандидатов наук, проект № МК-5809.2015.3).

Литература

1. V. Burmistrov, C. Morisseau, D. Danilov, T. R. Harris, I. Dalinger, I. Vatsadze, T. Shkineva, G. M. Butov, B. D. Hammock 1,3-Disubstituted and 1,3,3-trisubstituted adamantyl-ureas with isoxazole as soluble epoxide hydrolase inhibitors // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2015, 25, 5514-5519
2. V. Burmistrov, C. Morisseau, K. S. S. Lee, D. S. Shihadih, T. R. Harris, G. M. Butov, B. D. Hammock Symmetric adamantyl-diureas as soluble epoxide hydrolase inhibitors // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2014, 24, 2193-2197.
3. In-H. Kim, In-H. Lee, H. Nishiwaki, B. D. Hammock, K. Nishi Structure-activity relationships of substituted oxyoxalamides as inhibitors of the human soluble epoxide hydrolase // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2014, 22, 1163-1175.

¹СИНТЕЗ И РЕАКЦИИ АДАМАНТИЛСОДЕРЖАЩИХ ИЗОТИОЦИАНАТОВ

Питушкин Д.А., Бурмистров В.В., Бутов Г.М

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ, кафедра «Химия, технология и оборудование химических производств», г. Волжский, Волгоградская область, Россия

E-mail: butov@volpi.ru

Изоотиоцианаты представляют интерес как перспективные промежуточные соединения для синтеза биологически активных веществ.

Адамантилсодержащие тиогидантоины, производные изоотиоцианатов, применяются для лечения рака простаты, в области гинекологии предотвращают рост раковых клеток яичников в G2/M фазе.

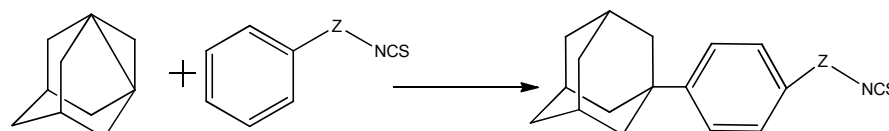
Адамантилсодержащие тиоамиды, производные изоотиоцианатов, являются сильными антибактериальными и противогрибковыми средствами, адамантилсодержащие уретаны применяются в лечении вирусных инфекций.

1,3-Дизамещенные тиомочевины, получаемые на основе 1-изоотиоцианатоадамантана, являются мощными ингибиторами растворимой эпоксигидролазы (sEH, фермент, вовлеченный в метаболизм эндогенных химических медиаторов, которые играют важную роль в регуляции кровяного давления, а также в подавлении воспалительных процессов), активными как *in vitro* так и *in vivo*.

Ранее не исследовалось влияние на ингибирующую активность адамантилсодержащих тиомочевин ни наличие заместителей в адамантильном фрагменте, ни наличие спейсеров между тиомочевинной группой и адамантилом.

Для создания новых тиомочевин, необходимо синтезировать новые адамантилсодержащие изоотиоцианаты.

Первый подход заключается во взаимодействии ароматических изоотиоцианатов с 1,3-дегидроадамантаном.

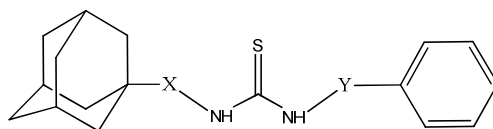


Z = -, CH₂, CH₂-CH₂;

Также взаимодействием 1,3-дегидроадамантана с изоотиоциановой кислотой был синтезирован 1-адамантилизоотиоцианат.

Для синтеза адамантилсодержащих изоотиоцианатов был разработан другой подход, который заключается во взаимодействии адамантилсодержащих аминов с фенилизоотиоцианатом. При проведении реакции в среде толуола не происходит образования тиомочевины.

С целью поиска новых эффективных ингибиторов эпоксигидролазы были синтезированы и исследованы следующие адамантилсодержащие тиомочевины общей формулой:



где X = -CH(CH₃)-, Y = - (**I**); X = -(CH)CH(C₂H₅)-, Y = - (**II**); X = -CH(CH₃)-, Y = -CH₂- (**III**); X = -(CH)CH(C₂H₅)-, Y = -CH₂- (**IV**); X = -CH(CH₃)-, Y = -CH₂-CH₂- (**V**); X = -(CH)CH(C₂H₅)-, Y = -CH₂-CH₂- (**VI**).

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Грант №16-33-00172 (мол_а)).

Активность синтезированных соединений в отношении sEH (концентрация 50% ингибирования - IC₅₀) была исследована с помощью кинетического метода на флуоресцентном субстрате. В данной работе были получены тиомочевины значения IC₅₀ которых не превышают 10 нмоль/л.

РЕАКЦИИ 1-АДАМАНТИЛМЕРКАПТАНА С НЕКОТОРЫМИ ДИИЗОЦИАНАТАМИ

Иванкина О.М., Бутов Г.М., Бурмистров В.В., Крюкова Д.А.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

В настоящее время ведутся активные исследования в области синтеза соединений, которые могут найти применение в качестве мономеров для супрамолекулярных циклодекстриновых структур. Важным фактором комплексообразования является соотношение размеров полости β-циклодекстрина и молекулы «гостя». Диадамантилсодержащие соединения, общей формулы: Ad-X-R-X-Ad, в которых адамантильные группы разделены спейсером, являются наилучшими мономерами для создания подобных супрамолекулярных полимерных комплексов включения типа «гость-хозяин». Природа группы X, связывающей адамантильную группу со спейсером, также во многом определяет прочность связывания адамантильной группы в полости фермента. В данной работе впервые в качестве такой группы X была использована тиокарбаматная группа.

Экспериментальная часть

S,S'--(адамантан-1-ил) гексан-1,4-диил-бис(тиокарбамат) (I)

К раствору 2,05 г (0,012 моль) 1-адамантилмеркаптана в 50 мл безводного диэтилового эфира добавляли 1,01 г (0,0059 моль) гексаметилендиизоцианата и 0,3 г (0,003 моль) триэтиламина. Реакционную массу нагревали в течение 3 часов при температуре кипения растворителя. Затем диэтиловый эфир практически полностью отгоняли, осадок перекристаллизовывали из бензола, затем сушили под вакуумом. Выход (I) 2,12 г, 70 %. Твердое вещество белого цвета. T_{пл} 180-181°C. Вычислено: C₂₈H₄₄N₂O₂S₂, %: С 66.62, Н 8.79. Найдено, %: С 66,01, Н 8.39. Спектр ЯМР¹H (DMSO-D₆) δ, м.д.: 7,81 с (2H, 2NH); 2,97 д (4H, 2CH₂); 2,05 с, 1,65 с (12H_{Ad}, 6CH_{2Ad}); 1,97 с (6H, 6CH_{Ad}); 1,19 с, 1,35 с (8H, 4CH₂).

S,S'--(адамантан-1-ил) фенилен-1,4-диил-бис(тиокарбамат) (II)

К раствору 1,25 г (0,0074 моль) 1-адамантилмеркаптана в 50 мл безводного 1,4-диоксана добавляли 0,58 г (0,0036 моль) 1,4-фенилендиизоцианата и 0,145 г (0,0015 моль) триэтиламина. Реакционную массу нагревали в течение 3 часов при температуре кипения растворителя. После охлаждения реакционной массы образовавшийся осадок отфильтровали, промывали 20 мл гексана и сушили под вакуумом. Выход (II) 1,62 г, 90%. Твердое вещество белого цвета, разлагается при температуре > 295°C. Вычислено: C₂₈H₃₆N₂O₂S₂, %: С 67.7, Н 7.3. Найдено, %: С 67.01, Н 7.29. Спектр ЯМР¹H (DMSO-D₆) δ, м.д.: 8,54 с (2H, 2NH); 7,36 с (4H, 4CH); 2,1 с, 1,65 с (12H_{Ad}, 6CH_{2Ad}); 2,00 с (6H, 6H_{Ad}).

Обсуждение результатов

Образование (S, S')-диадамантиловых бис-тиокарбаматов основано на реакции 1-адамантилмеркаптана с диизоцианатами (гексаметилендиизоцианатом и 1,4-фенилендиизоцианатом) в присутствии триэтиламина при мольном соотношении 1-адамантилмеркаптан : диизоцианат : триэтиламин равном 2:1: 0,4 (схема 1).

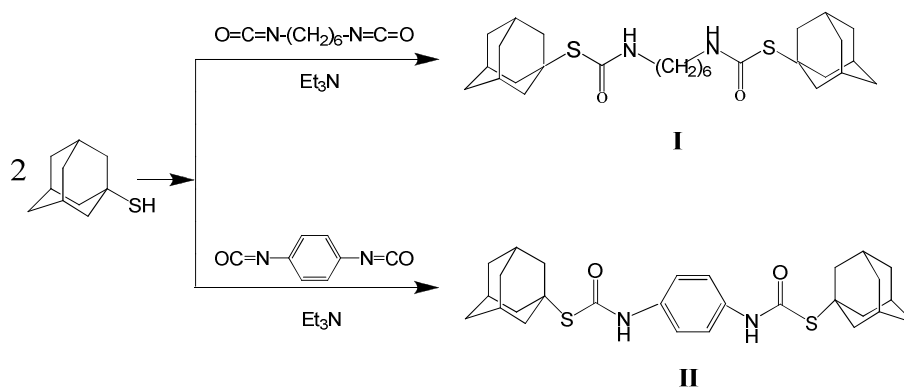


Схема 1.

Для подтверждения структуры полученных соединений использовали ЯМР¹H-спектроскопию, а также хромато-масс-спектрометрию.

Выводы

Синтезированы ранее неизвестные симметричные S,S'-диадамантилсодержащие бис-тиокарбаматы, которые могут быть использованы в качестве мономеров для циклодекстриновых супрамолекулярных полимеров. Образование данных соединений протекает в мягких условиях с высокой селективностью.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОЖУХОТРУБНОГО РЕАКТОРА СИНТЕЗА МОРФОЛИНА

Шаповалов С.В., Харитонов В.Н.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Морфолин продукт органической химии, применяющийся в синтезе физиологически активных веществ, ингибиторов коррозии, резиновых ускорителей, а также в качестве растворителя натуральных и синтетических смол и резин, сырья для производства оптических осветлителей для целлюлозно-бумажной промышленности и т. д. Промышленный процесс его синтеза осуществляется из ДЭГ и аммиака в присутствии водорода в паровой фазе при температуре 200 – 250 °С и атмосферном давлении на никель содержащем катализаторе [1]. Промышленный реактор для синтеза морфолина представляет собой кожухотрубчатый вертикальный аппарат с диаметром корпуса 2800x20 мм. Трубный пучок состоит из 1353 шт. Диаметр труб 56x3,5 мм, длина 3000 мм. Внутреннее пространство трубок заполнено катализатором. В межтрубном пространстве циркулирует высокотемпературный органический теплоноситель.

Успешная эксплуатация реактора возможна только при наличии достоверных сведений о влиянии геометрических размеров и технологических параметров на показатели эффективности его функционирования. Математическое моделирование процесса позволяет с минимальными затратами получить эту информацию. Настоящая работа является продолжением исследований по моделированию каталитических реакторов, проводимых в ВПИ [2, 4]. Математическая модель реактора синтеза морфолина содержит уравнения, определяющие убыль ДЭГ, образование морфолина и побочных продуктов, изменение температуры газовой смеси в реакционном пространстве и ВОТ в межтрубном пространстве. Эти дифференциальные уравнения дополняются алгебраическими уравнениями для расчета теплофизических свойств газовой смеси, коэффициентов теплоотдачи от стенки трубы к газовой смеси, от теплоносителя к стенке трубки. Система уравнений в стационарных условиях, имеет вид:

$$\frac{dx_A}{dl} = \frac{\varepsilon_{np} T_0 c_k}{v_0 T} k_{\Sigma} (1 - x_A); \quad \frac{d\psi}{dl} = \frac{\varepsilon_{np} T_0 c_k}{v_0 T} [k_1 (1 - x_A) - k_2 \psi]; \quad (1)$$

$$\frac{dt}{d\ell} = \frac{\varepsilon_{\text{пр}}}{v_0 \rho_0 c_p} \left\{ -c_k C_{A0} [(\Delta H_1 k_1 + \Delta H_3 k_3)(1 - x_A) + \Delta H_2 k_2 \psi] + \frac{4K_t}{d_{\text{тр}}} (t_m - t) \right\}; \quad (2)$$

$$\frac{dt_m}{d\ell} = -\frac{K_t d_{\text{тр}} n}{v_m \rho_m c_{pm} d_{\text{мтр}}^2} (t_m - t), \quad (3)$$

Начальные условия: при $\ell = 0$, $x_A = \psi = 0$, $t = t_0$, $\ell = L$, $t_m = t_{m0}$.

(4)

Математическая модель (1-4) использована для оценки влияния различных технологических параметров на выходные характеристики работы реактора и для определения условий, обеспечивающих высокий выход продукта в промышленном процессе синтеза.

Список литературы

1. А. с. 175512, СССР, МКИ Каталитический способ получения морфолина / Добровольский С.В., Кронич И.Г. и др. (СССР) // Открытия, Изобретения. -№ 20, -1965, -с. 10.
2. Белоусов Е.К. Модель промышленного реактора синтеза морфолина с учетом изменения активности катализатора / Белоусов Е.К., Тишин О. А., Рудакова Т.В., Харитонов В.Н. Математические методы в технике и технологиях. - ММТТ-19: сб. трудов 19 Международ. научн. конф. В 10-ти т. Т.9 Секция 10 /под общей редакцией В.С. Балакирева. - Воронеж, Воронеж. гос. технол. Акад. 2006. 181. ISBN 5-89448-431-6, С. 5-7.
3. Tishin O.A. Model of the industrial morpholine synthesis reactor taking into consideration the change of the catalyst activity rating / Tishin O.A., Harritonov V., Kryakunov M.V., Rudakova T.V., Belousov E.K. // 17-th International congress of chem. eng., chem. equipment des. and aut. "CHISA-2006", 27-31 August 2006, Praha, Czech Republic, Reaction engineering, P 7.67., P.168-169
4. Тишин О.А. Выбор режима работы реактора. / Тишин О.А., Харитонов В.Н. // Известия ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст. – Сер. Реология, процессы и аппараты химической технологии. Вып. 2. -Волгоград. -2009. № 1(49). - С. 69-72.

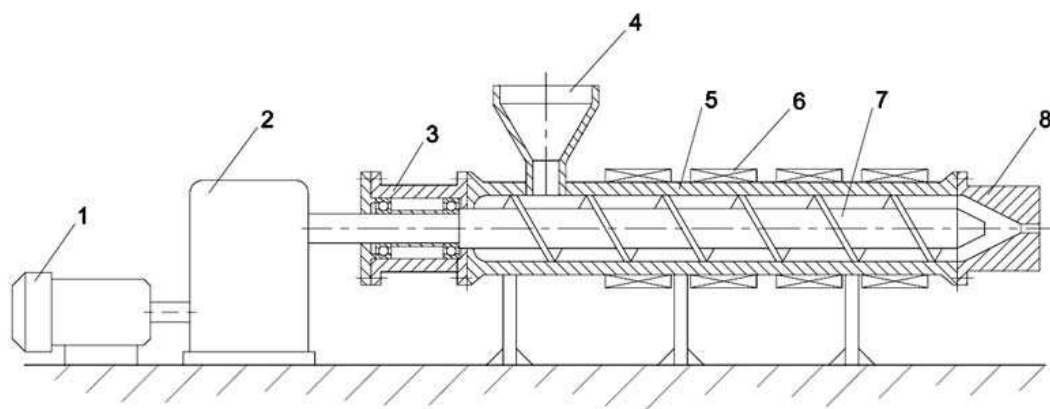
МЕТОДИКА РАСЧЁТА ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ЧЕРВЯЧНОЙ МАШИНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OPENFOAM

Некрылов С.С., Харитонов В.Н.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

В связи с активным ростом числа автомобилей в мире, например, в 2010 году общее количество транспортных средств, включая легковые автомобили, грузовики различных классов (не считая тяжелый внедорожный транспорт) и автобусы, составило 1,015 млрд единиц, растут и связанные с автомобилями отрасли, например, производство шин и протекторов для них[1]. Протектором называют массив, покрывающий каркас в беговой части покрышки. Основное назначение протектора состоит в защите каркаса от повреждений и истирания, передаче тормозного и тягового усилий и обеспечения хорошего сцепления шины с поверхностью дороги.



- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1 - ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ | 5 - КОРПУС |
| 2 - РЕДУКТОР | 6 - НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ |
| 3 - ПОДШИПНИКОВЫЙ УЗЕЛ | 7 - ШНЕК |
| 4 - ЗАГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО | 8 - ЭКСТРУЗИОННАЯ ГОЛОВКА |

Рисунок 1 Схема экструдера

Схематично принцип действия экструдера (рисунок 1) можно описать следующим образом. Перерабатываемый полимер подается в зону приема сырья, а конкретно поступает в пазухи между витками шнека. По мере поступления новой порции материала, он уплотняется. Далее, шнек вращается и перемещает материал в зону пластификации, где материал подплавляется и пластифицируется, что способствует смешиванию. Спрессованный материал, образовав пробку, скользит по шнеку. В результате образования пробки уровень давления растет. Давление расходуется на преодоление сопротивления сеток и формование профиля. В зоне выпрессовывания продукта сырье полностью гомогенизируется и продавливается через формующую головку.

В век цифровых технологий и бурного развития данной отрасли возникает потребность в математическом моделировании процесса шприцевания, которое значительно точнее обычных методик расчета и позволяет улучшать технологические процессы изготовления протекторов. Для более точного моделирования процесса течения неньютоновской жидкости в рабочем органе червячной машины предлагается использовать программный пакет OpenFOAM.

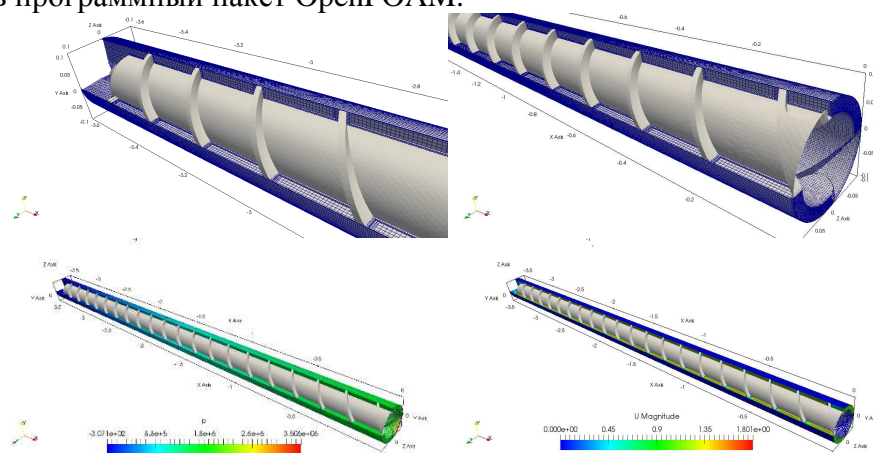


Рисунок 2 Сетка и результаты расчета

OpenFOAM — свободно распространяемый инструментальный вычислительной гидродинамики для операций с полями (скалярными, векторными и тензорными). OpenFOAM позволяет решать полные уравнения с различными условиями, которые, обычно, не возможно решить аналитически, но становится возможным с помощью OpenFOAM. Для этого необходимо построить 3D-модель расчетной области, например, в программе КОМПАС-3D или же AutoCAD. После построения расчетной области строим расчетную сетку, что возможно сделать с помощью

утилиты snappyHexMesh (рисунок 2). Полученную расчетную сетку используем для расчета, с помощью одного из решателей, полей скоростей и давлений (рисунок 2) в перерабатываемом материале.

ПОГРЕШНОСТЬ СТЕПЕННОЙ МОДЕЛИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕЧЕНИЯ В ПЛОСКОМ КАНАЛЕ

Силаев В.В. (студент гр. ВТМ -421)

Научный руководитель - Шаповалов В.М.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Реологическая модель Оствальда – де Вилия широко используется для описания течений реологически сложных жидкостей (расплавов и растворов полимеров) в технологическом оборудовании их переработки. Это обусловлено относительной простотой двухпараметрической модели и удобством определения реологических характеристик по кривой течения [1].

Реологические параметры находятся с помощью кривой течения, и более-менее точно описывают участок кривой течения протяженностью 1-2 порядка. Основным недостатком степенной модели является погрешность описания поведения жидкости в окрестности малых скоростей деформации (наибольшей ньютоновской вязкости) [2].

Обычно исследователь, например, строя модель течения в канале, отдаёт предпочтение степенной модели, руководствуясь следующими соображениями. Наибольшая скорость сдвига (или касательное напряжение) имеет место у стенки канала. Именно эта область определяет картину течения, том числе и интегральные параметры. В окрестности максимума скорости скорость сдвига близка к нулю. В этих условиях для псевдопластиков степенная модель показывает бесконечно большую вязкость. С другой стороны, размеры зоны высокой вязкости незначительны и она не должна оказывать существенное влияние на течение.

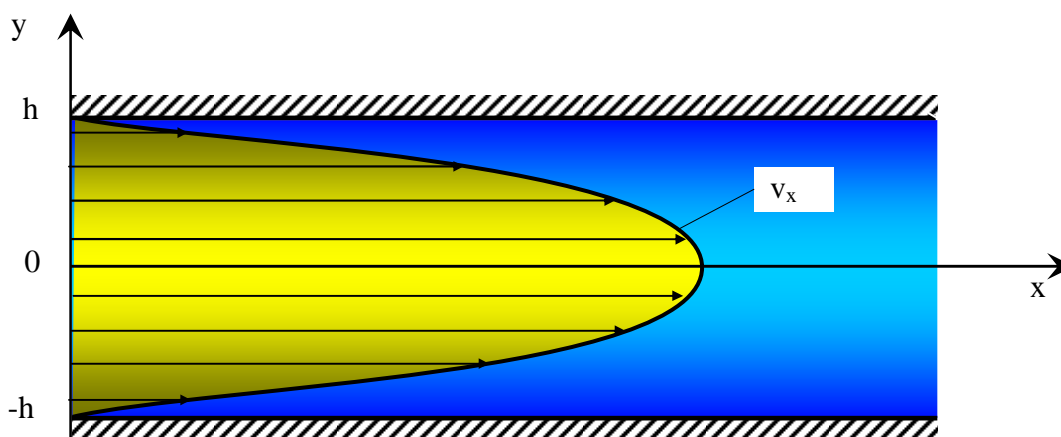


Рис. 1. Расчётная схема течения.

В настоящей работе предпринята попытка оценить погрешность степенной модели при течении жидкости в плоском канале. Оценка выполнена путем сопоставления расчётных результатов для степенной модели с результатами для жидкости Эллиса. Модель Эллиса взята в качестве «эталона», поскольку хорошо описывает поведение реологически сложных жидкостей при малых и средних скоростях деформации. Трёхпараметрическая модель Эллиса при низких скоростях сдвига предсказывает ньютоновское поведение жидкости и существование конечного значения вязкости. При высоких скоростях сдвига модель Эллиса полагает поведение, описываемое степенным законом.

Схема течения и система декартовых координат представлена на рис.1. Имеем две бесконечные параллельные пластины, расстояние между которыми $2h$ постоянно. Напорное течение совершается только в направлении x . Течение изотермическое, ламинарное. Трение жидкости о боковые стенки не учитываем, считая $B \gg h$, где B - ширина щели.

Связь между напряжением τ и скоростью сдвига $\dot{\gamma}$ запишем в виде (уравнение состояния)

$$\dot{\gamma} = f(\tau). \quad (1)$$

Для течения в канале имеем

$$-\frac{dv_x}{dy} = f(\tau), \quad (2)$$

где τ теперь напряжение сдвига в сечении y , $v_x(y)$ – осевая компонента скорости.

Баланс сил, действующих на элемент жидкости в форме параллелепипеда высотой от $-y$ до y , шириной B и длиной L , даётся уравнением $2BL\tau = 2yB\Delta p$ или

$$\tau = \frac{y\Delta p}{L},$$

где Δp – падение давления.

Для напряжения трения на стенке τ_w получаем $\tau_w = h\Delta p/L$. Следовательно, $\tau = \tau_w y/h$ и формула (2) записывается в виде

$$-\frac{dv_x}{dy} = f\left(\tau_w \frac{y}{h}\right).$$

Интегрирование даёт

$$v_x(y) = \int_y^h f\left(\tau_w \frac{y}{h}\right) dy, \quad (3)$$

Поскольку $v_x(h) = 0$ при допущении справедливости условия прилипания жидкости на стенке (отсутствие скольжения).

Далее находим расход

$$Q = 2B \int_0^h v_x(y) dy.$$

Выполним интегрирование по частям

$$Q = 2B v_x y \Big|_0^h - 2B \int_0^h y d[v_x(y)],$$

С учётом условия $v_x(h) = 0$ можем записать

$$Q = 2B \int_0^h y f\left(\tau_w \frac{y}{h}\right) dy.$$

Подставив $y = \tau h/\tau_w$, окончательно получим

$$\frac{Q}{2Bh^2} = \frac{1}{\tau_w^2} \int_0^{\tau_w} \tau f(\tau) d\tau. \quad (4)$$

Профиль скорости (3) и расход жидкости (4) определяются видом реологического уравнения (1).

Рассмотрим течение жидкости Оствальда – де Виля

$$\tau = \mu \dot{\gamma}^n, \quad f(\tau) = \left(\frac{\tau}{\mu} \right)^{\frac{1}{n}}. \quad (5)$$

Здесь n, μ - параметры реологической модели.

Подставив выражение (5) в формулу (3) и выполнив интегрирование, получим

$$v_x(y) = \frac{n}{1+n} \left(\frac{\tau_w}{\mu h} \right)^{\frac{1}{n}} \left(h^{1+\frac{1}{n}} - y^{1+\frac{1}{n}} \right). \quad (6)$$

Подставив выражение (5) в формулу (4) и выполнив интегрирование, получим

$$\frac{Q}{2Bh^2} = \frac{n}{1+2n} \left(\frac{\tau_w}{\mu} \right)^{\frac{1}{n}}. \quad (7)$$

Введём безразмерные переменные

$$\xi = \frac{y}{h}, \quad V = \frac{v_x}{v_c}. \quad (8)$$

Здесь $v_c = Q/(2hB)$ - средняя скорость.

С учётом выражений (6) - (8) безразмерная скорость имеет вид

$$V(\xi) = \frac{1+2n}{1+n} \left(1 - \xi^{1+\frac{1}{n}} \right). \quad (9)$$

Согласно выражению (9) безразмерная скорость при любом напряжении на стенке определяется только индексом течения. В ньютоновском случае ($n=1$) имеем параболическое распределение $V(\xi) = 1,5 (1 - \xi^2)$.

Рассмотрим течение жидкости Эллиса

$$\dot{\gamma} = f(\tau) = a\tau + b\tau^\alpha. \quad (10)$$

Подставив выражение (10) в формулу (3) и выполнив интегрирование, найдём осевую скорость

$$v_x(y) = \frac{a\tau_w}{2h} (h^2 - y^2) + \frac{b}{1+\alpha} \left(\frac{\tau_w}{h} \right)^\alpha (h^{1+\alpha} - y^{1+\alpha}). \quad (11)$$

Подставив выражение (10) в формулу (4) и выполнив интегрирование, получим выражение для расхода

$$\frac{Q}{2Bh^2} = \frac{a\tau_w}{3} + \frac{b\tau_w^\alpha}{2+\alpha}. \quad (12)$$

С учётом выражений (8), (11), (12) безразмерная скорость имеет вид

$$V(\xi) = \frac{\frac{a\tau_w}{2}(1-\xi^2) + \frac{b\tau_w^\alpha}{1+\alpha}(1-\xi^{1+\alpha})}{\frac{a\tau_w}{3} + \frac{b\tau_w^\alpha}{2+\alpha}} \quad (13)$$

Согласно выражению (13) безразмерная скорость зависит не только от всех реологических констант модели Эллиса (a, b, α), но и от касательного напряжения на стенке.

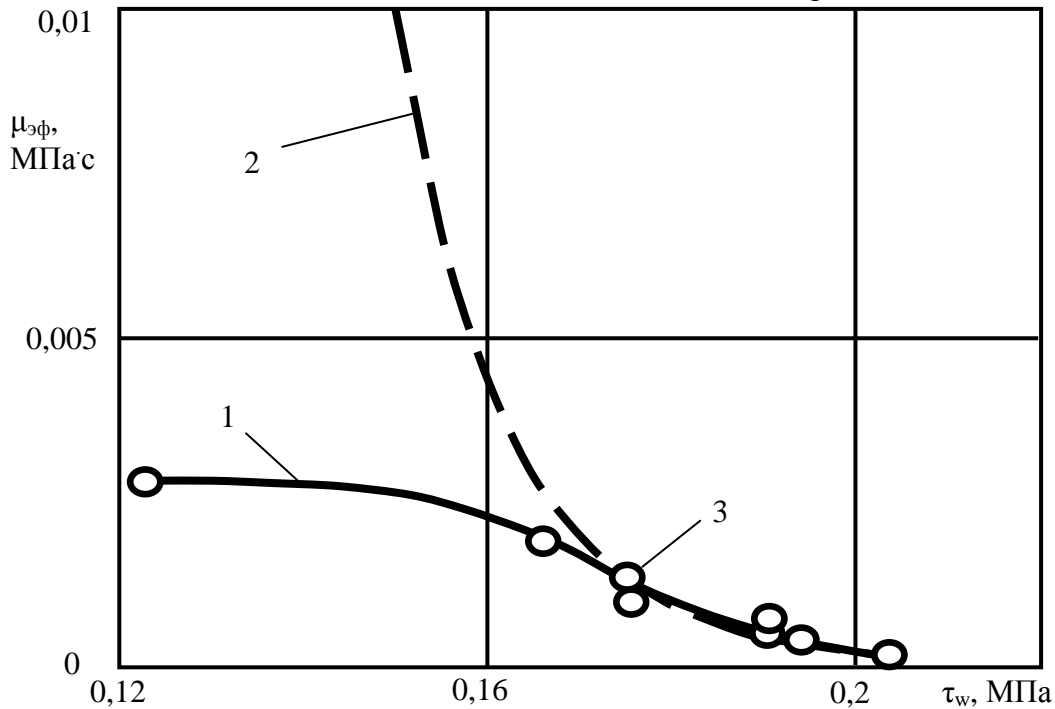


Рис. 2. Зависимость эффективной вязкости жидкостей Эллиса (линия 1) и Оствальда – де Виля (2) от касательного напряжения на стенке. Экспериментальные точки – 3.

Для численного анализа воспользуемся данными реологических исследований из работы [3]. Измерения выполнены на капиллярном вискозиметре плунжерного типа. Резиновая смесь следующего состава [в ч. (масс)]: СКН-40 -100, мел – 40, сера 1,5, оксид цинка -5, каптакс -0,8, стеарин -1,5. Диаметр плунжера и цилиндрической камеры термостатирования 9,52 мм, диаметр капилляра 2 мм, температура смеси при испытании 120 °С. Исследован интервал касательных напряжений от 0,123 МПа до 0,203 МПа.

В результате обработки кривой течения получены следующие значения реологических констант для модели Эллиса: α=17,893, a=350,217 МПа⁻¹с⁻¹, b=2,373x10¹⁵ МПа^{-α}с⁻¹. Соответственно, для модели Оствальда - де Виля: n=0,071, μ=0,124 МПа*с^{0,071}. Материал является ярко выраженным псевдопластиком.

Сопоставление аппроксимаций с экспериментальными точками иллюстрируется с помощью зависимости эффективной вязкости $\mu_{эф} = \tau_w \left(\frac{dv_x}{dy} \Big|_{y=h} \right)^{-1}$ от касательных напряжений на стенке. Поскольку касательное напряжение измеряется в мега паскалях, то размерность эффективной вязкости будет МПа·с. Выражения для эффективной вязкости моделей Эллиса и Оствальда – де Виля имеют вид:

$$\mu_{эф} = \frac{1}{a + b\tau^{\alpha-1}}, \quad \mu_{эф} = \mu \left(\frac{\tau}{\mu} \right)^{\frac{n-1}{n}}.$$

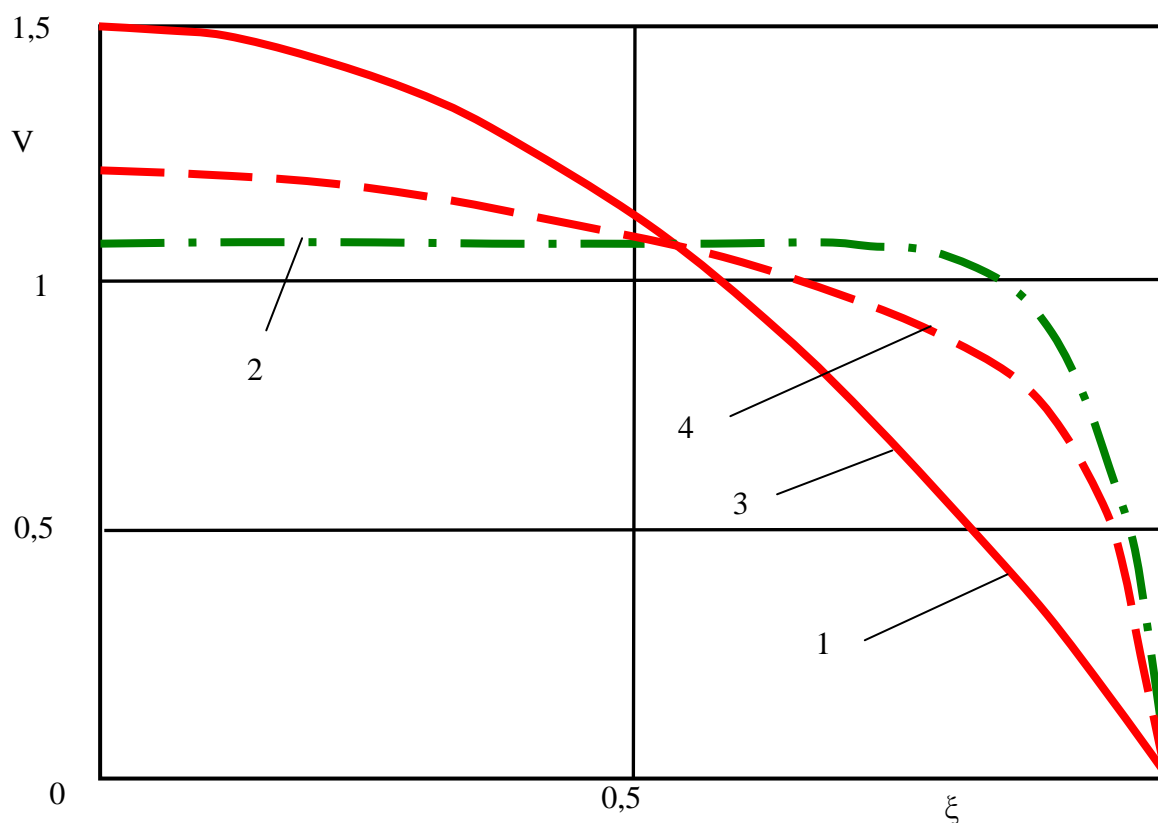


Рис. 3. Эпюры безразмерной скорости при течении жидкости Оствальда – де Вилия: 1 – $n=1$, 2 – $n=0,071$ и жидкости Эллиса: 3 – $\tau_w=0,123$ МПа, 4 – $\tau_w=0,202$ МПа.

Расчётные результаты зависимости эффективной вязкости от касательного напряжения представлены на рис. 2. Видно, что при больших значениях касательных напряжений обе модели дают близкий результат. Однако при напряжениях меньше 0,16 МПа наблюдается сильное расхождение эффективных вязкостей. Модель Эллиса показывает монотонно изменяющуюся вязкость и хорошо согласуется с экспериментальными результатами. Модель Оствальда - де Вилия показывает резкое возрастание вязкости с уменьшением напряжений, это, в частности следует из расчётной формулы (при $n < 1$, $\tau \rightarrow 0$, $\mu_{эф} \rightarrow \infty$).

На рис.3 представлены результаты численного анализа формул (9) и (13). Эпюра для ньютоновской жидкости (Оствальда – де Вилия, $n=1$) построена для сравнения. Кривая 2 отвечает жидкости Оствальда – де Вилия для всего интервала касательных напряжений.

Совершенно другое поведение наблюдается при течении жидкости Эллиса. В интервале малых касательных напряжений $\tau_w < 0,123$ МПа (малых градиентов давления) профиль скоростей близок к ньютоновскому (линия 3); линии 1 и 3 практически сливаются. Но с увеличением касательного напряжения усиливается эффект неньютоновости (линия 4).

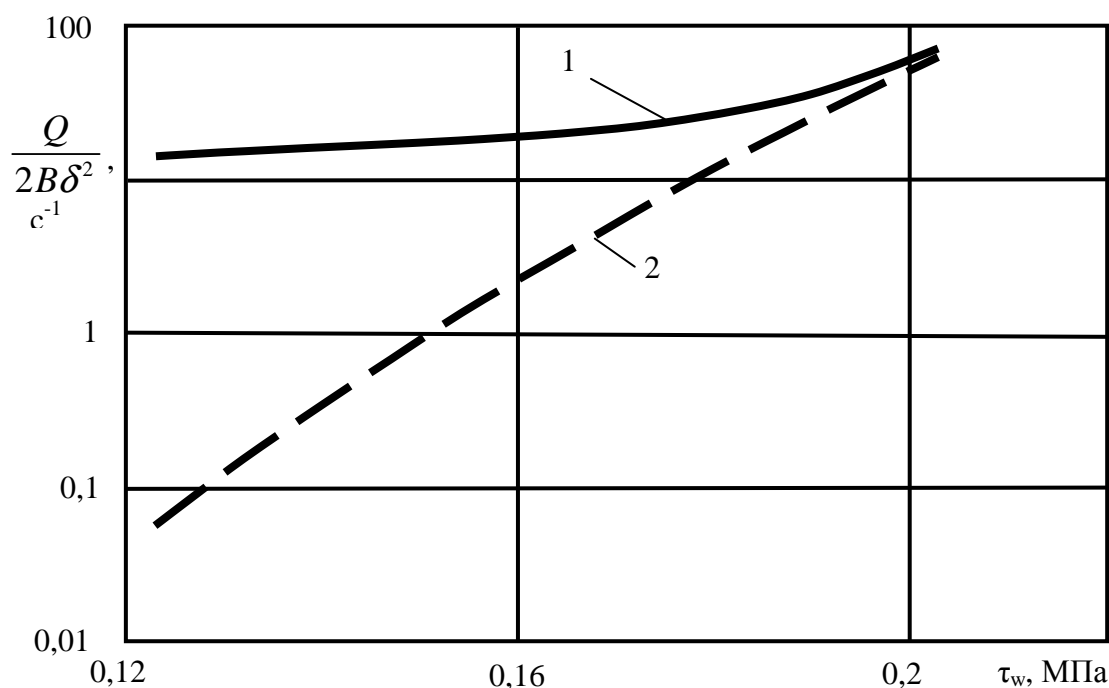


Рис.4. Расходные характеристики при течении жидкости Эллиса (1) и Оствальда - де Виля (2).

На рис. 4 в полулогарифмических координатах представлены расчётные расходные характеристики при течении жидкостей Оствальда-де Виля, формула (7) и Эллиса - (12). Из рисунка видно, что степенная модель предсказывает существенно заниженные значения расхода, особенно с уменьшением касательного напряжения. При больших касательных напряжениях расхождение расходов уменьшается. Полученные результаты вполне коррелируют с данными по реологическим исследованиям, представленным на рис. 2, согласно которым, с уменьшением касательного напряжения существенно уменьшается скорость деформации и сильно возрастает эффективная вязкость для модели Оствальда - де Виля.

Выводы. Если в рассматриваемой области течения отсутствуют точки (зоны) в которых скорость деформации (касательного напряжения) находятся вне зоны аппроксимации кривой течения, то модель обеспечивает прогноз приемлемой точности. Например, течение простого сдвига.

Если в рассматриваемой области течения имеются точки (зоны, линии) в которых профиль скорости имеет экстремум, то прогноз модели показывает большую погрешность. Это имеет место, в частности, при симметричных течениях в каналах. В плоских каналах погрешность больше чем в осесимметричных (круглых) каналах.

Величина погрешности возрастает с увеличением отклонения индекса течения от единицы, т.е. для жидкостей с ярко выраженными псевдопластическими свойствами.

Полученные результаты могут быть распространены на использование модели Оствальда – де Виля в задачах тепло – и массообмена, для которых точность аппроксимации поля скоростей имеет важное значение.

Литература

1. Мак-Келви Д.М. Переработка полимеров. – М.: Химия, 1965.
2. Шульман З.П. Конвективный теплоперенос реологически сложных жидкостей. – М.: Энергия, 1975.
3. Красовский В.Н., Воскресенский А.М., Харчевников В.М. Примеры и задачи по технологии переработки эластомеров. – Л.: Химия, 1984. – 240 с.

МОДИФИКАЦИЯ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ

Новопольцева О.М., Перфильев А.А.

*Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ,
404121, Волгоградская обл., г. Волжский, ул. Энгельса, 42а*

Поиск новых эффективных способов модификации резиновой крошки с целью увеличения её совместимости с полимерной матрицей является актуальной задачей.

Проведя анализ положительных и отрицательных свойств резиновой крошки полученной различными методами модификации, можно сделать вывод, что наличие активного поверхностного слоя небольшой толщины вполне достаточно для обеспечения ее совместимости с полимерной композицией. Ядро частицы обеспечивает сохранение высоких физических свойств исходной вулканизированной резины из которой изготовлена резиновая крошка, а поверхностный модифицированный слой обеспечивает их совмещение между собой или с полимерной композицией.

Исследование влияния активации поверхности резиновой крошки серой, ускорителями и температурной обработкой перед вулканизацией. На примере изготовления образцов из резиновой крошки (без добавления каучуков и полимерных связующих) по порошковой технологии в плунжерной пресс-форме.

Показана эффективность предварительной модификации резиновой крошки, полученной из изношенных автомобильных шин, с помощью обработки ее поверхности активными серосодержащими веществами.

Показано, что прочность при растяжении повторных вулканизатов из модифицированной каптаксом и тиурамом резиновой крошки увеличивается в 2,3 раза, но при значительном более 2 раз снижении относительного удлинения при разрыве.

Выявлено, что при предварительном прогреве модифицированной резиновой крошки относительное удлинение при разрыве значительно увеличивается, в случае использования каптакса и тиурама - в 1,5 раза.

Разработана технология модификации резиновой крошки, изготовлены образцы изделий с применением отдельных элементов новой технологии.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ НА ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Сандо В.Д., Яковлева М.Л.

*Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ
г. Волжский, Россия, www.volpri.ru*

Полимерные композиты на основе эпоксидных смол находят широкое применение в качестве конструкционных материалов и адгезивов. Однако в ряде случаев использование эпоксидных композитов ограничивается их невысокой термостойкостью и огнестойкостью. Поэтому придание эпоксидным составам огнестойкости значительно увеличивает область их применения, позволяя использовать их в экстремальных условиях. Введение в полимер инертных наполнителей – один из способов снижения горючести полимерного материала. В качестве минеральных наполнителей используют мел, каолин, тальк, слюда, асбест, перлит, вермикулит, пемза, порошки металлов или их сплавов и другие.

В настоящее время наблюдается тенденция к применению наполнителей многофункционального действия. Ведется поиск и разработка наполнителей, которые позволили бы более эффективно снизить горючесть полимерных материалов, дымообразование, концентрацию образующихся токсичных продуктов пиролиза и горения.

Цель работы – исследование влияния вспученного перлита на огнестойкость

композитов на основе эпоксидной смолы марки ЭД-20.

Перлитами называют природный материал, породу, представляющую из себя вулканическое стекло, в составе которого 70-75 % SiO_2 ; 12-14 % Al_2O_3 ; 3-5 % NaO , примерно столько же K_2O , до 1 % Fe_2O_3 , CaO , MgO . Вспученный перлитовый песок получают методом резкого термоударного нагрева природного перлита при температурах 1100 – 1150 °С, при котором за счет перехода химически связанной воды в парообразное состояние происходит вспучивание перлита с образованием пористых сферических гранул.

В настоящее время вспученный перлит широко используют для производства теплоизоляционных изделий. Добавка вспученного перлита к минеральным вяжущим веществам позволяет получать несгораемые изделия, обладающие высокой жесткостью и хорошими теплофизическими свойствами. Гранулы перлита различной плотности и размеров применяются в качестве изоляции в интервале температур от –200 до +900 °С. Благодаря своим уникальным физико-механическим свойствам перлит нашел широкое применение в строительстве в качестве тепло- и звукоизолирующего материала, бесклиттерного вяжущего для легких бетонов и даже в качестве минеральной кормовой добавки для цыплят.

Эпоксидные композиты получали путем последовательного смешения компонентов: смолы, наполнителя – вспученного перлита, отвердителя. Полученные реакционные смеси заливали в формы, и проводили отверждение без подвода тепла в течение 24 ч.

С целью определения эффективности разработанных огнестойких композитов проведены испытания путем воздействия на образец источника открытого огня, используя универсальную газовую горелку Бунзена. С помощью пирометра С-300.3, регистрировали изменение температуры на необогреваемой поверхности опытного образца до момента достижения предельного состояния опытного образца. За предельное состояние материала было принято потеря целостности образца.

Установлено, что при введении в эпоксидный композит вспученного перлита, наблюдается повышение огнезащитных свойств. Время разрушения образца содержащего минеральный наполнитель по сравнению с исходным образцом возрастает в 3 раза.

Проведенные исследования показали, что продукт, получаемый в результате термической обработки алюмосиликатной перлитовой породы вулканического происхождения – перлит имеет большой потенциал в качестве наполнителя для повышения огнестойких свойств эпоксидных композитов.

МОДИФИКАЦИЯ ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ФОСФОРБОРАЗОТСОДЕРЖАЩИМ ОЛИГОМЕРОМ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Руденко К.Ю., Варфоломеева С.П.

*Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного
технического университета Волгоградский государственный технический университет*

В настоящее время ряд ведущих отраслей промышленности, таких как строительство, автомобильная промышленность, самолето-, судо- и приборостроение, химическая, электротехническая и радиотехническая отрасли промышленности — предъявляют новые и значительно более высокие требования к эксплуатационным свойствам полимерным материалам.

Производство полимеров с новыми свойствами связано с большими затратами, поэтому важным направлением становится модификация уже выпускаемых полимерных материалов.

Введение модифицирующих добавок является одним из самых распространенных способов создания полимерных материалов с комплексом улучшенных эксплуатационных и технологических свойств.

Кроме того, повышение огнетеплозащитных показателей для полимерных композиций на сегодняшний день является также наиболее актуальной задачей. Одним из путей её решения является модификация эластомерных материалов введением в их состав специальных модификаторов, оказывающих влияние на определенные процессы.

Цель работы разработка высокоэффективного модификатора, содержащего функционально - активные группы и исследование его свойств.

Задача: разработка рецептуры фосфорборазотсодержащего модификатора, подбор условий синтеза разрабатываемого модификатора, так же исследование свойств полученного модификатора.

На первом этапе работы был проведен синтез и изучена рецептура фосфорборазотсодержащего модификатора (ФЭДА-2) и механизм взаимодействия компонентов модификатора. Установлено, что модификатор является продуктом взаимодействия фосфорборсодержащего олигомера (ФБО), эпоксидной диановой смолы ЭД-20 и анилина при различных массовых соотношениях.

Образцы модификатора приготавливались в соответствии с рецептурами, представленными в таблице 4 при комнатной (22 °С) и повышенной (100 °С) температурах. Исследовалось различное содержание ФБО-2 в составе модифицирующей добавки.

Синтез продуктов и исследование их структуры проводились на кафедре ВТПЭ.

В связи с тем, что введение определенных добавок, веществ, повышающих тепло- и огнестойкость полимерных материалов, обычно приводит к некоторому ухудшению физико-механических, диэлектрических и других эксплуатационных свойств, в работе проводились исследования влияния, разработанного фосфорборазотсодержащего модификатора (ФЭДА) на огнетеплозащитные свойства эластомерных композиций.

Установлено, что физико-механические показатели вулканизованных резин на основе модифицированного ФЭДА каучука находятся практически на одном уровне, однако наблюдается повышение твердости и остаточного удлинения по сравнению с контрольным образцом.

Выводы.

1. В ходе исследований изучен синтез фосфорборазотсодержащих соединений и исследована их структура.

2. Изучены основные свойства полученных фосфорборазотсодержащих модифицирующих добавок.

3. Выявлено, что полученный продукт может быть использован в качестве модифицирующей добавки для улучшения эластомерных композиций и в составе резиновой смеси в качестве тепло - огнезащитной добавки.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ПРОПИТОЧНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ИХ СВОЙСТВ

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Каткова Д.А.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

Придание гидрофильности и сорбционных свойств полиэфирным нитям позволит расширить области их применения. Для решения поставленной задачи были разработаны пропиточные составы на основе фосфорборсодержащего метакрилата (ФБМ), акриламида и персульфата натрия. Пропитку полиэфирных нитей проводили в течение 5 минут при комнатной температуре с последующим отжимом избытка пропиточного состава и термофиксацией в течение 30 минут при 150 °С.

С целью определения эффективности разработанных составов и определения оптимальных условий обработки проведены исследования по изменению основных физико-механических показателей модифицированных полиэфирных нитей.

По результатам проведенных исследований установлено, что обработка полиэфирных нитей данными составами обеспечивает увеличение сорбционной ёмкости с ростом времени сорбции с 1 до 6 суток при оценке степени извлечения ионов никеля и меди от 2,20 до 90 мл/г. При этом улучшаются водопоглощение и гигроскопичность, в результате чего уменьшается электризуемость. Также установлено, что обработка разработанными пропиточными составами приводит к увеличению физико-механических показателей и огнестойкости полиэфирных нитей.

В ходе исследований выявлено, что самым оптимальным является пропиточный состав, содержащий: фосфорборсодержащий метакрилат 45 %, персульфат натрия 2,5 %, аммиак 25 %. После обработки нитей данным составом наблюдалось высокие результаты по всем показателям.

Предлагаемая технология получения модифицированных нитей, отличается простотой, так как осуществляется в одну стадию, в отличие от известных ранее.

После модификации нити обладают повышенными эксплуатационными свойствами, что расширяет области их применения.

Таким образом, нами установлено, что предлагаемые пропиточные составы могут широко применяться для получения полиэфирных нитей с улучшенным комплексом свойств, а именно - повышенной сорбционной емкостью, водопоглощением, гигроскопичностью, огнестойкостью, улучшенными физико-механическими показателями, что расширит спектр их применения.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МАССООБМЕНА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ОЧИСТКИ НИТРОБЕНЗОЛА

Лапшина С.В.

*Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского
государственного технического университета*

Нитробензол – является одним из важнейших нитросоединений и используется в промышленности в больших количествах в качестве исходного сырья в процессе получения анилина, м-динитробензола, бензидина, нитрохлорбензола, различных красителей (инулинов, нигрозинов), он применяется в качестве растворителя при очистки нефтяных смазочных масел, для отдушки мыла и других целей.

Однако основное применение он находит в химической промышленности в качестве сырья в производстве такового крупного продукта, как анилин, мировое производство которого составляет более 1млн. тонн в год. Анилин вырабатывается во всем мире и на предприятиях Российской Федерации в основном парофазным каталитическим гидрированием нитробензола [1]

На ОАО <<Волжский Оргсинтез>> для производства анилина используют технический нитробензол, изготавливаемый из коксохимического нитробензола по ТУ 6-36-0204208-101-89. Указанный нитробензол значительное количество органических сернистых примесей, нитрофенолов.

Общее содержание серы в таком нитробензоле достигает 0,03% в том числе нитротифенольной серы -0,004-0,008%.

Вышеупомянутые примеси отрицательно влияют на протекание процесса гидрирования нитробензола в анилин, ухудшают работу катализатора и качество получаемых катализата и товарного анилина.

По рекомендациям иностранных фирм, для нормальной и продолжительной работы низкотемпературных медьсодержащих **катализаторов** в процессе получения анилина

гидрированием нитробензола содержание серы, в нитробензоле не должно превышать 0,0001 %.

В связи с изложенным, к настоящему времени на ОАО «Волжский Оргсинтез» остро назрела необходимость в разработке современного способа **очистки** нитробензола от вышеуказанных примесей и, прежде всего, от **сераорганических** соединений.

В промышленности нитробензол технический производят на ряде **предприятий** и, прежде всего:

- на ОАО «Промсинтез» (г. Чапаевск Самарской обл.)
- на Государственном унитарном предприятии «Завод имени Я. М. Свердлова (г. Дзержинск Нижегородской обл.).

Производство нитробензола основано на использовании классической реакции нитрования бензола смесью азотной и серной кислот, при этом на 1 моль бензола обычно берут 1,01 - 1,02 моля азотной кислоты, а серную кислоту берут с таким расчётом, чтобы концентрация отработанной кислоты составляла 69 - 72%:

По экономическим соображениям производители нитробензола используют в качестве сырья коксохимический бензол, который содержит до 0,012-0,016% масс. тиофенной серы.

В качестве побочных реакций в данном процессе протекают в незначительной степени реакции образования 1,3-динитробензола, нитрофенолов, нитробензолсульфокислоты, 2-нитротиофена и др.

Полученную нитромассу расслаивают, отделяют нитробензол от работай ной кислоты, промывают водой, нейтрализуют разбавленной щёлочью отмывают полученные соли водой. Отработанный водный раствор кислоты освобождают от остатков азотной кислоты, концентрируют серную кислоту и направляют её и рецикл для нитрования. Выход нитробензола достигает 98%. [2]

Полученный таким образом нитробензол технический после промывки его в о д о й, без предварительной очистки методом вакуумной ректификации н а п р а в л я ю т в качестве сырья в процесс гидрирования в анилин.

Отсутствие в укачанных производствах нитробензола дополнительной очистки его методом ректификации не позволяет производить высококачественный нитробензол, который удовлетворял бы требованиям западных фирм по содержанию в нём основных примесей и, прежде всего, серы, которое не должно превышать 0,0001%.

Поскольку сера является каталитическим ядом для многих катализаторов и, в особенности, для низкотемпературных медьсодержащих катализаторов процессов гидрирования нитробензола в анилин, то нитробензол с таким высоким содержанием серы не может использоваться в указанных процессах без дополнительной очистки его от серы до содержания её в нём, как этого требуют стандарты западных фирм, не более 0,0001%. [20]

В данной работе поставлена задача усовершенствование элементов массообмена в колпачковой колонне очистки нитробензола от сернистых примесей производительностью 30 тыс.т/год. Проведя анализ конструкции аппарата и патентную проработку был выбран способ решения поставленной задачи, а именно провести замену колпачковых тарелок на пакетную регулярную насадку (размером 300 мм. удельная поверхность насадки 500 м²/м³, свободный объем насадки 0,91 м³/м³, насыпная плотность 490 кг/м³), что в свою очередь приведёт к ряду усовершенствований.

Характеристика тарельчатой и насадочной колонны

Тарельчатая	Насадочная
Высота колонны 24586мм	Высота колонны 24586мм
Диаметр колонны 1600мм	Диаметр колонны 1600мм
Производительность 30тыс.т/год	Производительность 40тыс.т/год
Гидр. Сопротивление 38030Па	Гидр. Сопротивление 11888,62Па

Одним из минусов насадочной колонны, является нестабильное распределение жидкости по сечению колонны, образование застойных зон. Решением данной проблемы стала установка над насадкой трубчатых распределителей жидкости, также замена контактных устройств упрощает монтаж и ремонт колонны, что в свою очередь приведёт к сокращению ремонтного времени.

С экономической точки зрения разработка и внедрение инновационных решений позволят получить следующие результаты:

1. Капитальные затраты на осуществление проекта $K_2=3376829,6$ руб.
2. Годовой экономический эффект $\Theta_T=1926255,81$ руб.
3. Рентабельность инвестиций $R_{K2}=57\%$.
4. Срок окупаемости инвестиций $T_{окн}=1,7$ года

Список литературы:

1. Поникаров, И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки : учебник / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнулин. – М. : Альфа-М, 2006. – 608 с
2. <http://www.metaprom.ru/industry501947.html>, колонные насадки (Пропак, Ring-R, Ring-P, Ring-C, Sepring-M)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НАПОЛНЕННЫХ АППРЕТИРОВАННЫМИ ВОЛОКНАМИ

Руденко К.Ю., Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Новопольцева О.М., Мотченко А.О.

*Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского
государственного технического университета*

Огнетеплозащитные материалы (ОТЗМ) применяются в условиях эксплуатации при воздействии высокотемпературных газовых потоков, при огнетеплозащите в строительных конструкциях, и т.п.

В связи с этим, нахождение способов повысить эффективность огнетеплозащитных эластомерных покрытий является важной задачей. В последнее время для огнетеплозащитных композиций активно используются волокнистые наполнители. Волокнонаполненные композиции усиливают огнетеплозащиту изделий и придают им ряд дополнительных свойств.

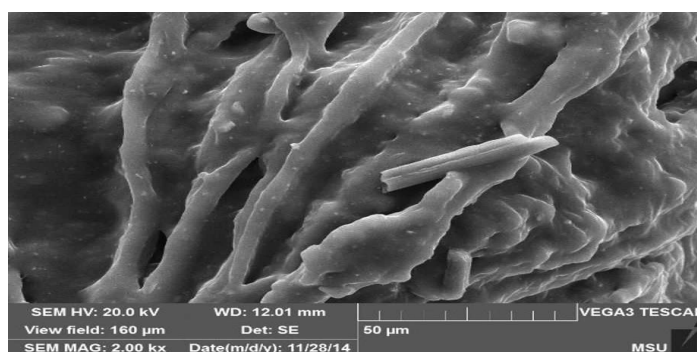


Рисунок 1 – Микрофотография резиновой смеси наполненной углеродными волокнами

Целью работы является разработка рецептуры резин на основе этиленпропиленового каучука СКЭПТ-40, модифицированных волокнистыми наполнителями и их использование в качестве материалов с повышенными огнетеплозащитными свойствами.

Установлено, что введение углеродных микроволокон (МУВ) изменяет технологических и физико-механических свойства. Так, МУВ в рецептуре резиновой

смеси мало влияют на теплопроводность, но уменьшают теплоемкость, что связано, вероятно, с образованием микропор на границе раздела каучук-волокно.

В то же время введение углеродных микроволокон позволяет существенно улучшить теплозащитные свойства. Время прогрева образцов до 100 °С даже при введении 5 масс.ч. МУВ увеличивается с 70 до 75 с, а при введении 10 масс. ч. с 70 до 80 с. Уменьшается и скорость деструкции на 8-20%, эрозионная стойкость увеличивается в 18-68%.

Работа выполнена при поддержке проекта «Разработка модификаторов и функциональных наполнителей для огне-, теплозащитных полимерных материалов» выполняемого вузом в рамках государственного задания Минобрнауки России

РАЗРАБОТКА ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ МЕТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Панченко Т.А.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета

Безопасность различных конструкций, обеспечение долговечности функционирования различных сооружений их техническая исправность является первостепенной задачей защиты от внешних факторов разрушения.

Нанесение покрытий является самым простым и популярным методом защиты и направлено на сохранение оборудования от разрушения под действием неблагоприятных внешних факторов. Важным моментом является обеспечение прочности соединения покрытия с металлической основой.

Наиболее распространенными покрытиями для защиты металлоконструкций от различного вида воздействия – являются составы на основе эпоксидной смолы.

Цель работы заключалась в разработке состава композиций на основе эпоксидной смолы модифицированных фосфорборсодержащими соединениями для защиты металлов.

Модификация эпоксидной смолы (ЭД-20) фосфорборсодержащими соединениями проводилась при температуре 25 °С в течение 24 часов. Установлено, что оптимальное содержание фосфорборсодержащих добавок в композициях составляло 3,5 – 5 % от массы покрытия.

В ходе исследований изучено получение эпоксидных композиций, имеющих в составе отвердитель ФБО. Изучены основные свойства полученных композиций.

Исследовано влияние содержания ФБО на адгезионные свойства композиций. Установлено, что оптимальное содержание фосфорборсодержащих добавок в композициях составляло 5,0 – 7,5 масс ч.

Исследовано влияние ФБО на стойкость покрытия к растворителям, водопоглощение.

Проведена оценка влияния ФБО на содержание летучих веществ в отвержденной композиции. Покрытие отличается низким содержанием летучих веществ.

Таким образом, в ходе выполнения работы разработаны защитные покрытия на основе эпоксидной смолы ЭД-20 холодного отверждения для металлоконструкций обладающие повышенной стойкостью к термоокислительной деструкции, ударопрочностью, атмосферо- и коррозионной стойкостью, высокой прочностью связи с подложкой.

²ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ, НАПОЛНЕННЫХ МИКРОУГЛЕРОДНЫМИ ВОЛОКНАМИ

Руденко К.Ю., Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Новопольцева О.М., Мотченко А.О.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета

Распространение эластомеров, наполненных короткими волокнами, обусловлено специфичностью их свойств и процесс приготовления и переработки этих смесей имеет некоторые особенности. Одна из таких особенностей - зависимость равномерности распределения и степени ориентации волокон не только от вида волокнистого наполнителя и его содержания, но и от формы и других геометрических параметров. Также важными факторами, определяющими свойства вулканизатов, армированных микроволокнами, является их размер и соотношение длины к диаметру.

На сегодняшний день актуальной проблемой остается определение факторов для получения резины с улучшенными огне- и теплозащитными свойствами без ухудшения физико-механических показателей.

Целью работы является изучение влияния содержания углеродных волокон на огнетеплозащитные и физико-механические свойства эластомерных композиций.

Объектом исследования являются микроуглеродные волокна длиной 200 микрон и диаметром 8 микрон.

Испытания проводились с вулканизированной резиной на основе этилен-пропиленового каучука с содержанием микроуглеродных волокон 1 – 20 масс.ч. на 100 масс.ч. каучука.

Реометрические данные получены с помощью прибора MDR 3000 Professional, из которых было замечено, что с увеличением содержания волокна, вулканизационные характеристики практически не меняются.

При определении физико-механических показателей было замечено, что с увеличением содержания наполнителя, увеличивается условное напряжение при 100% и относительное остаточное удлинение после разрыва, но уменьшается условная прочность при разрыве, а относительное удлинение практически не изменяется, что, по-видимому, связано с низкой адгезией волокна к эластомерной матрице. Так же, с увеличением содержания углеродных волокон, растет твердость и плотность образцов, что объясняется увеличением твердой фазы в композиции.

При определении теплозащитных свойств образцов, замечено, что с увеличением содержания углеродных волокон увеличивается время прогрева образца до 100 °С с 70с до 105с и уменьшается температура поверхности образца при прогреве в течении 2 мин. Испытания на огнетеплозащитные свойства проводились при одностороннем нагреве образца с использованием пирометра С300.3, температура пламени составляла примерно 2500 °С.

Из исследований на центробежный унос установлено, что образцы с увеличением содержания микроуглеродных волокон менее подвержены отслаиванию кокса, чем с меньшим количеством.

² Работа выполнена при поддержке проекта «Разработка модификаторов и функциональных наполнителей для огне-, теплозащитных полимерных материалов» выполняемого вузом в рамках государственного задания Минобрнауки России

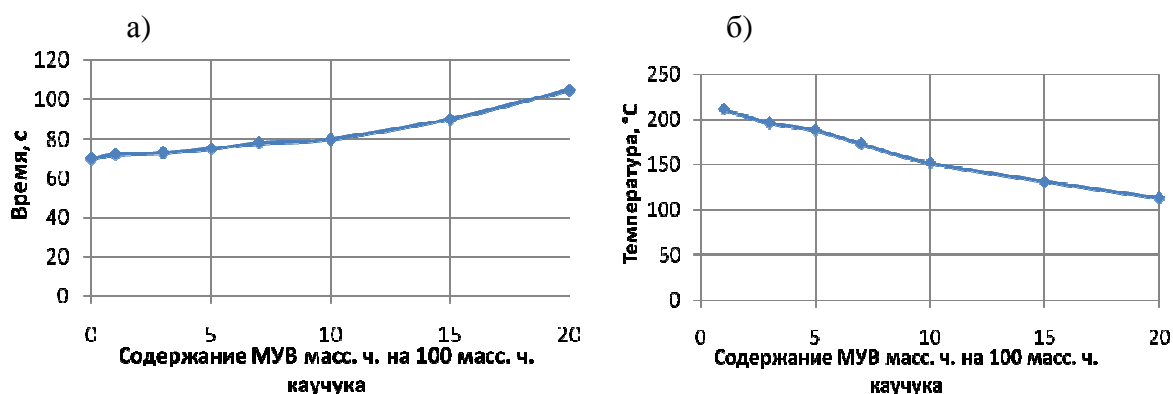


Рисунок 1 – Результаты испытания на односторонний прогрев: а) Время прогрева образца до 100 °С; б) Температура с необогреваемой стороны образца при прогреве в течении 2 минут

Таблица 1 – Данные испытания на центробежный унос

Показатели	Содержание наполнителя масс. ч. на 100 масс. ч. каучука							
	0	1	3	5	7	10	15	20
Время начала загорания, с	9	11	12	13	15	16	18	18,5
Время начала отслаивания кокса, с	17,8	23	25	27	30	32	33	35

Таким образом, эффект влияния микроуглеродных волокон заметен уже при содержании 5 масс. ч., с увеличением количества наполнителя, улучшаются огнетеплозащитные показатели, при этом физико-механические свойства образцов ухудшаются. Следовательно, самое оптимальное содержание наполнителя в композиции составляет – 10 масс. ч., что позволит получить хорошие огнетеплозащитные показатели без ухудшения физико-механических свойств эластомерных материалов на основе этилен-пропиленового каучука.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ХЛОРСУЛЬФИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Руденко К.Ю., Харламов Е.В.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

В связи с широким применением резиновых изделий для изоляции электрокабелей, покрытия полов, изготовления рукавов и для других целей, возникла необходимость создания резин, не поддерживающих горения или полностью негорючих.

Однако разработка новой рецептуры эластомерных материалов с целью повышения огнезащитных свойств может привести к ухудшению комплекса других эксплуатационных показателей. Кроме того, разработка технологии получения новых композиций не всегда экономически оправдана. Применение защитных покрытий позволяющих повысить стойкость материала к внешним воздействиям без ухудшения комплекса основных свойств представляется несомненно перспективным.

Исходя из всего этого, целью работы является разработка покрытий на основе хлорсульфированного полиэтилена (ХСПЭ) наполненных углеродными волокнами, с улучшенными адгезионными показателями для огнетеплозащиты резин.

Наиболее эффективное содержание углеродных волокон, способствующее максимальному увеличению адгезии покрытий на основе ХСПЭ к резинам составляет 0,3-0,7%, что позволяет повысить прочность связи вулканизированных резин на основе различных каучуков с покрытием в среднем в 2,5-3,0 раза.

Применение углеродных волокон в качестве наполнителя способствует повышению огне-, теплостойкости покрытий на основе ХСПЭ. При этом наблюдается увеличение времени достижения образцом предельного состояния. Так исходный образец вулканизата достигает своего критического состояния за 80 секунд при температуре на необогреваемой стороне 130 °С. При введении в состав покрытия углеродных волокон, время достижения образцом предельного состояния увеличивается до 130 секунд при температуре 300 °С.

Таким образом, установлено, что разработанные составы покрытий являются эффективными для защиты эластомерных материалов от высокотемпературного воздействия.

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ПИРОСИНТЕЗА

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Хужаяров Д.Т., Руденко К.Ю.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

В настоящее время наиболее актуальной является проблема получения дешевых и качественных резинотехнических изделий. Применение наполнителей позволяет сократить расход каучука и направленно влиять на свойства получаемых резин. Основным наполнителем в технических резинах является технический углерод, получаемый различными способами из углеводородного сырья. В связи с дефицитностью сырья для производства технического углерода в последнее время идут поиски новых наполнителей минерального и растительного происхождения. Разнообразие углеродных материалов по их происхождению, кристаллографической структуре и химическому составу представляют широкие возможности для получения резин с различными эксплуатационными свойствами.

Цель работы - разработка высокоэффективных наполнителей для полимерных материалов методом пиросинтеза.

Модификация волокон проводилась растворами ФБО различных концентраций, а также нейтрализация аммиаком (щелочная среда) различной концентрации. Пропитка проводилась в течение 5 мин., затем волокно отжималось и высушивалось на воздухе до постоянной массы. Затем проводился пиролиз при постоянной температуре 600 °С, время пиролиза составило 30 минут.

Установлено, что при температуре 600 °С пиролиз исходного волокна протекает мгновенно, коксовый остаток в первые 5 мин падает до 0. Выход кокса после пиролиза модифицированного волокна к 25-30 мин выходит на постоянный уровень и составляет от 15 до 30 % в зависимости от концентрации ФБО.

В ходе исследований проведена оценка влияния полученного наполнителя на физико-механические и теплозащитные свойства резин на основе этиленпропиленового каучука. При введении полученного наполнителя в резиновую смесь наблюдается незначительное снижение прочностных показателей.

Для оценки теплозащитных свойств полученных вулканизатов определялось изменение температуры на необогреваемой поверхности образца при действии на него открытого пламени. Установлено, что введение пиролизованного поливинилспиртового волокна в резину повышает стойкость к действию открытого пламени на 75%.

Таким образом, применение данного вида наполнителя представляет определенный интерес при получении огнетеплозащитных эластомерных материалов.

ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОРБОРАЗОТСОДЕРЖАЩЕГО МОДИФИКАТОРА В ЭЛАСТОМЕРНЫХ КЛЕЕВЫХ СОСТАВАХ С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Руденко К.Ю., Юмагулова Ю.И.
*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Введение модифицирующих добавок является одним из самых распространенных способов создания полимерных материалов с комплексом улучшенных эксплуатационных и технологических свойств.

Производство полимеров с новыми свойствами связано с большими затратами, поэтому важным направлением становится модификация уже выпускаемых полимерных материалов.

Существенную роль в расширении ассортимента выпускаемых полимеров играет и экономическая целесообразность процесса модификации, применение которого заметно снижает затраты на производство.

Поэтому модификация уже известных полимерных композиций с целью улучшения эксплуатационных свойств является актуальной.

Наиболее перспективной задачей является модификация полимерных композиций, соединениями, в которых присутствуют адгезионно-активные группы – аминогруппы, галогенсодержащие, гидроксильные и т. п. С позиции современных тенденций развития химической технологии актуальным является разработка таких модификаторов и модификация полимера, которые исключали бы выделение вредных побочных продуктов и протекали при нормальных температурных условиях.

Целью настоящей работы является разработка фосфорборазот–содержащих модификаторов и исследование их свойств.

Проведен синтез и изучены некоторые свойства фосфорборазотсодержащей модифицирующей добавки (ФЭДА–2) на основе эпоксидной диановой смолы ЭД–20, анилина и фосфорборсодержащего олигомера. Было выявлено, что наличие в составе разработанных модификаторов атомов Р, В, N позволяет прогнозировать эффективность полифункционального действия при использовании указанных модификаторов в эластомерных материалах.

В ходе проведения исследований установлено, что с повышением содержания ФБО–2 в составе модификатора, увеличивается водопоглощение образцов, что может быть связано с образованием –В–ОН и –С–ОН – групп. Наличие атомов фосфора и бора обеспечивает существенное повышение температуры плавления по сравнению с образцами, не содержащими ФБО–2.

Таким образом, применение фосфоразотсодержащих модифицирующих добавок является эффективным способом улучшения адгезионных и огнетеплозащитных свойств для полимерных композиций.

ОСОБЕННОСТИ МИКРОВОЛНОВОЙ ДЕВУЛКАНИЗАЦИИ НАПОЛНЕННЫХ РЕЗИН НА ОСНОВЕ НЕПОЛЯРНЫХ КАУЧУКОВ

****Каблов Виктор Федорович, докт. техн. наук, профессор,**

***Перфильев Андрей Васильевич, аспирант,**

****Шабанова Вера Павловна, доцент, канд. техн. наук,**

***ЗАО "Волжский регенератно-шиноремонтный завод"**

**** Волжский политехнический институт (филиал)**

Волгоградского государственного технического университета

Проблема переработки отходов композитных материалов является актуальной не только в экологическом плане, но и в экономическом, т.к. потерявшие потребительские свойства композитные материалы являются ценным материальным ресурсом.

В данной работе разработана ресурсосберегающая технология микроволновой девулканизации наполненных резин на основе неполярных каучуков.

Исследовано влияние времени и мощности воздействия микроволновой энергии на физико-механические свойства повторных вулканизатов из резиновой крошки.

Разработана теоретическая модель разогрева и девулканизации наполненных резин на основе неполярных каучуков.

Проведенные исследования воздействия микроволновой энергии на наполненные резиновые смеси и их вулканизаты, на основе неполярных каучуков показали, что:

- нагрев резины в основном зависит от типа и содержания наполнителей (ТУ, белой сажи), цинковых белил, сам неполярный каучук (полиизопреновый, полибутадиеновый, бутиловый) не нагревается;

- процесс девулканизации резин, не содержащих металлокорда, проходит очень интенсивно и может перейти в пиролиз, но применяя импульсный нагрев микроволновым излучением по отработанному алгоритму, процессом можно легко управлять.

ПОГРЕШНОСТЬ МОДЕЛИ ОСТВАЛЬДА - ДЕ ВИЛЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕЧЕНИЯ В КРУГЛОМ КАНАЛЕ

Телицына М.М. (студентка гр. ВТМ – 421)

Научный руководитель - Шаповалов В.М.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета

В целом ряде ситуаций, встречающихся на практике (плёночное течение и тепло- и массообмен, свободная конвекция, медленное движение тел в жидкостях), одинаково важен правильный учёт реологического фактора как при малых, так и при умеренных скоростях сдвига.

Традиционно при расчёте технологического оборудования переработки полимеров применение степенной (Оствальда – де Виля) реологической модели. Между тем существуют и другие реологические модели, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки, в частности область скоростей деформаций и касательных напряжений.

Целью настоящей работы является проверка применимости реологической модели Эллиса для описания течения расплава полимера в формующем канале при получении изделия. Поставлена и решена задача течения Эллиса в канале круглого сечения. Найдено поле скоростей и уравнение расхода. Представлены расчётные результаты.

Рассматриваемое течение имеет весьма широкое распространение в различном технологическом оборудовании. Например, в формующей головке экструдера при формировании полимерных листов и пленок и т.д.

В целом ряде ситуаций, встречающихся на практике (плёночное течение и тепло- и массообмен, свободная конвекция, медленное движение тел в жидкостях), одинаково важен правильный учёт реологического фактора как при малых, так и при умеренных

скоростях сдвига. Для таких задач использование степенного реологического уравнения чревато серьёзными ошибками, которых можно избежать применением модели Эллиса [1].

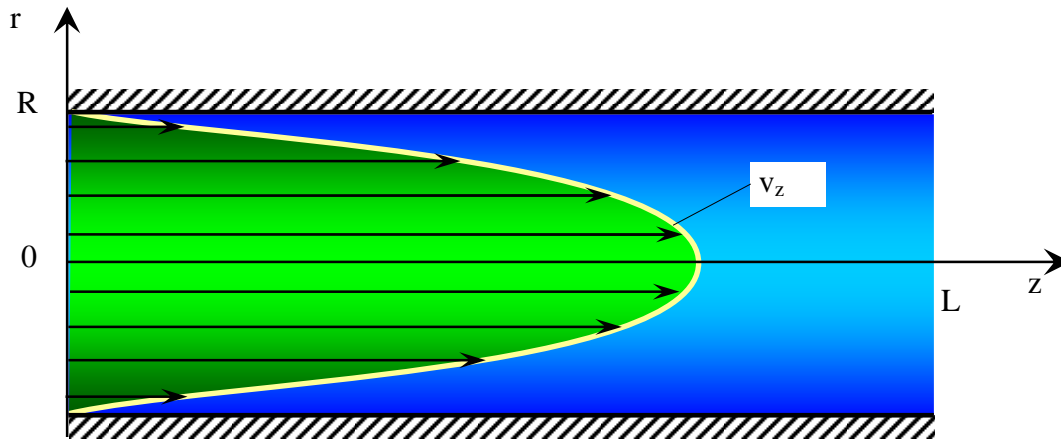


Рис. 1. Расчётная схема течения.

Схема течения и система цилиндрических декартовых координат представлена на рис. 1. Напорное течение совершается только в направлении z . Реологические свойства жидкости описываются законом Эллиса. Течение изотермическое, ламинарное.

Требуется найти профиль скорости и расход жидкости.

Уравнение движения [2] и реологическое уравнение для данного течения

$$\frac{\partial P}{\partial z} = \frac{1}{r} \frac{\partial(r\tau)}{\partial r}, \quad \frac{dv_z}{dr} = \tau \left(a + b|\tau|^{\alpha-1} \right). \quad (1)$$

Здесь P – давление; z – осевая координата; r – радиус; $\tau(x,y)$ – касательное напряжение; $v_z(r)$ – осевая компонента скорости; a, b, α – реологические константы.

А случае, когда $\alpha > 1$, величина « a » характеризует обратную ньютоновскую вязкость в диапазоне малых напряжений сдвига, а « b » является мерой консистенции в нелинейной области умеренных напряжений сдвига. Для концентрированных растворов высокополимеров, проявляющих псевдопластические свойства, как показывают измерения, $1 < \alpha$. Если же $\alpha < 1$, то уравнение пригодно только для диапазона умеренных и весьма больших напряжений сдвига, описывает жидкости с дилатантными свойствами. Тогда « a » имеет смысл вязкости при бесконечно большом напряжении сдвига и кривая течения выходит на линейный участок лишь при больших напряжениях сдвига. Модель Эллиса – весьма гибкая трёхпараметрическая реологическая модель.

Градиент давления является величиной постоянной и определяется падением давления по длине канала

$$\frac{dP}{dz} = -\frac{\Delta P}{L},$$

где dP/dz – градиент давления, L – длина канала, ΔP – избыточное давление на входе в канал относительно давления в выходном сечении (считаем на выходе канала давление атмосферное).

Граничные условия задачи включают: условие прилипания жидкости к стенкам канала и условие симметрии, или отсутствия касательных напряжений на оси

$$r=R, \quad v_z=0; \quad r=0, \quad \frac{\partial v_z}{\partial r} = 0, \quad \tau=0. \quad (2)$$

Проинтегрировав уравнение движения в (1) с учётом условия симметрии (2), получим выражение для касательного напряжения

$$\tau = \frac{dP}{dz} r.$$

Следовательно, напряжение на стенке

$$\tau_w = \frac{dP}{dz} R. \quad (3)$$

Далее, из соображений удобства, будем оперировать напряжением на стенке. При этом, для касательного напряжения можем записать линейную зависимость

$$\tau = \tau_w \frac{r}{R}. \quad (4)$$

Из совместного рассмотрения полученного выражения (4) и уравнения состояния в (1), можем записать выражение для скорости

$$v_z = \frac{a |\tau_w|}{2 R} (R^2 - r^2) + \frac{b}{\alpha + 1} \left| \frac{\tau_w}{R} \right|^\alpha (R^{\alpha+1} - r^{\alpha+1}). \quad (5)$$

Объемный расход жидкости определяется интегралом

$$Q = 2\pi \int_0^R v_z r dr. \quad (6)$$

Выполнив интегрирование с учётом выражения (5), получим

$$\frac{Q}{\pi R^3} = \frac{a |\tau_w|}{4} + \frac{b |\tau_w|^\alpha}{\alpha + 3}. \quad (7)$$

Расход жидкости Эллиса в круглом канале, радиусом R , можно найти, используя методику Уилкинсона [3]

$$\frac{Q}{\pi R^3} = \frac{1}{\tau_w^3} \int_0^{\tau_w} \tau^2 f(\tau) d\tau,$$

где $f(\tau) = \gamma(\tau)$ - реологическое уравнение.

Подставив реологические уравнение $\frac{dv_z}{dr} = \tau (a + b |\tau|^{\alpha-1})$ в уравнение расхода

$$\frac{Q}{\pi R^3} = \frac{1}{\tau_w^3} \int_0^{\tau_w} \tau^2 (a\tau + b\tau^\alpha) d\tau,$$

и выполнив интегрирование, получим выражение для расхода жидкости Эллиса в круглом канале

$$\frac{Q}{\pi R^3} = \frac{a |\tau_w|}{4} + \frac{b |\tau_w|^\alpha}{\alpha + 3}.$$

Аналогично для жидкости Оствальда – де Виля в круглом канале. Уравнение движения в (1) остаётся в силе, но реологическое уравнение имеет вид

$$\tau = \mu \left(\frac{dv_z}{dr} \right)^n, \quad (8)$$

где μ , n – реологические константы.

Результаты интегрирования уравнения движения, полученные выше (3), (4), остаются в силе, как и граничные условия (2). Поэтому, с учётом (8), можем записать следующее выражение для градиента скорости

$$\frac{dv_z}{dr} = \left| \frac{\tau_w}{\mu R} \right|^{\frac{1}{n}} r^{\frac{1}{n}} \text{sign}(\tau_w).$$

Проинтегрировав это уравнение с учётом условия прилипания (2), получим выражение для осевой скорости

$$v_z = \left(\frac{n}{n+1} \right) \left| \frac{\tau_w}{\mu R} \right|^{\frac{1}{n}} \left(R^{\frac{1}{n}+1} - r^{\frac{1}{n}+1} \right). \quad (9)$$

Расход найдём, используя формулу (6). В результате интегрирования (9) имеем

$$\frac{Q}{\pi R^3} = \frac{n}{1+3n} \left| \frac{\tau_w}{\mu} \right|^{\frac{1}{n}}. \quad (10)$$

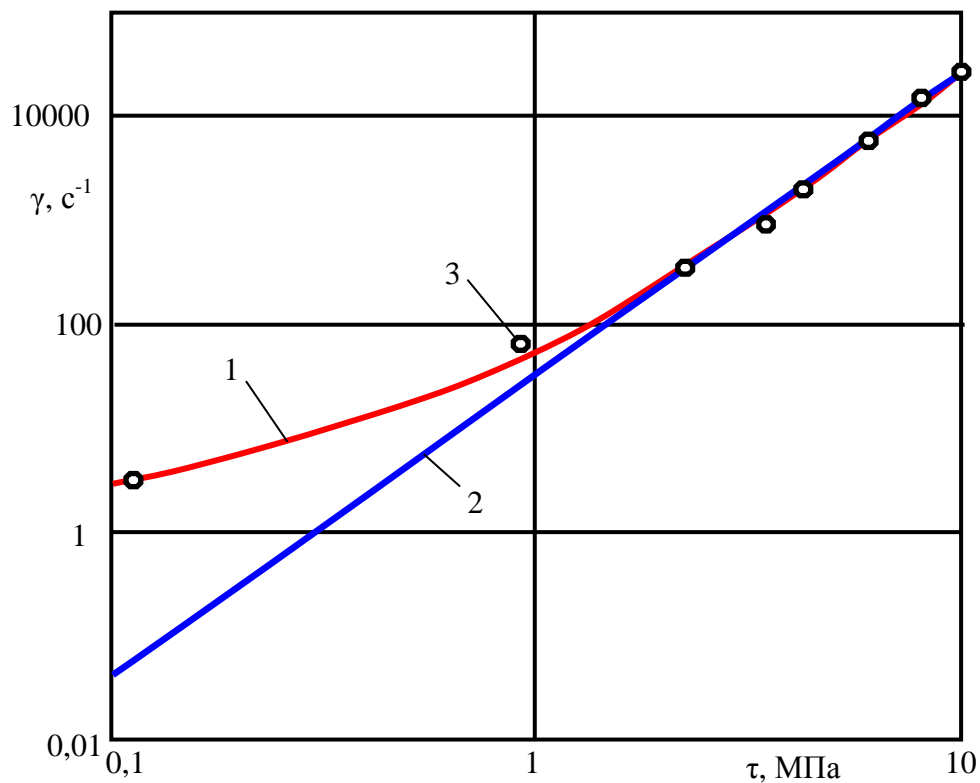


Рис.2. Кривая течения полиэтилена: 1 – модель Эллиса, 2 – Оствальда – де Вилия, 3 – экспериментальные точки.

Определение констант реологических моделей Эллиса и Оствальда – де Вилия по кривой течения. Воспользуемся данными реологических исследований, представленными в работе [4]. Измерения выполнены на капиллярном вискозиметре: диаметр капилляра 1,19 мм, длина 3,6x1,19 мм. Полиэтилен Алтон 10. Плотность при 23 °С равна 0,92 г/см³. Средний молекулярный вес, определённый методом светорассеяния, 30000. Индекс расплава: 2,1 г/10 мин. Температура смеси при испытании 190 °С. Состояние полимера соответствует технологическим условиям работы червячного прессы.

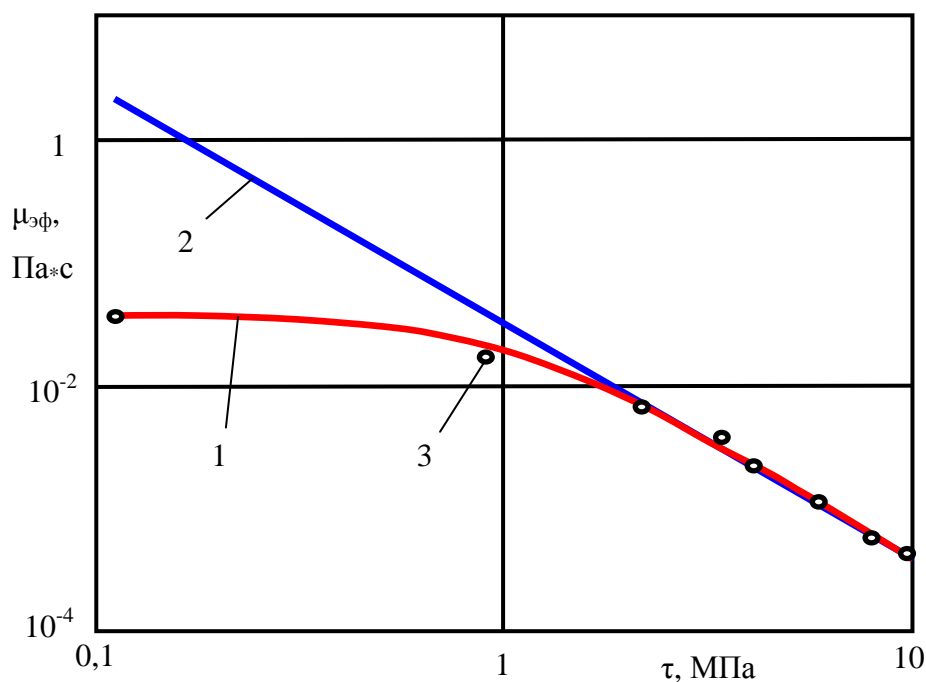


Рис. 3. Зависимость эффективной вязкости от касательного напряжения для модели Эллиса (1) и Оствальда – де Виля (2). Экспериментальные точки (3).

Константы модели Эллиса $\alpha=2,982$, $a=26,948 \text{ МПа}^{-1}\text{с}^{-1}$, $b=25,793 \text{ МПа}^{-a}\text{с}^{-1}$. Жидкость (расплав полиэтилена) относится к псевдопластикам.

Реологические константы модели Оствальда - де Виля находились методом двух точек. Получены следующие значения констант модели Оствальда - де Виля: $n=0,346$, $\mu=0,302 \text{ Па}\cdot\text{с}^{0,346}$. Именно по этим параметрам построена соответствующая линия (2) на рис. 2.

На рис. 3.2 в двойных логарифмических координатах представлены расчётные кривые течения и экспериментальные точки. На рис.3 представлена зависимость эффективной вязкости от напряжения на стенке. Из рисунков видно, что степенная модель (Оствальда - де Виля), в отличие от модели Эллиса, показывает сильное отклонение в области малых скоростей сдвига и касательных напряжений.

Расходная характеристика формирующего устройства. Можно предположить существование аналогии между кривой течения и расходной характеристикой. Однако расходная характеристика отличается от кривой течений тем, что интегрально учитывает текущие свойства жидкости в поперечном сечении канала.

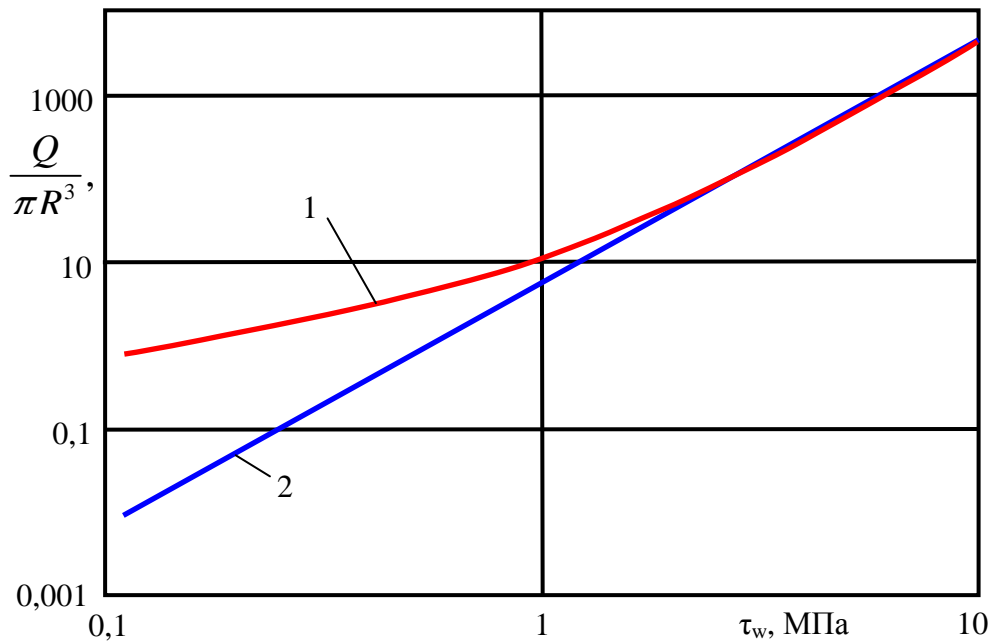


Рис.4. Расходные характеристики при течении жидкости Эллиса (1) и Оствальда - де Вилля (2).

Рассмотрим процесс течения расплава полиэтилена в цилиндрическом канале пресс-формы. Согласно формулы (3), размеры формующего канала определяют значение градиента давления. Будем оперировать касательным напряжением на стенке, которое однозначно связано с градиентом давления.

Расчётная формула для вычисления расхода жидкости Эллиса как функции касательных напряжений на стенке имеет вид (7)

$$\frac{Q}{\pi R^3} = \frac{a|\tau_w|}{4} + \frac{b|\tau_w|^\alpha}{\alpha + 3}.$$

Соответственно, расчётная формула для расхода жидкости Оствальда - де Вилля (10) имела вид

$$\frac{Q}{\pi R^3} = \frac{n}{1 + 3n} \left| \frac{\tau_w}{\mu} \right|^{\frac{1}{n}}.$$

Использовались полученные ранее реологические параметры. При этом давление и касательное напряжение на стенке измеряется в мегапаскалях.

Из рисунка видно, что степенная модель предсказывает заниженные значения расходов, особенно при значениях касательного напряжения на стенке меньше 2 МПа. При больших давлениях, в окрестности 10 МПа, расходные характеристики совпадают. Полученные результаты вполне коррелируют с данными по реологическим исследованиям, представленным на рис. 2 и рис.3, согласно которым, с уменьшением касательного напряжения существенно уменьшается скорость деформации и сильно возрастает эффективная вязкость для модели Оствальда - де Вилля. Таким образом, реологическая модель Эллиса лучше описывает реологические свойства расплава полиэтилена, чем степенная.

Выводы

Выполнен сравнительный анализ применимости реологических моделей Эллиса и Оствальда - де Вилля для описания течения расплава полиэтилена в круглом канале при формовании полимерной заготовки. Показано, что трёхпараметрическая модель Эллиса обеспечивает большую точность расчетов, чем двухпараметрическая модель Оствальда -

де Виля. Связано это с лучшей аппроксимацией вязкостных свойств жидкости в области малых скоростей деформаций и касательных напряжений.

Построено решение задачи изотермического течения жидкости Эллиса в круглом канале. В результате решения найдено поле скоростей, расход жидкости, распределение касательных напряжений, эффективной вязкости.

В результате исследования эффективной вязкости установлено, что при больших значениях касательных напряжений обе модели дают близкий результат. Однако при касательных напряжениях на стенке меньше 2 МПа эффективные вязкости моделей значительно расходятся: если модель Эллиса показывает монотонно изменяющуюся вязкость и согласуется с экспериментальными результатами, то модель Оствальда - де Виля показывает резкое возрастание вязкости с уменьшением напряжений, это, в частности следует из расчётной формулы (при $n < 1$, $\tau \rightarrow 0$, $\mu_{эф} \rightarrow \infty$).

Степенная модель предсказывает заниженные значения расходов, особенно при значениях касательного напряжения меньше 2 МПа. При больших касательных напряжениях на стенке, в окрестности 10 МПа, расхождение расходов незначительно. Полученные результаты вполне коррелируют с данными по реологическим исследованиям других авторов.

Для жидкости Эллиса эпюра скорости зависит не только от трёх реологических параметров, но и от касательного напряжения на стенке или градиента давления. При малых напряжениях на стенке эпюра скорости соответствует течению ньютоновской жидкости, а при больших – псевдопластику.

Реологическая модель Эллиса лучше описывает реологические свойства полимера, чем модель Оствальда - де Виля.

Для течений, характеризующихся большим диапазоном скоростей деформаций, а к ним относятся течения в валковых машинах, каландрах, экструдерах и др. степенная модель может дать большую погрешность при расчёте интегральных параметров течения, таких как расход, гидравлическое сопротивление, потребляемая мощность.

Список литературы

1. Шульман З.П. Конвективный теплоперенос реологически сложных жидкостей. – М.: Энергия, 1975.
2. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. – М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1962. – 742 с.
3. Уилкинсон У.Л. Неньютоновские жидкости. – М.: Мир. 1964. - 217 с.
4. Бернхард Э. Переработка термопластичных материалов. – М.: ГНТИ ХЛ. 1962. -747 с.
5. Мак-Келви Д.М. Переработка полимеров. – М.: Химия, 1965.

ВЛИЯНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НА РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИССИПАТИВНОГО РАЗОГРЕВА НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ

Шаповалов В.М.

*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

При течении в трубах расплавов полимеров, обладающих высокой вязкостью, происходит интенсивное тепловыделение, обусловленное внутренним трением. Интенсивность тепловыделения меняется от нуля в центре трубы до максимального значения у стенки трубы.

Реологическая модель Оствальда – де Вилия широко используется для описания течений реологически сложных жидкостей (расплавов и растворов полимеров) в технологическом оборудовании их переработки. Это обусловлено относительной простотой двухпараметрической модели и удобством определения реологических характеристик по кривой течения [1]. Основным недостатком степенной модели является погрешность описания поведения жидкости в окрестности малых скоростей деформации (наибольшей ньютоновской вязкости) [1].

В настоящей работе предпринята попытка оценить погрешность степенной модели при решении сравнительно простой задачи теплообмена. Особенность задачи состоит в том, что рассматриваемая область содержит зону малых скоростей сдвига, в которой степенная модель предсказывает завышенную эффективную вязкость. Оценка выполнена путем сопоставления расчётных результатов для степенной модели с результатами для жидкости Эллиса. Модель Эллиса взята в качестве «эталоны», поскольку хорошо описывает поведение реологически сложных жидкостей, как при малых, так и средних скоростях деформации.

Рассмотрим течение реологически сложной жидкости в плоской щели. Имеем две бесконечные параллельные пластины, расстояние между которыми $2h$ постоянно. Напорное течение совершается только в направлении x (y – поперечная координата). Реологические и теплофизические константы не зависят от температуры. Течение установившееся, ламинарное. Трение жидкости о боковые стенки не учитываем, считая $B \gg h$, где B – ширина щели. Либо считая щель кольцом с диаметром значительно превышающим радиальный зазор. Температура стенок поддерживается постоянной (граничное условие первого рода). Задача состоит в отыскании распределения температуры в поперечном сечении, настолько удалённого от входа, что температура не зависит от продольной координаты.

Задача описывается следующей системой уравнений [1]

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}, \quad (1)$$

$$\lambda \frac{d^2 T}{dy^2} + \tau_{xy} \left(\frac{dv_x}{dy} \right) = 0, \quad (2)$$

$$y = 0, \quad \tau_{xy} = 0, \quad \frac{dv_x}{dy} = 0, \quad \frac{dT}{dy} = 0, \quad (3)$$

$$y = \pm h, \quad |\tau_{xy}| = \tau_w, \quad v_x = 0, \quad T = T_w. \quad (4)$$

Полагаем $\partial/\partial x = \partial/\partial z = \partial/\partial t = 0$.

Используются реологические модели Эллиса и Оствальда - де Вилия

$$\frac{dv_x}{dy} = \tau_{xy} \left(a + b |\tau_{xy}|^{\alpha-1} \right), \quad \tau_{xy} = \mu \left| \frac{dv_x}{dy} \right|^{n-1} \frac{dv_x}{dy}. \quad (5)$$

Здесь p – давление; x, y, z – декартовы координаты; t – время; $\tau_{xy}(y)$ – касательное напряжение; $v_x(y)$ – осевая компонента скорости; T, T_w – температура жидкости и стенки канала; λ – коэффициент теплопроводности жидкости; a, b, α, n, μ – реологические константы.

Из уравнения движения (1) с учётом условий (3), (4) находим распределение касательного напряжения в поперечном сечении канала

$$\tau_{xy} = \tau_w \frac{y}{h}, \quad (6)$$

где $\tau_w = \frac{dp}{dx}h$ - касательное напряжение на стенке (аналог градиента давления),

$$\frac{dp}{dx} = -\frac{\Delta p}{L}, \Delta p - \text{падение давления по длине канала, длиной } L.$$

В результате интегрирования уравнения Фурье-Киргофа (2) с учётом условий (3), (4) для модели Эллиса (5) имеем

$$\theta_E = \frac{\tau_w^2}{12}(1-\xi^4) + \frac{b|\tau_w|^{\alpha+1}}{(\alpha+2)(\alpha+3)}(1-|\xi|^{\alpha+3}). \quad (7)$$

Аналогично для модели Оствальда – де Виля (5), получим

$$\theta_O = \frac{n^2|\tau_w|^{\frac{1}{n}+1}}{(1+2n)(1+3n)\mu^{\frac{1}{n}}}\left(1-|\xi|^{\frac{1}{n}+3}\right). \quad (8)$$

В выражениях (7), (8) приняты обозначения

$$\theta_E = \frac{(T_E - T_w)\lambda}{h^2}, \quad \theta_O = \frac{(T_O - T_w)\lambda}{h^2}, \quad \xi = \frac{y}{h}, \quad (9)$$

где θ_E , θ_O - температура при течении жидкости Эллиса и Оствальда – де Виля, соответственно, ξ - безразмерная переменная.

Форма для температуры (9) даёт возможность сопоставлять тепловые эффекты обеих моделей в идентичных условиях течения, поскольку не содержит реологических параметров.

Согласно выражениям (7), (8) эпюра температуры имеет максимум в точке $\xi=0$. При этом максимальные температуры составляют, соответственно, для модели Эллиса (7)

$$\theta_{E,m} = \frac{\tau_w^2}{12} + \frac{b|\tau_w|^{\alpha+1}}{(\alpha+2)(\alpha+3)}. \quad (10)$$

И для модели Оствальда – де Виля (8)

$$\theta_{O,m} = \frac{n^2|\tau_w|^{\frac{1}{n}+1}}{(1+2n)(1+3n)\mu^{\frac{1}{n}}}. \quad (11)$$

Здесь принято: $\theta_{E,m} = \theta_E(\xi=0)$, $\theta_{O,m} = \theta_O(\xi=0)$.

Для практических расчётов воспользуемся данными реологических исследований, представленными в работе [2]. Измерения выполнены на капиллярном вискозиметре плунжерного типа. Резиновая смесь следующего состава [в ч. (масс)]: СКН-40 -100, мел - 40, сера 1,5, оксид цинка -5, каптакс -0,8, стеарин -1,5. Диаметр плунжера и цилиндрической камеры термостатирования 9,52 мм, диаметр капилляра 2 мм, температура смеси при испытании 120 °С. Исследован интервал касательных напряжений от 0,123 МПа до 0,203 МПа.

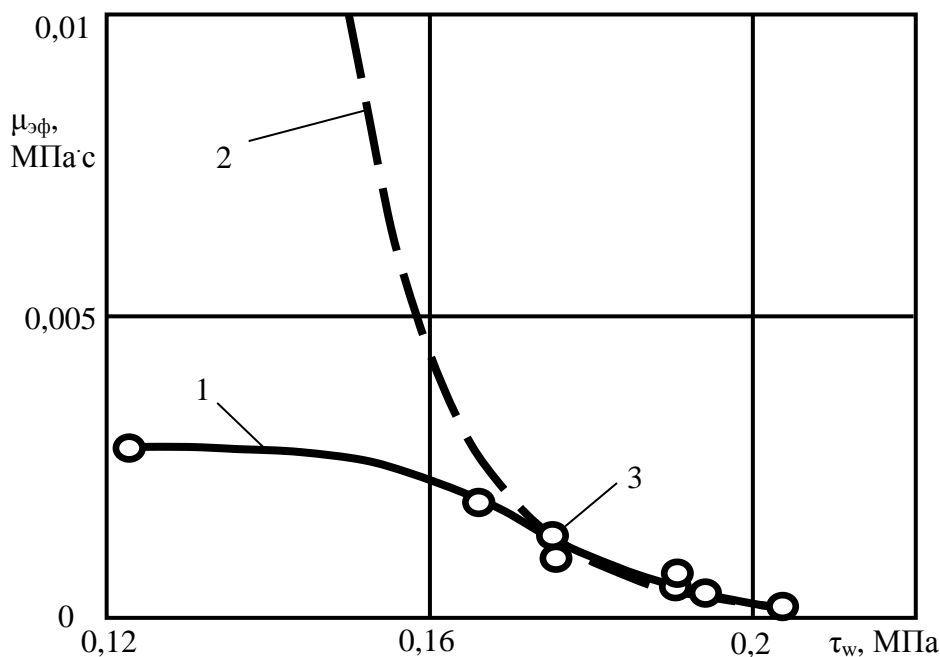


Рис. 1. Зависимость эффективной вязкости жидкостей Эллиса (линия 1) и Оствальда – де Вилля (2) от касательного напряжения на стенке. Экспериментальные точки – 3.

В результате обработки кривой течения получены следующие значения реологических констант для модели Эллиса: $\alpha=17,893$, $a=350,217 \text{ МПа}^{-1}\text{с}^{-1}$, $b=2,373 \times 10^{15} \text{ МПа}^{-a}\text{с}^{-1}$. Соответственно, при аппроксимации кривой течения моделью Оствальда - де Вилля: $n=0,071$, $\mu=0,124 \text{ МПа} \cdot \text{с}^{0,346}$. Рассматриваемый материал является ярко выраженным псевдопластиком. Если модель Эллиса хорошо коррелирует со всеми экспериментальными точками, то модель Оствальда - де Вилля хорошо коррелирует с экспериментальными данными только на участке больших касательных напряжений.

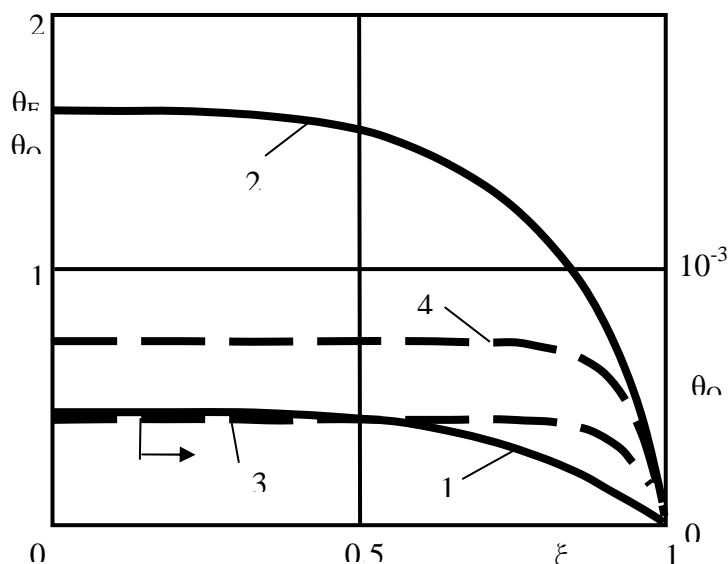


Рис.2. Распределение температуры в поперечном сечении канала при течении жидкости Эллиса (линии 1 и 2) и Оствальда – де Вилля (3,4). Линии 1 и 3 отвечают $\tau_w=0,123 \text{ МПа}$; 2, 4 – $\tau_w=0,203 \text{ МПа}$.

Сопоставление аппроксимаций с экспериментальными точками иллюстрируется с

помощью зависимости эффективной вязкости $\mu_{эф} = \tau_w \left(\frac{dv_x}{dy} \Big|_{y=h} \right)^{-1}$ от касательных

напряжений на стенке на рис.1. Поскольку касательное напряжение измеряется в мегапаскалях, то размерность эффективной вязкости будет МПа·с.

Эффективная вязкость рассчитывалась по формулам:
для жидкости Эллиса

$$\mu_{эф} = \frac{1}{a + b\tau_w^{\alpha-1}},$$

для жидкости Оствальда - де Вилля

$$\mu_{эф} = \mu \left(\frac{\tau_w}{\mu} \right)^{\frac{n-1}{n}}.$$

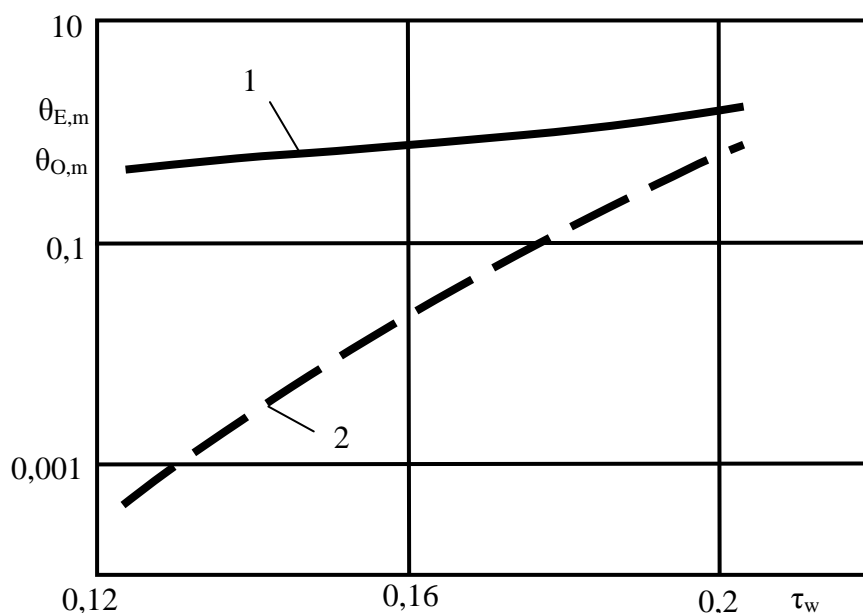


Рис.3. Зависимость максимальной температуры от касательного напряжения на стенке для жидкости Эллиса (линия 1) и жидкости Оствальда – де Вилля (2).

Из рисунка видно, что на участке касательных напряжений, начиная с $\tau_w = 0,18$ МПа обе модели показывают хорошую корреляцию. Однако, в области малых напряжений хорошую корреляцию даёт модель Эллиса (описывает наибольшую ньютоновскую вязкость), модель же Оствальда – де Вилля показывает сильное расхождение, поскольку имеет свойство $\tau_w \rightarrow 0, \mu_{эф} \rightarrow \infty$.

На рис.2 представлены расчётные профили температур, построенные с использованием выражений (7), (8) для наименьшего ($\tau_w = 0,123$ МПа) и наибольшего ($\tau_w = 0,203$ МПа) напряжения на стенке. Видно, что в случае жидкости Эллиса (линии 1, 2) имеет место плавное изменение температуры по всему сечению. Для жидкости Оствальда – де Вилля (линии 3,4) распределение температуры в ядре потока практически однородное и сильно изменяется у стенки, на участке $0,8 < \xi < 1$. Кроме того, по абсолютной величине модель Оствальда – де Вилля показывает существенно заниженные значения температур, особенно при малых напряжениях на стенке (кривая 3).

На рис.3 представлен график изменения максимальной температуры с изменением касательного напряжения на стенке. Использовались расчётные формулы (10), (11). Из рисунка видно, что модель Оствальда – де Вилля даёт сильно заниженные значения

температур даже в области больших касательных напряжений. Расхождение значительно усиливается с уменьшением касательных напряжений.

Сильное расхождение обусловлено неточностью описания моделью Оствальда – де Вилля течения неньютоновской жидкости в окрестности точки максимума скорости, в которой эта модель показывает значительно завышенную эффективную вязкость. Это, в частности, иллюстрирует рис.1: при $\tau_w \rightarrow 0$, $\mu_{эф} \rightarrow \infty$. Как показали исследования (путём сопоставления с моделью Эллиса), это обстоятельство существенно влияет на профиль скорости и расходную характеристику.

Литература

1. Мак-Келви Д.М. Переработка полимеров. – М.: Химия, 1965.
2. Красовский В.Н., Воскресенский А.М., Харчевников В.М. Примеры и задачи по технологии переработки эластомеров. – Л.: Химия, 1984. – 240 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА ВЫХОД ПРОДУКТА В СЛОЖНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ. ИЗОТЕРМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

О.А. Тишин д.т.н., профессор *ВПИ (филиал) ВолгГТУ*, Волжский,
В.Н. Харитонов к.т.н., доцент *ВПИ (филиал) ВолгГТУ*, Волжский,
И.С. Мокрецова старший преподаватель, *ВПИ (филиал) ВолгГТУ*, Волжский,
В.С. Суворова студентка *ВПИ (филиал) ВолгГТУ*, Волжский,
Д.В.. Татаренкова студентка *ВолгГТУ*, Волгоград

Настоящая работа является продолжением исследований по влиянию перемешивания на протекание химических реакций [1-5]. В серии предыдущих работ было показано, что в случае проведения в аппарате с мешалкой быстрых реакций наблюдается локализация зоны химической реакции вблизи зоны дозирования, размеры этой зоны малы по сравнению с объемом всего реактора и зависят от величины энергии рассеиваемой в единице массы перемешиваемой жидкости. В том случае, когда в реакторе осуществляются конкурирующие реакции, сильно отличающиеся константами скоростей, на продолжительность процесса химического превращения существенное влияние оказывают процессы массопереноса. Несмотря на существенное различие в константах скоростей количество реагента, дозируемого в реактор, расходуемого в параллельных реакциях одного порядка. В месте подачи раствора реагента образуется факел из мельчайших частиц (глобул). Время существования глобул, содержащих дозируемый реагент, исчисляется 1-2 секундами [5]. Это означает, что весь дозируемый в реактор реагент расходуется в пределах зоны реакции. Это факел подхватывается потоком жидкости перемещаемой мешалкой. Через факел проходит не весь поток жидкости перекачиваемой мешалкой, но только часть его, определяемая местной скоростью движения жидкости и поперечным сечением факела. Этот поток можно представить как трубу, в которой движутся глобулы жидкости, содержащий дозируемый реагент. Растворенные в предварительно другие реагенты реакции за счет массопереноса поступают к поверхности глобул.

Все вышесказанное позволяет представить весь объем реактора в виде двух зон. Первая зона – это зона дозирования, которую можно представить как трубы, которой движется жидкость с диспергированными в ней глобулами дозируемого реагента. Предварительно растворенные в сплошной фазе реагенты за счет массопереноса транспортируются к внешней поверхности глобул. Реагенты быстрой реакции реагируют между собой в зоне близкой к этой поверхности. Реагент медленной реакции попадает в объем глобулы, и реагирует с дозируемым реагентом. Весь дозируемый реагент расходуется в пределах зоны дозирования.

Вторая зона представляется как своеобразный усреднитель. Объем этой зоны сопоставим с объемом всего аппарата. В ней не происходит химическое взаимодействие. Поэтому к ней можно применить правило, по которому эту зону можно считать аппаратом идеального перемешивания [1,2]. В соответствии с этим правилом реактор можно считать аппаратом идеального перемешивания, если выполняется условие:

$$k_m \bar{\tau} \geq 30.$$

Это условие для реактора, в котором протекает быстрая реакция, обеспечить не сложно. Перемешивание в первой зоне сказывается на размерах этой зоны, размерах образующихся вихрей, коэффициенте внешнего массопереноса о доли циркуляционного потока мешалки проходящего через зону реакции. Значения коэффициента массопереноса можно оценить по зависимости приведенной в литературе [7].

Химическое превращение, сопровождаемое перемешиванием, завершается в зоне дозирования. В объеме усреднителя происходит выравнивание концентраций предварительно растворенных реагентов и продуктов реакций. Общение между зонами обеспечивается за счет циркуляционного потока создаваемого перемешивающим устройством. В первую зону поступает не весь циркуляционный поток создаваемый мешалкой, но только его часть. Величина циркуляционного потока поступающего в зону реакции определяется площадью поперечного сечения зоны реакции местной скоростью движения перемешиваемой жидкости через сечение.

Была разработана математическая модель реактора, представляющая собой систему уравнение по каждому участнику событий, вида:

$$F(x_i) = 0.$$

Эта система формируется на основе использования законов сохранения субстанции и с применением блочного принципа построения моделей. В эти уравнения в обязательном порядке входят причинно-следственные связи, влияние которых на поведение объекта необходимо исследовать. Система уравнений сохранения дополняется начальными и граничными условиями, набором ограничений на пределы изменения параметров:

$$x_{i_{\min}} \leq x_i \leq x_{i_{\max}}.$$

Подсистема базовых уравнений сохранения дополняется подсистемой уравнений для расчета различных кинетических коэффициентов, входящих в подсистему базовых уравнений, в граничные и начальные условия (константы скоростей химических реакций, коэффициенты массообмена на границе раздела фаз и др.).

Математическая модель в качестве параметра содержит соотношение расходов жидкости циркулирующей через зону дозирования и расхода дозируемого реагента, а также соотношение расхода жидкости перемещаемой мешалкой с расходом дозируемого реагента. Расчеты показали, что влияние перемешивания (скорости вращения мешалки) перестают оказывать влияние на выход продукта при соотношениях расходов жидкости циркулирующей через зону дозирования и потока питания более десяти и соотношения расхода жидкости перемещаемой мешалкой к расходу дозируемого реагента более ста. Результаты расчетов по модели были сопоставлены с результатами экспериментальных исследований [6]. Сравнение результатов расчета и эксперимента были удовлетворительными, что позволяет использовать предложенную модель для расчета реакторов с учетом влияния условий перемешивания.

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

F – функция; k_m – коэффициент объемного массопереноса; $\bar{\tau}$ – среднее время пребывания в аппарате; x_i – переменная; i – номер переменной.

Список литературы

1. Тишин, О.А. Определение условий предварительной смешанности в аппаратах с мешалками / О.А. Тишин, И.Н. Дорохов // Журнал прикладной химии, 2002, т.75, № 11, стр.-1877-1880
2. Тишин, О.А. Определение условий обеспечивающих в аппаратах с мешалками распределение времени пребывания, соответствующее модели идеального перемешивания / О.А. Тишин, И.Н. Дорохов, А.Ф. Качегин // Известия ВУЗов Химия и химическая технология, 2002, т.45, вып.5, стр.-70-73
3. Тишин, О.А. Выбор числа оборотов перемешивающего устройства в аппарате с мешалкой / О.А. Тишин, А.В. Девкин // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «реология, процессы и аппараты химических технологий» 2010. т.№ 1(61). 89-92
4. Тишин, О.А. Экспериментальное исследование процесса перемешивания в аппарате с мешалкой / О.А. Тишин, Т.В. Островская, А.В. Девкин // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «Реология, процессы и аппараты химических технологий» Вып. 5 Сб. научн. ст./ ВолгГТУ.-Волгоград, 2012 т. №1, С.- 88-90
5. Тишин, О.А. Влияние условий перемешивания на интегральные характеристики химического процесса / О.А. Тишин, В.Н. Харитонов // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «Реология, процессы и аппараты химических технологий» Вып. 7 Сб. научн. ст./ ВолгГТУ.-Волгоград, 2014 т. №1, С.- 136-139
6. Verschuren, I.L.M, J.G. Wijers, and J.T.F. Keurentjes “Effect of mixing on the product quality in semi-batch stirred tank reactors”, A.I.Ch.E. J. (2001), v47, (6), p.661-665
7. Брагинский Л.Н., Бегачев В.И., Барабаш М.В. Перемешивание в жидких средах: Физические основы и инженерные методы расчета. Л.: Химия, 1984 г. 336 с.

ВОЗМОЖНЫЕ МЕТОДЫ МОДИФИКАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Сторожева А.С., магистрант ВТПЭ-1, Дейнекин М.А., студент ВХТ-401, Каблов В.Ф., профессор, Хлобжева И.Н. ст преп., Соколова Н.А., ст. преп., Костин В.Е., доцент
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

В настоящее время общедоступным сырьем для получения широко спектра применения сорбентов являются растительные целлюлозо-содержащие отходы.

Объектами исследования являются: измельченные остатки тростника Южного и древесные опилки нехвойных пород. Механическая активация сорбирующего материала является наиболее простым способом увеличения площади его поверхности и поглотительной способности.

Согласно литературным данным, при повышении степени помола происходит разрыв части межмолекулярных водородных связей, освобождаются гидроксильные группы, растет удельная активная поверхность целлюлозы. Кроме этого, рост степени помола формированием повышенного количества новых мезо- и микропор и, следовательно, ростом их сорбционного потенциала. Очень мелкодисперсные порошки, после завершения процесса сорбции достаточно сложно отделять от раствора.

Было исследовано несколько способов модификации измельченного биополимерного сырья. 1 способ: - Образцы выдерживали до полного насыщения в воде.

Затем отжав их от лишней воды, образцы в течение 3-х суток подвергались глубокой заморозке. Последним этапом данного способа, было постепенное оттаивание образцов при комнатной температуре с последующим удалением воды. 2.способ:- Образцы в течении 3-х часов выдерживали в растворе 5н NaOH и 3н NaOH. Затем материал отжимали, промывали дистиллированной водой до нейтрального значения рН среды. 3 способ: Образцы модифицированные по способу 2 активировали под действием СВЧ мощностью 1000 Вт в течение 5 минут. 4.способ образцы модифицированные по способу 1 также подвергались СВЧ-активации. Все полученные образцы выдерживали в сушильном шкафу при температуре 110°C до постоянного веса.

Проводился сравнительный анализ следующих свойств полученных образцов на: флотационную способность (плавучесть), набухание, водопоглощение, насыпную плотность. Наилучшие характеристики при исследовании флотационной способности показали образцы, полученные по способу 2. Образцы, полученные по способу 3 характеризуются наилучшими показателями набухаемости и водопоглощением. Но наиболее высокий показатель насыпной плотности имеет образец 1 основе целлюлозы тростника Южного. Не модифицированные образцы измельченных остатков тростника Южного и древесных опилок нехвойных пород, в данном случае, показали наименьший результат по всем исследуемым направлениям.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Н.А.Федорова студент, ВХТ-401, И.Н. Хлобжева к.с/х.н.,
ст. преп., Н.А. Соколова ст.преп., В.Г. Кочетков аспирант,
В.Е. Костин к.т.н., доцент, В.Ф. Каблов д.т.н. профессор
Волжский политехнический институт (филиал) ВолГТУ

Защита металлических конструкций в водной среде, является актуальной во всем мире. Это связано не только с экономическими и техническими проблемами, а также и с тем, что вода является коррозионно-активной средой за счет наличия в ней растворенных химических веществ, газов, большого количества микроорганизмов и продуктов их метаболизма. Кроме этого, большое влияние на протекание коррозионных процессов оказывает температура, давление, ударное действие течения воды и т.д..

Проведены испытания стойкости к коррозионным процессам цинкового покрытия образцов размером 20x3x70 мм из стали ст.3 в водной среде с помощью ускоренных методов определения скорости коррозии. Ускоренные циклические коррозионные испытания проводились в лабораторных условиях в течении 30 дней с различной степенью погружения и движением 3% раствора хлористого натрия. Показано, что коррозионный процесс на разных участках поверхности образцов протекает с различной интенсивностью и зависит от многих факторов. В ходе исследований, наблюдалось изменение значений электродного потенциала, цинковых покрытий изучаемых образцов. Установлен диапазон изменения массы исследуемых образцов. Определены глубинные показатели скорости коррозии данных образцов. Проведено исследование стойкости образцов к биокоррозии в водной среде.

Кроме использования количественных методов исследования коррозионной стойкости, применялись качественные методы с подробным описанием в процессе наблюдения изменение внешнего вида образца. Поверхность образцов после испытаний была как гладкой, без следов коррозии так и шероховатой. Показано, что на поверхности цинкового покрытия образцов погруженных в хорошо перемешиваемую водную среду, присутствует пористый налет белого цвета с желтоватыми вкраплениями. Это

способствует образованию катодных и анодных участков и как следствие - может привести к увеличению скорости электрохимической коррозии.

Показано, что исследуемое цинковое покрытие образцов полностью погруженных в 3% раствор хлористого натрия является коррозионностойким.

ПРИРОДНЫЕ ПОЛИМЕРЫ МЕЛАНИНЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОТИВОСТАРИТЕЛИ ЭЛАСТОМЕРОВ И ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

О. М. Новопольцева ,проф.кафедры ВТПЭ; Н.В.Грачёва ,*зав.лаб.кафедры ПЭБЖ; Т.С. Краснова ,магистр.

*Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ
Волгоградский государственный технический университет

В настоящее время при создании высокоэффективных полимеров и полимерных композиций важно применение продуктов не нефтехимического происхождения, а соединений, образующихся в растительных организмах, так как они экологически чисты, не требуют для своего производства невозобновляемых источников углеводородного сырья, а также больших количеств энергетических ресурсов. Как правило, такие соединения обладают высокими показателями антиокислительной эффективности и низким уровнем токсичности.

Используемые в производстве РТИ синтетические антиоксиданты (аминного и фенольного типа) не всегда по своим экологическим характеристикам, доступности и простоте синтеза удовлетворяют современным требованиям. Особенно актуально применение противостарителей природного происхождения в изделиях для детей, в медицинских изделиях и пищевой промышленности.

Целью работы является исследование возможности применения экологически чистых природных полимеров меланинов в качестве противостарителей в эластомерных композициях.

Для оценки возможности применения меланинов в указанных целях, необходимо исследовать их влияние на вулканизационные свойства резиновых смесей, физико-механические свойства вулканизатов и стойкость к термоокислительному старению.

Исследуемые в качестве противостарителей меланины гриба *Inonotus obliquus* (чага) и подсолнечника, полученные сотрудниками кафедр ПЭБЖ и ПАХП ВолгГТУ, вводились как в состав стандартных рецептов резиновой смеси на основе каучука СКИ-3, так и исследовались в качестве противостарителей каучука. Контрольные образцы содержали широко применяемый в резиновой промышленности противостаритель фенольного типа агидол-2.

Влияние меланинов на стойкость каучука СКИ-3 к термоокислительному старению оценивали по результатам ДТА и кинетики поглощения кислорода (методом ДСК). Показано, что наиболее эффективными противостарителями каучука СКИ-3 являются модифицированные меланины гриба *Inonotus obliquus* (чага) осаждённые соляной кислотой (Мч) и меланины лужги подсолнечника (Мл).

В таблице 1 представлены реометрические свойства резиновых смесей и физико-механические свойства вулканизатов.

Таблица 1 - Реометрические свойства резиновых смесей и свойства вулканизатов

Показатель	Контрольный	Мч ¹	Мл ²	М 1 ³	М 2 ⁴	М 3 ⁵
Показатель скорости вулканизации (Rv), мин-1	21,8	32,6	28,8	17,5	35,3	39,3
Условная прочность при растяжении (f _p), МПа	15,1	17,1	17,7	14,5	18,7	15,9
Относительное удлинение при разрыве (ε _p), %	720	683	797	723	677	707
Относительное остаточное удлинение (ε _{ост.}), %	6	7	10	7	7	10
Изменение показателей после термоокислительного старения						
70 °С x 24 часа						
Δf _p , %	-70,3	-13,1	-15,2	-25,6	-19,9	-21,2
Δε _p , %	-16,4	-18,8	-18,8	-19,1	-21,7	-11,4
70 °С x 72 часа						
Δf _p , %	-77,3	-24,1	-26,2	-37,6	-49,9	-57,2
Δε _p , %	-36,4	-38,8	-38,8	-39,2	-31,7	-31,4
70 °С x 96 часов						
Δf _p , %	-83,3	-69,1	-72,2	-74,6	-79,9	-77,2
Δε _p , %	-46,4	-48,8	-8,8	-9,1	-21,7	-11,4
*Режим вулканизации 145 °С, 20 мин						

Мч¹- модифицированные меланины гриба *Inonotus obliquus* (чага), осаждённые соляной кислотой; Мл²- меланины лужги подсолнечника; М1³- меланины гриба *Inonotus obliquus* (чага), осажденные соляной кислотой; М2⁴- меланины гриба *Inonotus obliquus* (чага), осажденные ацетоном; М3⁵ - меланины гриба *Inonotus obliquus* (чага), осажденные хлоридом кальция.

Из данных таблицы 1 видно, что наиболее эффективными являются модифицированные меланины гриба *Inonotus obliquus* (чага) осаждённые соляной кислотой (Мч) и меланины лужги подсолнечника (Мл). Показано, что в их присутствии скорость вулканизации увеличивается на 33-49 %, а стойкость к термоокислительному старению при 70 °С x 24 часа возрастает на 85-87 %.

Таким образом, установлено, что меланины проявляют высокую антиокислительную активность в составе резиновых смесей на основе каучуков общего назначения и возможно их применение в качестве природных и экологически чистых противостарителей в эластомерных композициях.

Литературный обзор:

1. Краснова Т.С., Новопольцева О.М. Исследование природных полимеров меланинов гриба *inonotus obliquus* (чага) в качестве противостарителей каучуков общего назначения, XXV Менделеевский конкурс молодых учёных, Томск 2015

2. Грачёва Н.В. Химическая модификация природных полимеров меланинов гриба *inonotus obliquus* (чага) с целью получения высокоактивных антиоксидантов, автореферат дисс.канд.техн.наук/ВолгГТУ, Волгоград, 2014

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ПЛАСТИФИКАТОРА НА СВОЙСТВА ПЛАСТИКАТА НА ОСНОВЕ ПВХ

Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Москвичева М. А.,
Степанова А.Г., Ким И.О.

*Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ
г. Волжский, Россия, www.volpi.ru*

ПВХ является одним из первых полимеров, получивших широкое коммерческое распространение. Хотя он и уступает полиэтилену в звании пластика номер один в мире, зато удерживает титул самого универсального из них – как по числу способов его переработки, так и по множеству конечных продуктов. Одной из причин чрезвычайно быстрого роста производства ПВХ является то обстоятельство, что пока нет другого полимера, который можно было подвергать такому разнообразному модифицированию, как это делают с ПВХ. Пластификация полимеров является одним из способов их модификации, позволяющим широко изменять физико-механические свойства. Такое изменение свойств сопряжено с уменьшением межмолекулярного взаимодействия между полимерными цепями или с повышением подвижности отдельных участков макромолекул, макромолекул в целом, а иногда и более крупных структурных элементов полимера. Но при изготовлении пластикаторов на основе поливинилхлорида, при введении в их состав пластификаторов в достаточно больших количествах это может привести к резкому снижению физико-механических свойств.

Целью данной работы было получение оптимальной маслобензостойкой композиции пластика с улучшенными физико-механическими свойствами. Основой для получения необходимой рецептуры является пластикат гранулированный маслобензостойкий Люкспласт-М (ТУ 4046180662-07).

Совместимость ПВХ с пластификаторами является одним из важнейших факторов, определяющих выбор компонентов при разработке пластифицированного материала. Совместимостью, по существу, определяется возможность использования того или иного соединения в качестве пластификатора. Нами установлено, что при введении в рецептуру пластикаторов трихлорпропилфосфата (ТХПФ), можно получать пластикаты с улучшенными физико-механическими свойствами и хорошим уровнем горючести. Этот выбор обусловлен тем, что трихлорпропилфосфата по своей совместимости с поливинилхлоридом относится к первой группе пластификаторов, который практически неограниченно совмещается с ПВХ, имеет низкую летучесть, обладает высокой химической стойкостью и высокой эффективностью пластифицирующего действия.

При добавлении ТХПФ происходит повышение маслостойкости и бензостойкости пластикаторов, это объясняется тем, что при добавлении ТХПФ происходит увеличение полярных функциональных групп и образец становится более стоек к воздействию бензина и масла. Введение в композицию небольших количеств пластификатора приводит к повышению механической прочности, за счет возникновения в пластике упорядоченности молекул, что и вызывает повышение жесткости пластика.

Нами установлено, что при введении в рецептуру пластикаторов трихлорпропилфосфата (ТХПФ) можно получать пластикаты с хорошим уровнем горючести и улучшенными физико-механическими свойствами.

Научное издание

**15-я научно-практическая конференция
профессорско-преподавательского состава ВПИ**

г. Волжский, 25-29 января 2016 г.

Сборник тезисов докладов

Ответственный за выпуск С.И. Благинин

План электронных изданий 2016 г. Поз. № 122В

Подписано на «Выпуск в свет» 04.04.2016. Уч-изд. л. 16,8
На магнитносителе.

Волгоградский государственный технический университет.
400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 1.

о