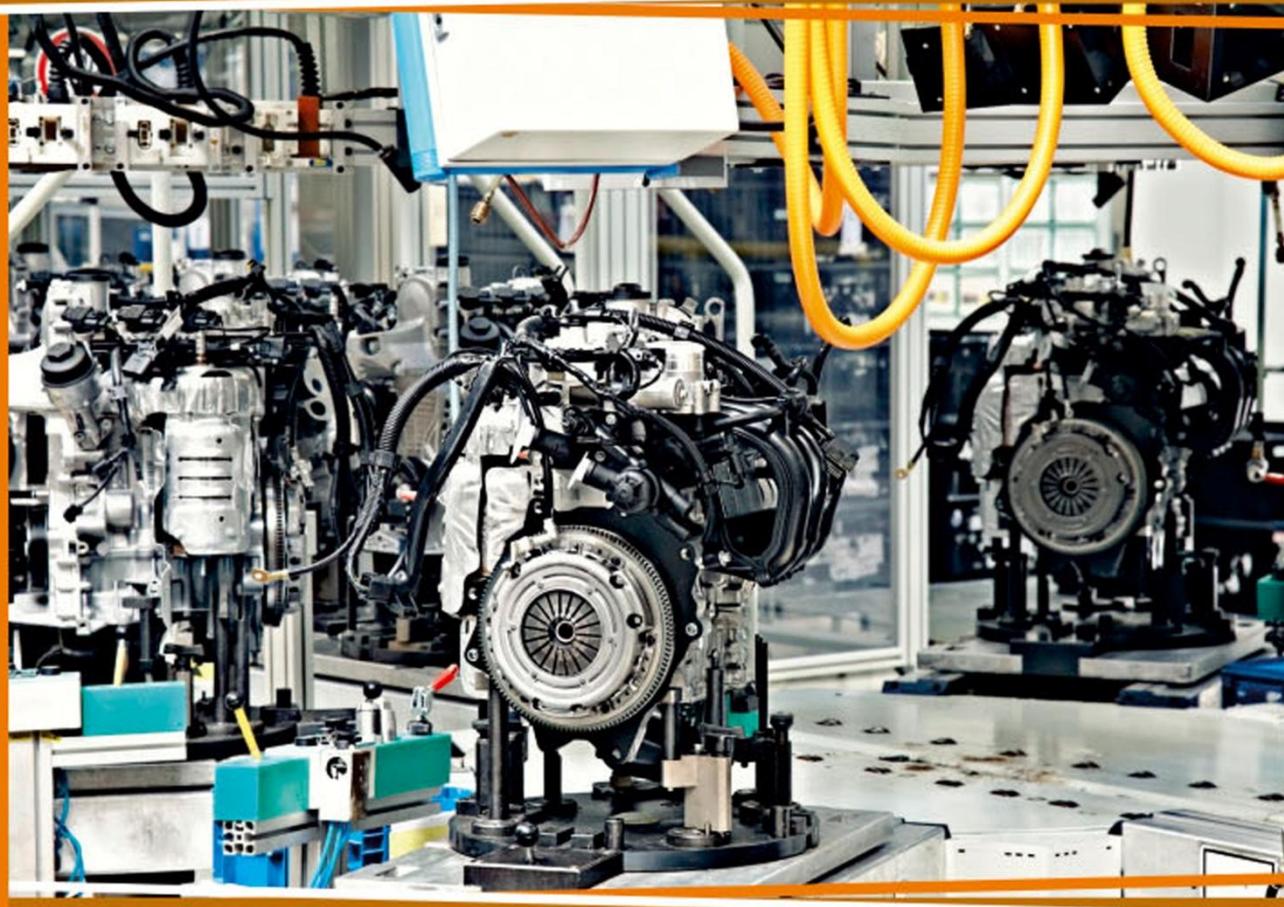




СИБАК
www.sibac.info

**IX СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
ЗАОЧНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО
СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ**



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

г. НОВОСИБИРСК, 2013 г.



МАТЕРИАЛЫ IX СТУДЕНЧЕСКОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ
XXI СТОЛЕТИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Новосибирск, 2013 г.

УДК 62
ББК 30
Н 34

Н 34 «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»:
материалы IX студенческой международной заочной научно-практической конференции. (07 марта 2013 г.) — Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. — 120 с.

ISBN 978-5-4379-0237-0

Сборник трудов IX студенческой международной заочной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Редакционная коллегия:

Председатель редколлегии:

- кандидат медицинских наук, доктор психологических наук, профессор, академик Международной академии наук педагогического образования — Дмитриева Наталья Витальевна

Члены редколлегии:

- д-р техн. наук, профессор. Ректор Казахстанского университета инновационных и телекоммуникационных систем, действительный член (академик) Национальной инженерной академии Республики Казахстан (НИА РК). Заместитель председателя Западно-Казахстанского филиала НИА РК — Ахметов Сайранбек Махсутович;
- канд. техн. наук, доцент Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка — Ахмеднабиев Расул Магомедович;
- канд. техн. наук, доцент Института развития дополнительного профессионального образования. Бизнес-консультант, Академия менеджмента и рынка. Директор по управленческому консалтингу, СРО НП "ДелоТелеКом" — Елисеев Дмитрий Викторович;
- канд. физ.-мат. наук, доцент, кафедра высшей математики в Югорском государственном университете — Зеленская Татьяна Евгеньевна.

ББК 30

ISBN 978-5-4379-0237-0

© НП «СибАК», 2013 г.

Оглавление

Секция 1. Архитектура, Строительство	5
ПРИМЕНЕНИЕ МЕДИА-ТЕХНОЛОГИЙ И 3D ПРИНТЕРОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И В СТРОИТЕЛЬСТВЕ АРХИТЕКТУРНЫХ ФАСАДОВ Адилакын Азамат Асхатулы Ким Татьяна Эдуардовна	5
МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА — EXPO МаксUTOва Айкуркем Махамбетовна Ким Татьяна Эдуардовна	13
Секция 2. Информационные технологии	19
ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МНОГОПРОФИЛЬНОГО ДЕТСКОГО МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ НПЦ «БОНУМ») Гайнирова Мария Михайловна Никифоров Денис Андреевич	19
ПРОБЛЕМА «ГРЯЗНЫХ ДАННЫХ» ПРИ ВНЕДРЕНИИ СРЕДСТВ DATA MINING Емцов Вячеслав Сергеевич Снижко Елена Александровна	30
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ОФФЛАЙН РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА НА КИТАЙСКОМ ЯЗЫКЕ Попова Виктория Владимировна Федосеев Андрей Анатольевич	35
ФАЙЛ-СЕРВЕРНАЯ NOSQL СУБД Шахматов Александр Александрович Слинкин Дмитрий Анатольевич	44
Секция 3. Машиностроение	49
К ВЫБОРУ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПОРНО-ПОВОРОТНЫХ МЕХАНИЗМОВ АНТЕННЫХ УСТРОЙСТВ Богорад Мирослава Сергеевна Лимаренко Герольд Николаевич	49
Секция 4. Металлургия	58
МЕТОДЫ НАНЕСЕНИЯ НА ОПРАВКУ ИЗНОСОСТОЙКОГО СЛОЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ Чугункин Сергей Владимирович Цурихин Сергей Николаевич	58

Секция 5. Нанотехнологии	65
НАНОТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ	65
Ломейко Татьяна Владимировна	
Кисамедин Гульжан Мустаховна	
Секция 6. Пищевая промышленность	73
ХОЛЕСТЕРИН. ПОЛЕЗЕН? ВРЕДЕН?	73
Зарипова Лилия Дамировна	
Гафиатуллина Рамиля Тагировна	
Вильданова Флера Дамировна	
Секция 7. Технологии	79
ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН	79
Завгородний Иван Александрович	
Кузнецова Марина Ивановна	
Секция 8. Математика	84
ОБ ОДНОЙ ФУНКЦИИ КАРЛЕМАНА ДЛЯ РАСТУЩИХ ПОЛИГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ	84
Жураева Умидахон Юнусалиевна	
Ашурова Зебинисо Рахимовна	
О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РАЗРАБОТКОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПК	89
Прокопчук Алексей Николаевич	
Беломестнова Вера Ревокатовна	
ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ	101
Русакова Анастасия Андреевна	
Солодкова Марина Владимировна	
Тимошенко Марина Андреевна	
Агишева Джамиля Калимулловна	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРЯМЫХ МЕТОДОВ МИНИМИЗАЦИИ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ	110
Тюбина Ольга Игоревна	
Пантелеева Лейсан Ренатовна	

СЕКЦИЯ 1.

АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

ПРИМЕНЕНИЕ МЕДИА-ТЕХНОЛОГИЙ И 3D ПРИНТЕРОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И В СТРОИТЕЛЬСТВЕ АРХИТЕКТУРНЫХ ФАСАДОВ

Адилакын Азамат Асхатулы
студент 2 курса, КазГАСА, г. Алматы
E-mail: azamat93@mail.ru

Ким Татьяна Эдуардовна
научный руководитель, магистр наук, ассистент проф. КазГАСА, г. Алматы

В статье рассмотрены особенности применения медиа-фасадов и 3d принтеров в архитектурном проектировании. Также выделены их преимущества и влияние на современную архитектуру.

Современные фасады являются одними из важнейших конструкций сооружений, отвечающие разным требованиям: безопасности, функциональности, комфорту и т. д. Главной задачей которых является обеспечение комфортного климата в здании и защиту от атмосферных явлений. Нынешние архитектурные фасады должны быть привлекательными, конкурентоспособными, запоминаемыми и соответствовать современным требованиям.

Медиа-фасады — это уникальная светодиодная поверхность любой формы, размера и разрешения расположенная на фасаде здания, которая может быть использована в архитектурно-дизайнерских и одновременно в рекламно-информационных целях [1].

Виды медиа-фасадных решений:

- Иллюминационная подсветка зданий с программируемым изменением цвета;
- Дисплейные установки в ограниченную часть или полностью на всю площадь фасада здания;

- Видео-стены большой площади;
- Облегченные светодиодные конструкции, обладающие высокой степенью прозрачности;
- Видео-экраны для фасадов со сложной геометрией [1].

Полотно изготовлено по LED-технологии, применяющей сверх яркие светодиоды (Lighting Emission Diode) с высокой светоотдачей и длительным ресурсом. Светодиоды красного, синего и зеленого цвета объединяются в ячейку (cluster), которая является отдельной точкой изображения (pixel), количество этих точек определяет разрешение дисплея. Светодиод — элементарный полупроводниковый источник света, содержащий один или несколько испускающих свет кристаллов в одном корпусе с одной, формирующей световой поток, линзой. Светодиод обладает рядом преимуществ:

- Чистый цвет;
- Большое количество различных цветов свечения и направленность излучения;
- Высокая надежность и прочность (ударная и вибрационная устойчивость);
- Вандалоустойчивость;
- Повышенный КПД;
- Длительный срок службы (может достигать 100 тысяч часов);
- Низкое энергопотребление;
- Высокий уровень электро- и пожаробезопасности за счет отсутствия высоких напряжений и нагрева излучателей;
- Экологичность продукта (отсутствие ядовитых составляющих) [1].

Медиа-фасад способен покрывать как все здание, так и его часть. Конструкция медиа-фасада похожа на сетку, высокая пластичность которой позволяет применять его на архитектурных фасадах с различными формами. Основные преимущества конструкции Медиа-фасадов: герметичность,

легкость, любые размеры изображения и его разрешения, возможность установки на любые поверхности.

Медиа-фасады впервые появились в 1996 году в виде 10-этажного экрана NASDAQ (National Association of Securities Dealers Automated Quotation) на здании Conde Nast на Таймс-Сквер в Нью-Йорке. Монреальская компания “Saco Technologies Inc.” установила для Nasdaq экран “Smartvision” площадью 1000 кв. метров и стоимостью в 37 миллионов долларов [1] (табл. 2). Уникальная технология оформления фасадов зданий с помощью мультимедийных технологий, объединила современную архитектуру и светодизайн, что получила широкое распространение во многих мегаполисах мира. С помощью медиа-фасада можно транслировать: рекламные ролики и слайд-шоу; текст и изображения; графические и цветовые эффекты; видео онлайн; каналы спутникового и интернет телевидения; спортивные мероприятия; данные о погоде и пробках, чрезвычайных ситуациях и курсах валют и т. д. Управление светодиодным экраном осуществляется при помощи персонального компьютера через специализированный контроллер и коммутационные кабели.

Световые фасады могут подчеркивать форму здания, также могут сформировать иной облик уже существующего архитектурного объекта в темное время суток. Медиа-фасад при правильной его инсталляции и благодаря своей прозрачности не доминирует над зданием. Прозрачность его конструкции составляет 80 %, что не мешает восприятию архитектурного образа здания и в светлое время суток. Со стороны медиа-фасад выглядит как гигантский телевизионный экран, изнутри конструкция почти незаметна.

Недостатки медиа-фасадов:

- При увеличении плотности конструкций теряет светопрозрачность днем;
- Проблемы с энергопотреблением при использовании в большом количестве светодиодов
- Дороговизна 3D-принтер — устройство, использующее метод послойного создания физического объекта на основе виртуальной 3D-модели.

Применяются две технологии формирования слоёв, при этом жидкий полимер затвердевает и превращается в достаточно прочный пластик:

1. Лазерное спекание — при этом лазер выжигает в порошке из легкосплавного пластика, слой за слоем, контур будущей детали. После этого лишний порошок стряхивается с готовой детали

2. Ламинирование — деталь создаётся из большого количества слоёв рабочего материала, которые постепенно накладываются друг на друга и склеиваются, при этом лазер вырезает в каждом контуре сечения будущей детали

Струйная:

1. Застывание материала при охлаждении — раздаточная головка выдавливает на охлаждаемую платформу-основу капли разогретого термопластика. Капли быстро застывают и слипаются друг с другом, формируя слои будущего объекта

2. Полимеризация фотополимерного пластика под действием ультрафиолетовой лампы — способ похож на предыдущий, но пластик твердеет под действием ультрафиолета

3. Склеивание или спекание порошкообразного материала — то же самое что и лазерное спекание, только порошок склеивается клеящим веществом, поступающим из специальной струйной головки. При этом можно воспроизвести окраску детали, используя связующие вещества различных цветов

4. Густые керамические смеси тоже применяются в качестве самоотверждаемого материала для 3D-печати крупных архитектурных моделей

Композитные материалы можно использовать для создания твердых моделей различных типов. Такие материалы, как правило, используются для изготовления трехмерных макетов изделий или прототипов деталей механизмов для функционального тестирования. Они позволяют воспроизводить мелкие детали, отличаются довольно высокой прочностью и качеством цветопередачи. Материал для создания гибких моделей позволяет

создавать гибкие модели со свойствами резины. Основой гибких материалов являются целлюлозные и специальные волокна с добавками.

С помощью материалов для литейных форм можно создавать формы для литья металлов. Первый материал носит название ZCast, состоящий из литейного песка, гипса и специальных добавок. Как правило, его используют для печати непосредственно форм для литья цветных металлов, данный материал способен выдерживать температуры до 1200°C. Отличительная особенность ZCast в том, что он не требует дополнительного пропитывания после печати формы. Особенности и преимущества технологии:

- Высокая точность печати, как при стандартном литейном формовании. Электронная система чётко контролирует ход печати. Печатная головка тщательно и точно распределяет связующее вещество и цвет в областях, заданных программным обеспечением Z-принтера.

- Недорогие порошкообразные материалы приводят к снижению себестоимости производства модели (от 0,1 \$ за 1 см³).

- Надежность, высокая скорость и большое разрешение для создания моделей с мелкими деталями;

- Во время печати модель со всех сторон окружена незапечатанным порошком, что позволяет создавать фигуры сложной формы;

- Возможность одновременной печати нескольких деталей, расположив их в объеме камеры печати;

- При печати не выделяются токсичные вещества, что позволяет использовать такие устройства в обычном офисе, где нет систем дополнительной вентиляции. А автоматическая откачка излишков порошка из камеры для их повторного использования, делает процесс чистым и экономичным;

- Возможность цветной печати, основанная на технологии чернильной печати, позволяющая воспроизводить до 90 % чернильного цветового спектра. Технология также позволяет печатать на моделях текст и изображения;

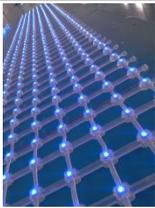
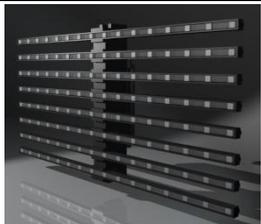
Применение данной технологии в области строительства позволяет повысить точность возведения зданий и многократно сократить сроки их сдачи, также дает возможность отойти от традиционных форм зданий, возводить сооружения неправильной формы, с уникальными элементами конструкций. Автоматизация ручного труда позволит сократить численность строительных работ и минимизировать риск производственных травм.

Метод 3D печати позволяет выполнить 90 % всех строительных работ, связанных с возведением здания. Что дает возможность за короткое время обеспечить жильем большее количество людей, пострадавших от стихийных бедствий и в бедных развивающихся странах.

В таблице 1 представлены некоторые из наиболее популярных решений медиа-фасадов. Также рассматриваются их некоторые технические характеристики [2]. В таблице 2 приведены примеры медиа-фасадов в разных городах мира. В таблице 3 приведены разные модели 3D принтеров, их некоторые технические характеристики. Также показаны возможные варианты получения сложных форм с помощью 3D принтера.

Таблица 1.

Виды и характеристики медиа-фасадов

№	Название	Яркость	Угол обзора	Потребление энергии	Изображение
1	Экран-сетка / Гибкая сетка (indoor) ВК-СТК30	1600 Кд/м2	120°/ 120°	300 Вт /200 Вт x 3	
2	Экран-сетка / Гибкая сетка (outdoor) ВК-СТК-В16	5000 Кд/м2	140/ 120	Макс.: 770 Вт Сред.: 290 Вт	
3	Экран-сетка / Облегченные модульные блоки (outdoor) ВК-СТК-В10	6500 Кд/м2	140/ 120	1140 Вт / 380 Вт	

4	Медиафасад / Полосный модуль (outdoor) BK-346RGB	1800 Кд/м2 — 4500 Кд/м2	Гори- зонт: 120°, Верти- каль — 60°	12 Вт (модуль)	
5	Медиафасад / Модуль на шине (indoor/outdoor)	1800 Кд/м2 — 4500 Кд/м2	160°	Макс.: 770 Вт Сред.: 290 Вт	

Таблица 2.

Примеры применения медиа-фасадов

№	Наименование	Месторасположение	Фотография
1	NASDAQ (National Association of Securities Dealers Automated Quotation)	г. Нью-Йорк, США	
2	Grand Lisboa Resort Hotel	г. Макао, Китай	
3	Blinkenlights	г. Берлин, Германия	
4	Uniq Tower	г. Вена, Австрия	
5	Torre Agbar	г. Барселона, Испания	

Таблица 3.

Виды и характеристики 3D принтеров

№	Модель 3D принтера	Разрешение, точек/дюйм	Размер объекта, мм	Используемые материалы	Изображение 3D принтера	Изображения распечатанных 3D-моделей
1	ZPrinter 150	300 x 450	236 x 185 x 127	Высококачественные композитные материалы		
2	ZPrinter 250	300 x 450	236 x 185 x 127	Высококачественные композитные материалы		
3	ZPrinter 350	300 x 450	203 x 254 x 203	Высококачественные композитные материалы		
4	ZPrinter 450	300 x 450	203 x 254 x 203	Высококачественные композитные материалы		
5	ZPrinter 650	600 x 540	254 x 381 x 203	Высококачественные композитные материалы		

Применение мультимедийных технологий и 3D принтеров в архитектурном облике и конструкции сооружений позволяют экономить время, придать неповторимый образ зданию. Данные технологии дают возможность быстрому развитию строительства. Также способствуют формированию уникального архитектурного облика для городов, придают узнаваемость и поможет увеличению числа туристов.

Список литературы:

1. Характеристики медиа-фасадов. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://mediafasade.group-t.ru/> (Дата обращения: 29.01.2013).
2. Характеристики 3D принтеров. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.media-build.ru/news/289> (Дата обращения: 22.02.2013).

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА — ЕХРО

Максимова Айкуркем Махамбетовна
студент 2 курса, КазГАСА, г. Алматы
E-mail: aikora93@mail.ru

Ким Татьяна Эдуардовна
научный руководитель, магистр наук, ассистент проф. КазГАСА, г. Алматы

Всемирные выставки по своим масштабам, общественно-политической и экономической значимости являются исключительными событиями. Каждая выставка отличается уникальностью идей и экспонатов, неординарностью возводимых организаторами и участниками выставочных комплексов и павильонов, красочностью. Прошедшие 160 лет подтверждают актуальность и важность подобных международных смотров производителей и их продукции, доказательством чему является то, что наряду с многочисленными международными ярмарками и выставками, проводимыми ежегодно во многих странах, наиболее престижными и значимыми остаются всемирные выставки. Содержание и характер подобных выставок за этот период времени заметно изменились, но авторитет остался прежним.

Рассматривая Ехро сегодня, можно утверждать, что всемирные выставки — это, в определенной степени, историческая ретроспектива развития человечества, выраженная в концентрированном виде в национальных формах.

Цель проведения Ехро — публичная демонстрация новейших научно-технических достижений, перспектив развития, а также истории, традиций и культуры стран-участниц. Они во многом способствуют расширению и развитию международных экономических и научных связей. Всемирные выставки дают уникальную возможность живого общения людей, живущих в разных странах, но объединенных одними ценностями, интересами и целями.

Главная задача выставки сделать участие запоминающимся, где экспозиции представляют от 150 до 180 стран мира. Число посетителей всемирных универсальных выставок Ехро составляет 40—45 млн. человек.

Всемирная выставка или World Expo (от англ. «exposition» — экспозиция) — так называется глобальное мероприятие, представляющее собой различные крупные выставки, объединенные одной темой и проводимые в разных частях мира.

Первая «Экспо» состоялась в Хрустальном дворце в Гайд-парке в г. Лондон, в Великобритании, в 1851 году под названием «Великая выставка работ промышленности всех наций». Выставка была идеей принца Альберта, мужа королевы Виктории. «Великая выставка» повлияла на развитие того времени и послужила мощным импульсом к созданию школ дизайна и промышленного искусства, международной торговли и отношений и туризма. «Великая выставка» дала начало тем международным выставкам, которые позже люди назовут всемирными ярмарками и которые будут проводиться вплоть до настоящего времени.

Изюминкой каждой всемирной ярмарки являются национальные павильоны стран-участниц. На «Экспо 2000» в г. Ганновер, где страны создали свою собственную архитектуру, сумма инвестиций в один павильон в среднем насчитывала около 13 миллионов евро. Поэтому иногда правительства стран скептически относятся к участию в «Экспо», объясняя это тем, что затраты на павильон не окупаются в будущем. Точно посчитать выгоду от участия страны в «Экспо» достаточно сложно, но, например, голландский павильон на «Экспо 2000» по оценкам нескольких экспертов обошелся примерно в 35 млн. евро и привнес около 350 млн. евро в голландскую экономику в виде различных потенциальных доходов. В дальнейшем подробное изучение такого благоприятного влияния на экономику определило несколько ключевых факторов успеха национальных павильонов на всемирных выставках.

С вступлением в силу в 1928 году «Конвенции о международных выставках» было создано Международное бюро выставок (BIE, Bureau International des Expositions), которое стало основным органом, санкционирующим всемирные выставки. Выставки, утвержденные BIE, бывают трех типов: универсальные, международные и специализированные.

Они обычно длятся от трех недель до шести месяцев. В последние годы стали проводиться только универсальные и специализированные выставки.

Первая ЕХРО-1855. Всемирная выставка трудов промышленности, сельского хозяйства и изящных искусств (фр. Exposition Universelle des produits de l'Agriculture, de l'Industrie et des Beaux-Arts) — вторая по счёту всемирная выставка и первая, проведённая в г. Париж. Парижская выставка проходила на Елисейских полях с 15 мая по 15 ноября 1855 года под патронажем принца Наполеона. Павильоны 34 стран занимали территорию в 16 га. Был воздвигнут Дворец индустрии, на месте которого в 1900 году соорудили Гран-пале.

В таблице 1 приведена хронология выставок ЕХРО. Отбор стран производила комиссия ВІЕ.

Таблица 1.

Страны-участницы ЕХРО

Год	Город	Страна	Год	Город	Страна
1851	Лондон	 Великобритания	1930	Антверпен	 Бельгия
1855	Париж	 Франция	1930	Льеж	 Бельгия
1862	Лондон	 Великобритания	1931	Париж	 Франция
1867	Париж	 Франция	1933	Чикаго	 США
1873	Вена	 Австро-Венгрия	1935	Брюссель	 Бельгия
1876	Филадельфия	 США	1937	Париж	 Франция
1878	Париж	 Франция	1939	Нью-Йорк	 США
1886	Мельбурн	 Австралия	1939	Сан-Франциско	 США
1888	Барселона	 Испания	1958	Брюссель	 Бельгия
1889	Париж	 Франция	1962	Сиэтл	 США
1893	Чикаго	 США	1964	Нью-Йорк	 США
1894	Сан-Франциско	 США	1967	Монреаль	 Канада
1895	Атланта	 США	1968	Сан-Антонио	 США
1897	Брюссель	 Бельгия	1970	Осака	 Япония

1900	Париж	 Франция	1974	Спокан	 США
1901	Буффало	 США	1975	Окинава	 Япония
1904	Сент-Луис	 США	1982	Ноксвилл	 США
1905	Льеж	 Бельгия	1984	Новый Орлеан	 США
1906	Милан	 Италия	1985	Цукуба	 Япония
1907	Дублин	 Ирландия	1986	Ванкувер	 Канада
1907	Хэмптон-Роудс	 США	1988	Брисбен	 Австралия
1908	Париж	 Франция	1992	Севилья	 Испания
1909	Сиэтл	 США	1992	Генуя	 Италия
1910	Брюссель	 Бельгия	1993	Тэджон	 Республика Корея
1911	Турин	 Италия	1998	Лиссабон	 Португалия
1913	Гент	 Бельгия	2000	Ганновер	 Германия
1915	Сан-Франциско	 США	2004	Сен-Сен-Дени (отменена)	 Франция
1915	Сан-Диего	 США	2005	Нагоя	 Япония
1922	Рио-де-Жанейро	 Бразилия	2008	Сарагоса	 Испания
1924	Лондон	 Великобритания	2010	Шанхай	 КНР
1925	Париж	 Франция	2012	Йосу	 Республика Корея
1926	Филадельфия	 США	2015	Милан	 Италия
1929	Барселона и Севилья	 Испания	2017	Астана ^[1]	 Казахстан



Рисунок 1.

Площадка EXPO-2017 Astana. Предварительная территория размещения международной выставки на участке, расположенном в юго-восточной части города Астаны на пересечении улицы Шамши Калдаякова и кольцевой дороги К-1 в районе Гольфклуба. Площадь территории — 113 гектар. Комплекс выставки EXPO-центра вписывается в планировочную структуру, разработанную в генеральном плане города и проектах детальной планировки. Месторасположение EXPO Центра доступно, т. е. имеет связь с сетью междугородних дорог Казахстана, а именно, Объездной кольцевой дорогой К-1, которая обеспечивает быстрый доступ со всех направлений междугороднего сообщения.

Место, выбранное для выставки, имеет сеть улиц, связывающую EXPO Центр с центральной частью города, в том числе, магистральные улицы с 8-ми, 6-ти, 4-х полосным движением, которые в свою очередь обеспечивают доступ к административным и транспортным центрам города (Международный Аэропорт, ЖД Вокзал, Акимат и т. д.). Казахстану проведение международной специализированной выставки EXPO 2017 обойдется примерно в 1,2 миллиарда евро, сообщил ответственный секретарь министерства иностранных дел республики Рапиль Жошыбаев.

«Мы провели расчеты, комиссия МБВ была в Астане, плотно работали с городским акиматом. Определена сумма — 250 миллионов евро, эти государственные средства пойдут на инфраструктуру, подвод коммуникаций и подготовку места для проведения. В общем, около 1 миллиарда евро уйдут на саму выставку: на строительство павильонов, гостиниц, развлекательных центров. На эти цели будут привлеченные инвестиции», — сказал Жошыбаев в ходе брифинга.

В Париже в Штаб-квартире Международного бюро выставок (МБВ) на заседании 152-й сессии Генеральной ассамблеи МБВ состоялось тайное голосование, на котором представители стран-участниц МБВ проголосовали за Астану.

Для организации «ЭКСПО-2017» в Астане Казахстаном была предложена тема «Энергия будущего». Она направлена на поиск путей для качественных изменений в энергетике, включая, прежде всего, развитие альтернативных источников энергии и новых способов ее транспортировки [1].

Анализ экспонатов, представленных на всемирных выставках, позволяет сделать заключение о системе ценностей и приоритетов, а также их соотношении с приоритетами, господствующими в отдельных странах. Динамика этих ценностей позволяет говорить и об определенном влиянии всемирных выставок на развитие национальной промышленности и культуры другими словами это место обмена опытом.

Список литературы:

1. Официальный сайт Экспо. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.expo2017astana.com> (дата обращения: 18.02.2013).

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МНОГОПРОФИЛЬНОГО ДЕТСКОГО МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ НПЦ «БОНУМ»)

Гайниязова Мария Михайловна

студент 2 курса магистратуры, каф. выч. техники УрФУ, г. Екатеринбург

E-mail: aiermaria1@gmail.com

Никифоров Денис Андреевич

научный руководитель, аспирант каф. выч. техники УрФУ, г. Екатеринбург

Проблема оценки эффективности деятельности актуальна для любой организации. Существует множество подходов к оценке эффективности. Однако они не могут быть применены к многопрофильному медицинскому учреждению без адаптации, так как не учитывают его специфику.

Цель данной работы: сделать аналитический обзор по методам оценки эффективности, выбрать наиболее подходящие и адаптировать их к специфике детского реабилитационного центра.

Обзор аналогов

Было выбрано два направления поиска, по которым осуществлялось исследование:

1. Методы оценки эффективности медицинского учреждения,
2. Системы интегральных показателей медицинского учреждения.

В первом направлении были найдены следующие аналоги:

1. Система сбалансированных показателей (ССП)
2. Data Envelopment Analysis (DEA),
3. Stochastic Frontier Analysis (SFA),

4. Метод оценки качества и эффективности медицинской помощи, основанный на сравнении фактически оказанной медицинской помощи с медико-экономическим стандартом (МЭС, КСГ),

Во втором направлении — следующие:

1. Перечень промежуточных показателей результативности (ППР) и временных целевых показателей (ВЦП) для оценки деятельности федеральных бюджетных учреждений, подведомственных ФМБА России, характеризующая деятельность учреждения;

2. Целевые показатели деятельности специализированных учреждений здравоохранения, находящихся в ведении Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, и критерии оценки эффективности работы их руководителей;

3. Показатели эффективности НПЦ «Бонум».

Аналоги сравнивались с помощью метода анализа иерархий Т. Саати [3, с. 24]. По каждому направлению было выбрано по одному прототипу: система сбалансированных показателей [2] и показатели эффективности НПЦ «Бонум» [1, с. 210].

Моделирование системы существующих показателей эффективности Бонум

Чтобы составить систему ключевых показателей для создания иерархии, сделана организационная структура НПЦ «Бонум» (рис. 1).

Для улучшения прототипа метода оценки эффективности проведено анкетирование руководителей (пример анкеты представлен в табл. 1).

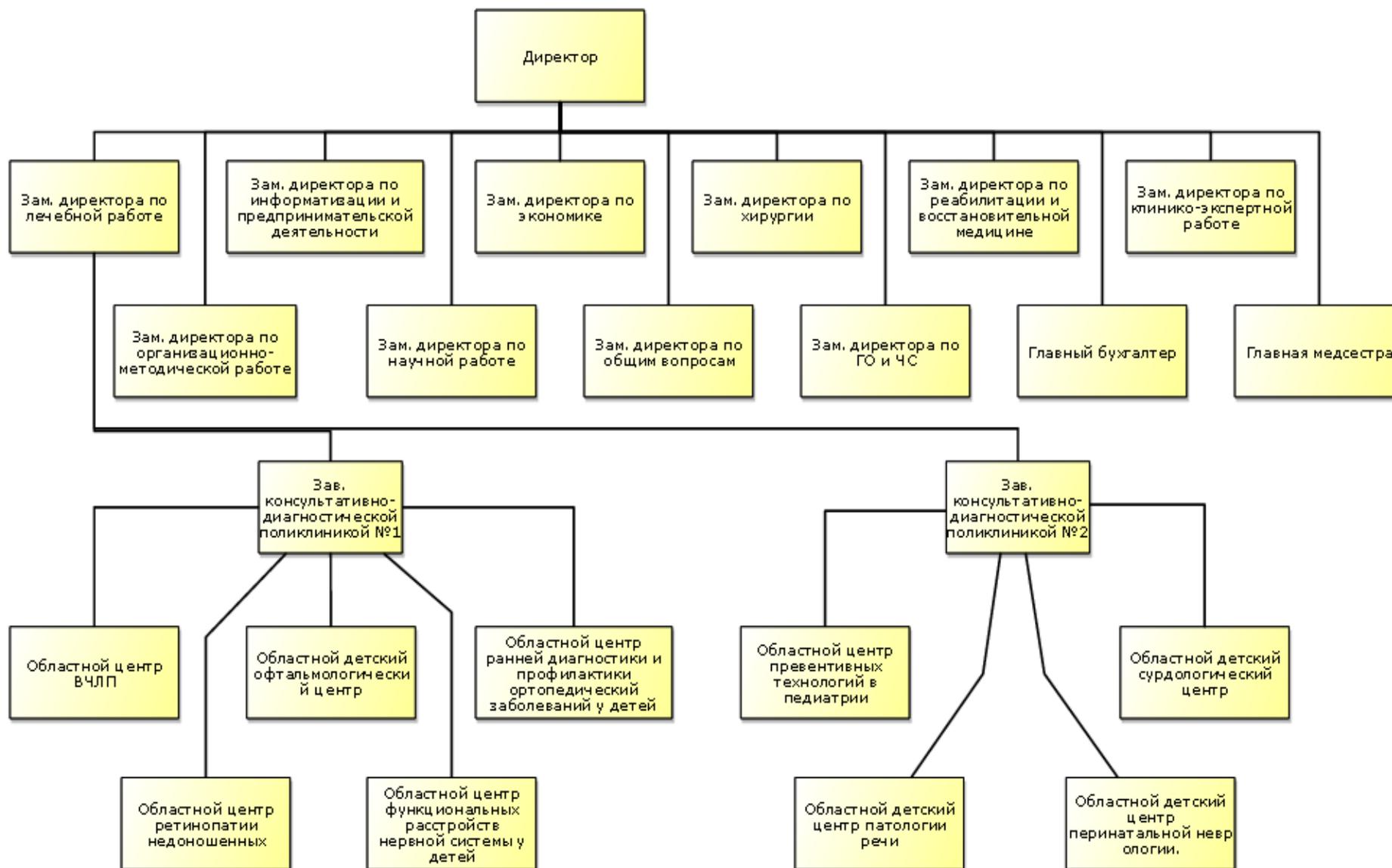


Рисунок 1. Организационная структура НПЦ «БОНУМ»

Таблица 1.

Пример заполненной анкеты начальника ПЭО

Показатель	Срезы (Измерения)	Период	Источник
Количество посещений	- Областные детские центры - дата - врач - специализация врача - вид оплаты (безналич., налич.) - источник финансирования - ОМС в разрезе страховых компаний	1 раз в квартал	Отдел статистики. Платные посещения — программа «Платные услуги»
Количество койко-дней	-	1 раз в квартал	Отдел статистики
Расходы			
Кассовые расходы	- по статьям затрат	1 раз в квартал	Бухгалтерская программа «Парус-Бухгалтер»
Фактические расходы	- источник финансирования - по видам мед. помощи		
Кредиторская, дебиторская задолженность	- по статьям затрат - источник финансирования - по видам мед. помощи	1 раз в квартал	Бухгалтерская программа «Парус-Бухгалтер»
Зарплата (среднемесячная)	- по отделениям - по категориям персонала (врачи, СМП, ММП, прочее) - по источникам финансирования - по видам мед. помощи	1 раз в квартал	Бухгалтерская программа «Парус-Бухгалтер»
Доходы	- по источникам финансирования - по видам мед. помощи - по мед. и немед. технологиям	любой	Программа «Платные услуги»
Кадровый состав	- по категориям персонала - по штатным должностям - по занятым должностям - по физическим лицам (кол-во человек) - по источникам финансирования - по видам медпомощи (амбулаторно-поликлиническая, стационарная, дневной стационар)	1 раз в квартал	Программа «Кадры», Экономист по труду

В результате проделанной работы мы создали иерархию показателей. Пример иерархии показателей для руководителей служб представлен на рис. 2.

- 5.2 — Качество кадров,
- 5.3 — Качество мероприятий,
- 5.4 — Показатели финансов,
- 6.1 — Показатели качества,
- 6.2 — Показатели объема помощи,
- 1.1.1 — Показатели дохода,
- 1.1.2 — Показатели рентабельности,
- 1.2.1 — Показатели нагрузки на врача,
- 1.3.1 — Показатели загрузки,
- 1.3.2 — Кол-во оборудования,
- 2.1.1 — Кол-во койко-дней,
- 2.1.2 — Кол-во посещений,
- 2.2.1 — Показатели дохода от предпринимательской деятельности,
- 2.3.1 — Показатели кассовых расходов,
- 2.3.2 — Показатели фактических расходов,
- 2.4.1 — Показатели дебиторской задолженности,
- 2.4.2 — Показатели кредиторской задолженности,
- 2.5.1 — Показатели зарплаты,
- 2.6.1 — Кол-во занятых должностей,
- 2.6.2 — Кол-во физических лиц,
- 2.6.3 — Кол-во штатных должностей,
- 3.1.1 — Кол-во выданных листов, нетрудоспособности,
- 3.1.2 — Кол-во дней нетрудоспособности,
- 3.2.1 — Кол-во обращений,
- 3.3.1 — Показатели оценки комфорта,
- 3.3.2 — Показатели оценки работы сотрудников,
- 3.4.1 — Количество рекламаций,
- 4.1.1 — Показатели дохода,
- 4.1.2 — Показатели расхода,
- 4.1.3 — Показатели рентабельности,
- 4.2.1 — Стоимость койко-дня,
- 4.2.2 — Стоимости посещения,
- 4.3.1 — Показатели зарплаты,
- 4.3.2 — Показатели текучести кадров,
- 4.4.1 — Кол-во оборудования,
- 5.1.1 — Кол-во зарегистрированных прав на интеллектуальную собственность,
- 5.1.2 — Кол-во защищенных диссертаций,
- 5.1.3 — Кол-во грантов,
- 5.1.4 — Кол-во научных консультантов,
- 5.2.1 — Кол-во выступлений на ученом совете,
- 5.2.2 — Кол-во публикаций,
- 5.2.3 — Обученные в университете,

5.2.4 — Кол-во участий

в конференциях,

5.3.1 — Проведенные конференции,

5.4.1 — Показатели расходов,

6.1.1 — Качество

реабилитированных пациентов,

6.1.2 — Кол-во обоснованных

жалоб,

6.2.1 — Кол-во койко-дней,

6.2.2 — Показатели динамики

диспансеризации,

6.2.3 — Показатели диспансерной

явки,

6.2.4 — Кол-во операций.

Моделирование показателей эффективности областных детских центров Бонум

Областные детские центры — функциональные подразделения. Руководитель ОДЦ отвечает за весь процесс реабилитации и его конечный результат. В процессе задействованы сотрудники разных служб.

Подход, который использовался до этого, не применим к областным детским центрам, так как каждый центр имеет слишком много глобальных и частных показателей, которые настолько переплетаются между собой, образуя нечто единое, что зачастую сложно отделить их друг от друга.

Поэтому для каждого областного детского центра создали по модели процессов, на основе которых уже значительно легче выявить те показатели, которые отражают суть производимой работы в центре. Например, для центра превентивной педиатрии и областного центра врожденной челюстно-лицевой патологии составленные модели выглядят так, как представлено на рис. 3., рис. 4 и рис. 5.

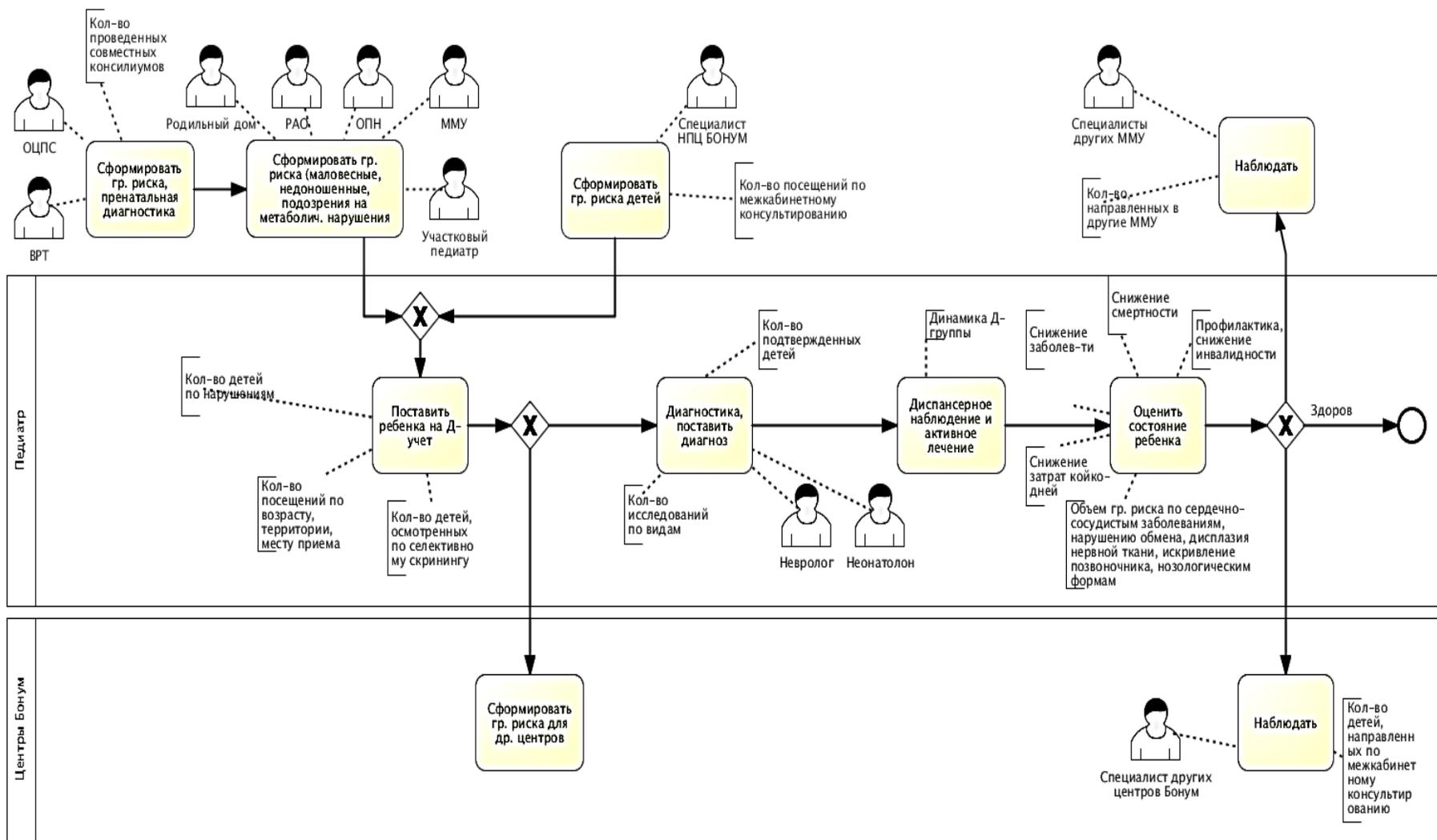


Рисунок 3. Процесс реабилитации детей центра превентивной педиатрии

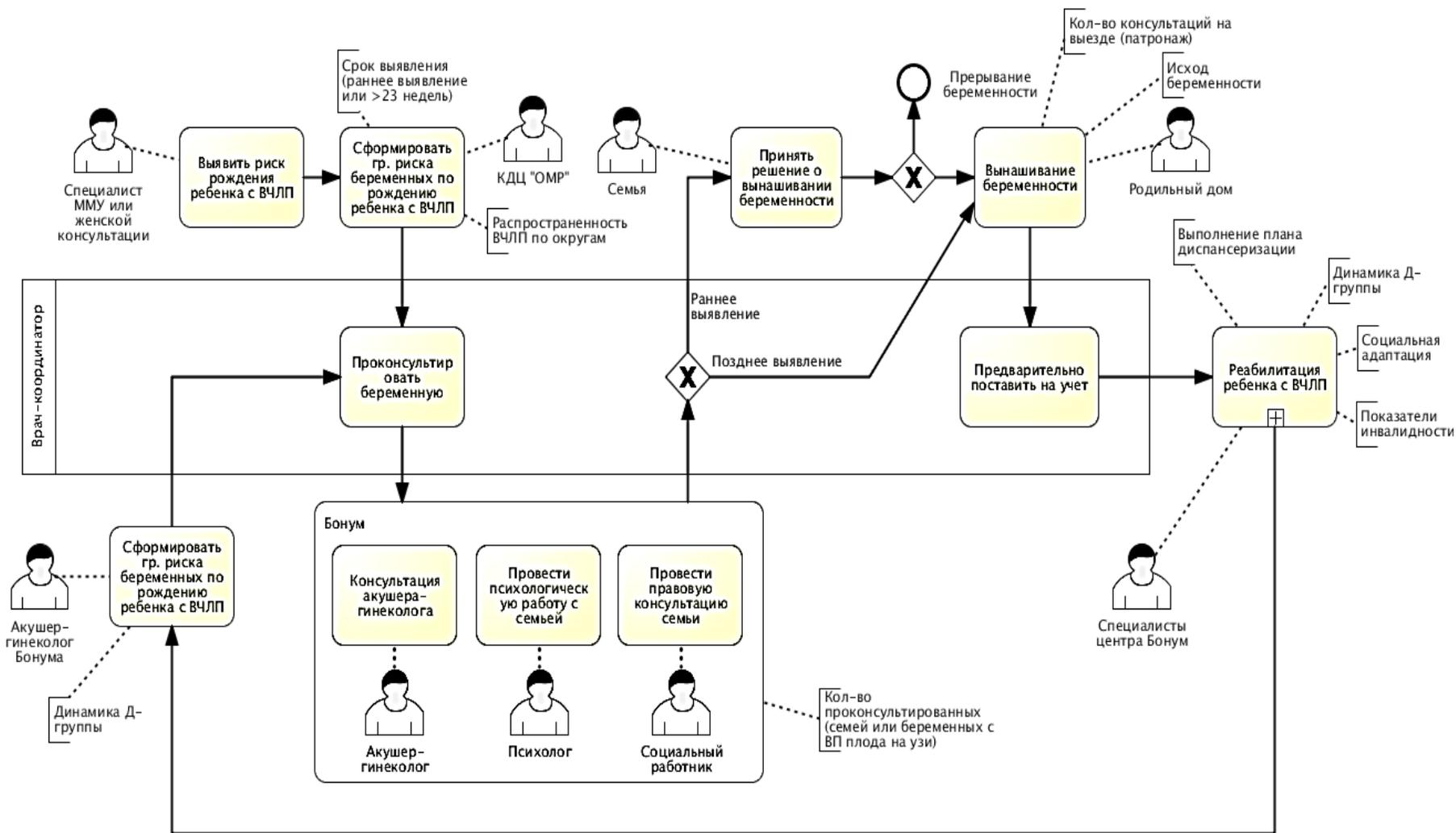


Рисунок 4. Процесс реабилитации детей с врожденной челюстно-лицевой патологией

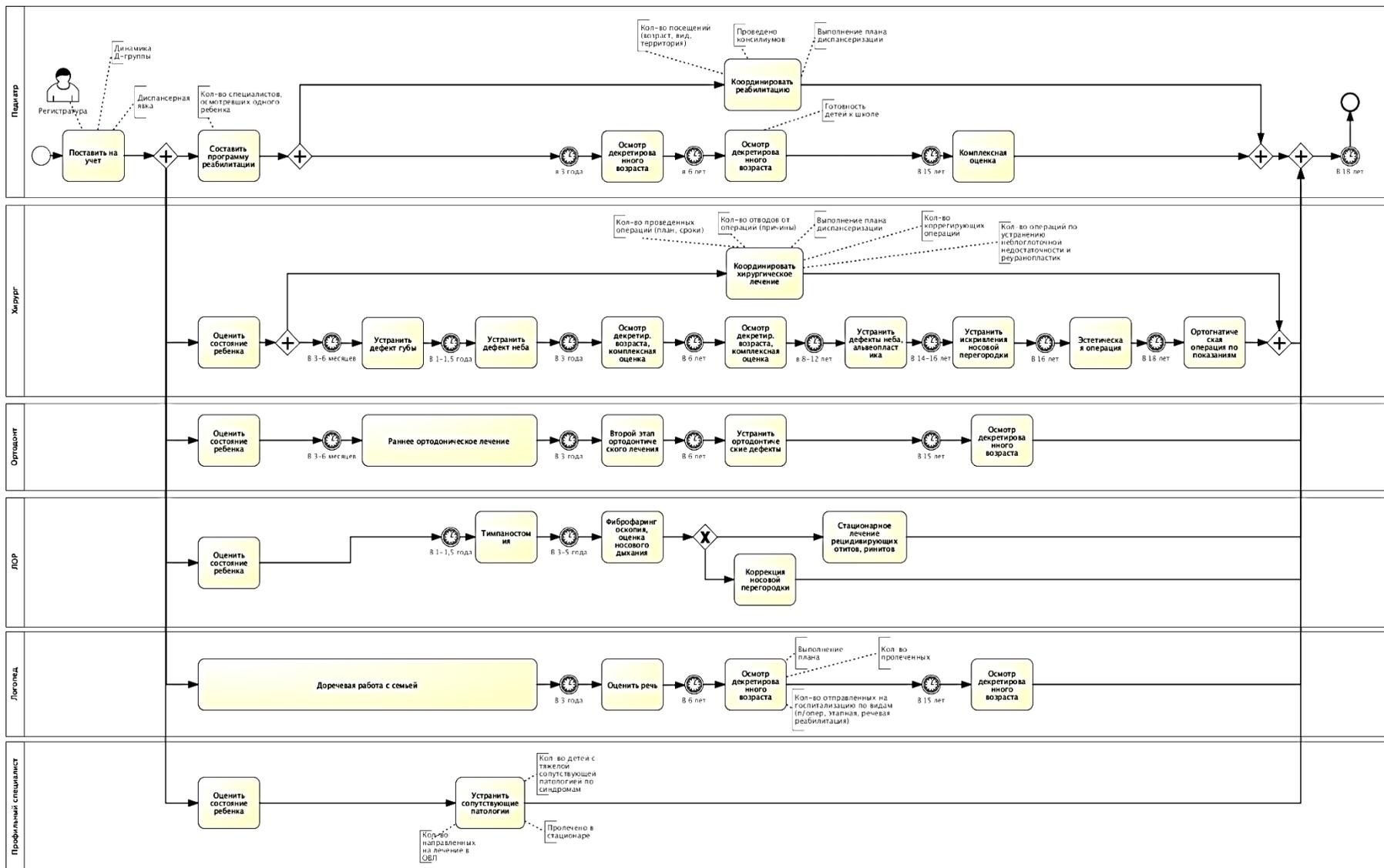


Рисунок 5. Диспансерный этап процесса реабилитации детей с врожденной челюстно-лицевой патологией

В модели определены основные участники процесса, их функции, а для каждой функции показатели. Таким образом, руководитель центра видит весь процесс реабилитации в целом, знает, кто за какие показатели отвечает.

Заключение

В процессе работы был произведен обзор аналогов по двум направлениям (по методам оценки эффективности и системам интегральных показателей медицинского учреждения). В качестве прототипа первого направления выбрана система сбалансированных показателей, в качестве прототипа второго направления — показатели эффективности НПЦ «Бонум».

Для оценки эффективности разработаны иерархии ключевых показателей руководящего состава центра. Для областных детских центров — модели процессов деятельности.

Список литературы:

1. Гольдштейн С.Л., Никифоров Д.А. Модель оценки эффективности деятельности медицинского учреждения со смешанным финансированием в условиях кризиса. Новые образовательные технологии в вузе: сборник материалов седьмой международной научно-методической конференции, 8—10 февраля 2010 года. В 2-х частях. Часть 2. Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», 2010. с. 210—214.
2. Каплан Р.С., Нортон Д.П. Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты / Пер. с англ. — М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. — 512 с.: ил.
3. Саати Т. Аналитическое планирование: организация систем / К. Кернс; пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе — М.: Радио и связь, 1991. — 224 с.

ПРОБЛЕМА «ГРЯЗНЫХ ДАННЫХ» ПРИ ВНЕДРЕНИИ СРЕДСТВ DATA MINING

Емцов Вячеслав Сергеевич

*магистрант 2-го курса, кафедра «Информационные технологии»,
Балтийский государственный технический университет «Военмех»
им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург
E-mail: zellion@yandex.ru*

Снижко Елена Александровна

*научный руководитель, канд. пед. наук, доцент, кафедра «Информационные
системы и компьютерные технологии», Балтийский государственный
технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург*

Data Mining объединяет в себе технологии и средства, которые имеют одну цель: поиск скрытых зависимостей в разнородных массивах данных. Данные — это результат фиксации некоторой информации. Сами данные, в свою очередь, могут выступать как источник новой полезной информации. Средства Data Mining позволяют извлекать такую информацию. Действительно ценная информация должна удовлетворять следующим требованиям [1]:

- информация должна быть ранее неизвестна;
- информация должна быть не тривиальна;
- информация должна быть практически полезна;
- информация должна быть доступна для интерпретации.

Эти требования определяют суть методов Data Mining. Потребность в подобных средствах очевидна, ведь знание некоторых закономерностей позволяет с лихвой окупить затраты на их поиск. По этой причине, применение средств Data Mining становится все более популярным среди крупных компаний, которые заинтересованы в привлечении новых клиентов. Внедрение Data Mining на производстве — весьма дорогостоящий и трудоемкий процесс. Существует ряд нетривиальных проблем, для решения которых требуется индивидуальный подход для каждой конкретной задачи. Одной из таких проблем является поддержание высокого уровня качества данных, на основе которых будет формироваться модель поиска взаимосвязей.

Качество данных (data quality) — это критерий, определяющий полноту, точность, своевременность и возможность интерпретации данных [2, с. 237]. Данные могут быть высокого качества и низкого качества, последние — это так называемые «грязные» или «плохие» данные. Для повышения качества данных их «очищают». Под очисткой данных (data cleaning, data cleansing или scrubbing) подразумевается выявление и удаление ошибок, несоответствий и конфликтов в данных [2, с. 240]. Очистка необходима для повышения качества данных, что, в свою очередь, повышает скорость и качество анализа данных методами Data Mining. Можно выделить четыре основных группы грязных данных:

- грязные данные, которые могут быть автоматически обнаружены и очищены;
- данные, появление которых может быть предотвращено;
- данные, которые непригодны для автоматического обнаружения и очистки;
- данные, появление которых невозможно предотвратить.

Важно понимать, что специальные средства очистки могут справиться не со всеми видами грязных данных. К наиболее распространенным видам грязных данных можно отнести [3]:

- данные с пропущенными значениями атрибутов;
- противоречивые данные;
- продублированные данные;
- шумы и выбросы.

Пропущенные значения (missing values) могут возникнуть, когда, по какой-либо причине, атрибуту объекта не присваивается значение. Например, при анкетировании может быть не указан возраст. Так же, некоторые атрибуты могут быть неприменимы для объектов определенного типа. Например, нет смысла указывать атрибут «годовой доход» для ребенка.

Пропущенные значения атрибутов — наиболее актуальная проблема для большинства хранилищ данных. Большая часть методов прогнозирования

(одна из задач Data Mining) исходят из предположения, что данные поступают равномерным потоком без пробелов. На практике такое встречается крайне редко, т. к. базы данных хранилищ могут отличаться по структуре, в зависимости от законодательства и других требований. Поэтому, прогнозирование на основе таких данных реализуется некачественно или со значительными ограничениями. Эту проблему можно решить несколькими способами.

- Исключить объекты с пропущенными значениями из обработки.
- Рассчитать новые значения для пропущенных атрибутов.
- Игнорировать пропущенные значения в процессе анализа.
- Заменить пропущенные значения атрибутов на вероятные значения.

В конечном итоге, в наборе данных не остается объектов с пустыми значениями атрибутов, что приводит к повышению общего качества данных.

Еще один вид грязных данных — противоречивые данные. Противоречивость может возникнуть, когда данные находятся в хранилище в несвязанном виде. Это говорит о том, что база данных плохо спроектирована. Есть несколько вариантов, как поступить с противоречивыми данными.

- Исключать объекты с противоречивыми значениями атрибутов из обработки.
- Выбирать из множества возможных значений атрибутов единственное значение. Например, вычислять вероятность появления каждого из противоречивых событий и выбирать наиболее вероятное из них.

Исключение объектов — очень грубый способ, но при этом, самый простой, так как не требует применения никаких дополнительных алгоритмов. Второй способ сложнее в реализации, но является более правильным, так как, позволяет избежать потери данных.

Следующий вид грязных данных — дубликаты (duplicate data). Дубликатами называются записи с одинаковыми значениями всех атрибутов.

Дубликаты иногда используют, чтобы искусственно повысить значимость определенных записей, но в большинстве случаев, наличие дубликатов

негативно сказывается на результатах анализа. Поэтому, прежде чем начинать работать с данными, нужно обработать продублированные записи. Возможны два варианта такой обработки. В первом случае все записи, которые имеют дубликаты, удаляются. Такой вариант используется, когда наличие дубликатов полностью обесценивает информацию или вызывает недоверие к ней. Во втором случае, из группы продублированных записей оставляют только одну.

Идентификация дубликатов так же является проблемой, поскольку значения некоторых атрибутов нужно считать одинаковыми, даже когда они не совпадают полностью. Примером может служить атрибут «Имя». Одно и то же имя может быть записано в краткой, в полной форме, в виде инициалов и т. д.

Последний вид загрязненных данных — это шумы и выбросы. Выбросами называют объекты или наблюдения, которые резко выделяются из всего набора. Шумом называют сильные отклонения от среднего значения в наборе данных. Шум в данных не несет никакой полезной скрытой информации, поэтому его стараются минимизировать. При анализе данных шумы и выбросы являются достаточно большой проблемой, поскольку снижают достоверность результата анализа. Выбросы могут быть единичными или представлять целые группы объектов. Основной задачей аналитика является обнаружение таких аномалий и оценка степени их влияния на результаты дальнейшего анализа. Если выбросы являются информативной частью анализируемого набора данных, используют робастные методы и процедуры. Хорошо зарекомендовала себя практика, когда анализ проводится в два этапа. На первом этапе проводится анализ всего набора данных, включая выбросы. Второй этап — анализ очищенных от выбросов данных. Полученные результаты сравниваются и на их основе делаются выводы о влиянии выбросов на конечный результат анализа. Чувствительность к выбросам отличается, в зависимости от выбранных методов Data Mining. Этот факт необходимо учитывать

при выборе метода анализа данных. Процедуры очистки от шумов имеются во многих современных инструментах Data Mining.

Как уже говорилось, наличие грязных данных в общем наборе, негативным образом сказывается на результатах Data Mining. Такие результаты могут оказаться ненадежными и бесполезными. Однако, наличие таких данных не обязательно означает необходимость их очистки или же предотвращения появления. Всегда должен быть разумный выбор между наличием грязных данных и затратами, необходимыми для их очистки.

На сегодняшний день проблема очистки данных весьма актуальна и интерес к ней продолжает расти. Проблемами, связанными с очисткой данных, занимается целый ряд исследовательских групп. Не удивительно, ведь от качества подготовленных данных напрямую зависит результат Data Mining. Цена ошибок может быть очень высокой в финансовом плане, поскольку внедрение средств Data Mining на производстве стоит недешево. Но успешный результат Data Mining может принести крупной компании прибыль, на порядок превышающую затраты. Потому очистка данных играет важнейшую роль при внедрении средств Data Mining.

Список литературы:

1. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining — М.: БХВ-Петербург, 2009. — 336 с.
2. Чубукова И.А. Data Mining: учебное пособие. 2-е изд., перераб. — М.: Интернет-университет информационных технологий: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2008. — с. 239—252.
3. Эрхард Рам, Хонг Хай До. Очистка данных: проблемы и актуальные подходы // журнал BPM World. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.iso.ru/rus/document5815.phtml> (дата обращения 17.02.2013).

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ОФФЛАЙН РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА НА КИТАЙСКОМ ЯЗЫКЕ

Попова Виктория Владимировна

*студент 2 курса магистратуры, кафедра программного обеспечения
вычислительной техники и автоматизированных систем ТОГУ, г. Хабаровск
E-mail: acidv@mail.ru*

Федосеев Андрей Анатольевич

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент, кафедры программного
обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем ТОГУ,
г. Хабаровск*

Интерес к китайскому языку растет с каждым годом, поскольку отношения с Китаем в последнее время развиваются очень динамично. Растет потребность в квалифицированном, быстром и точном переводе технических, экономических, политических и других текстов с китайского языка. Во многом облегчить работу переводчика может электронный словарь с возможностью распознавания рукописного текста на китайском языке.

Оффлайн распознавание рукописного китайского текста является одной из наиболее сложных задач распознавания образов. Процесс распознавания можно разделить на несколько этапов.

На первом этапе производится предварительная обработка входного изображения. Предварительная обработка изображения во многих случаях оказывает большое влияние на последующую обработку: сегментацию, декомпозицию иероглифов и само распознавание. Целью данного этапа является улучшение изображения. Процедура улучшения изображения сводится к выполнению комплекса операций для улучшения визуального восприятия изображения и более удобного машинного анализа.

Алгоритм предварительной обработки, используемый в данной работе, включает следующие этапы:

- представление изображения в градациях серого;
- фильтрация;

- коррекция разности освещенности;
- бинаризация;
- коррекция поворота.

На первом этапе цветное изображение, загруженное в систему распознавания, преобразуется в изображение в градациях серого (рис. 1). Для каждого пикселя вычисляется его яркость в пределах от 0 до 255. Уровню яркости 0 соответствует черный цвет, уровню 255 — белый.

В соответствии со стандартом МСЭ-R ВТ.601 яркость пикселя вычисляется по формуле:

$$I = 0,299R + 0,587G + 0,114B$$

где: R, G, B — красный, зеленый и синий каналы соответственно.

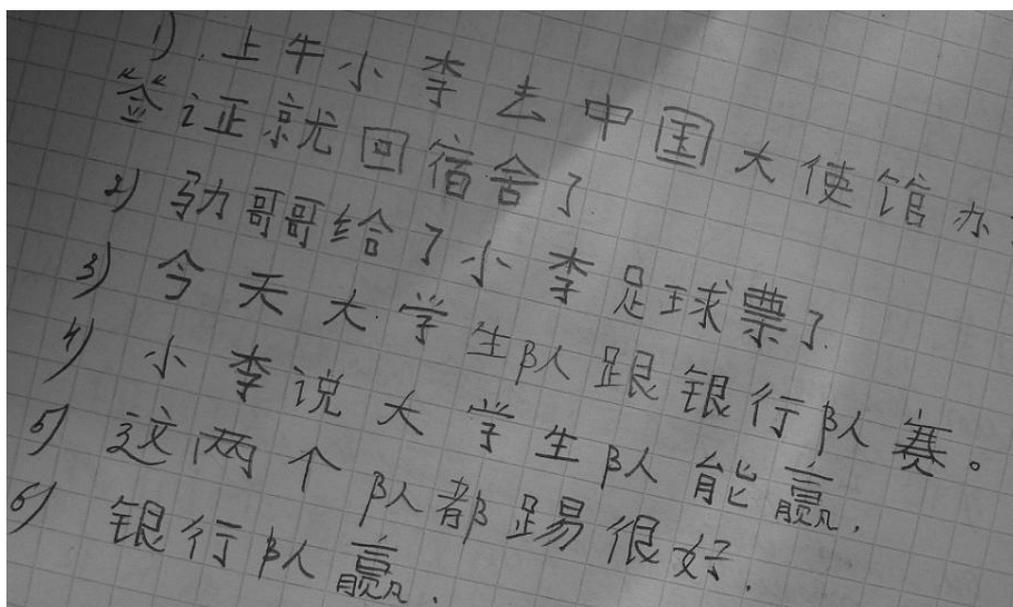
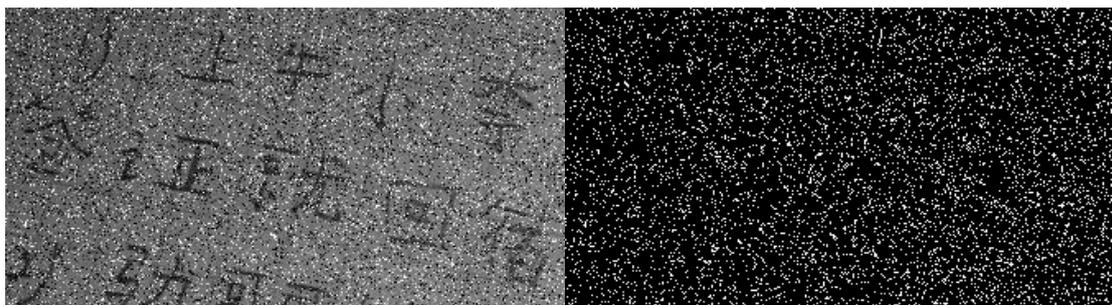


Рисунок 1. Исходное изображение в градациях серого

Довольно часто при формировании визуальных данных изображения получают зашумленными (рис. 2а). Это объясняется несовершенством аппаратуры, влиянием внешних факторов и т. п. Существует множество

различных способов шумоподавления: низкочастотная и высокочастотная фильтрация, пороговое сглаживание, медианный фильтр [3].

Наличие шумов в изображении может негативно отразиться на машинной обработке. Случай ошибочной бинаризации вследствие наличия большого числа помех представлен на рисунке 2б.



а)

б)

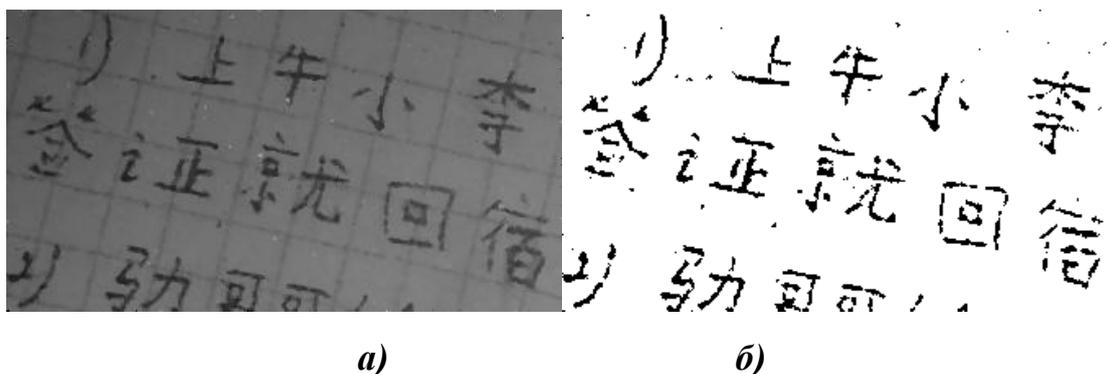
***Рисунок 2. Обработка зашумленного изображения:
а) пример зашумленного изображения; б) ошибка бинаризации
методом Отсу из-за наличия помех***

В данной работе для шумоподавления используется медианный фильтр — эффективный и простой в реализации метод нелинейной обработки сигналов.

При медианной фильтрации используется скользящее двумерное окно размера $m \times n$. Для каждого пикселя изображения выполняется независимая оценка медианы в окне. Значения яркости пикселей, попавших в окно, упорядочиваются по возрастанию. Значение среднего элемента упорядоченной выборки является новым значением яркости пикселя, стоящего в середине окна. Результат работы медианного фильтра отражен на рисунке 3а. Медианный фильтр намного улучшил результат бинаризации (рис. 3б).

На следующем шаге необходимо произвести бинаризацию изображения.

Бинарное изображение — изображение, в котором каждый пиксель может принимать только одно из двух значений: 0 или 1. Значение пикселя равное 0 называют задним планом (в данном случае это белый цвет), а 1 — передним планом (черный цвет).



**Рисунок 3. Результат работы медианного фильтра:
 а) изображение после применения медианного фильтра;
 б) бинаризация методом Отсу после фильтрации**

Суть алгоритма бинаризации заключается в сравнении яркости пикселя $V(x,y)$ с некоторым пороговым значением $V_T(x,y)$. Если яркость пикселя больше порогового значения, то цвет пикселя принимается равным 0, иначе 1. Все методы бинаризации делятся на две группы: методы глобальной и локальной пороговой обработки. В методах глобальной бинаризации пороговое значение яркости постоянно для всех пикселей изображения.

Одним из наиболее эффективных методов глобальной обработки считается метод Отсу [4]. Диапазон яркостей $[0; L]$ изображения делится на две части пороговым значением T . Алгоритм сводится к минимизации внутриклассовой дисперсии, которая определяется как взвешенная сумма дисперсий двух классов. В алгоритме Отсу минимизация внутриклассовой дисперсии эквивалентна максимизации межклассовой дисперсии, которая равна:

$$\sigma_b^2 = \omega_1 \omega_2 (\mu_1 - \mu_2)^2$$

Где: σ_b — межклассовая дисперсия,

w_1 и w_2 — вероятности первого и второго классов соответственно,

μ_1 и μ_2 — средние арифметические значения для каждого из классов.

$$\omega_1(t) = \sum_{i=1}^t p_i$$

$$\omega_2(t) = \sum_{i=t+1}^L p_i = 1 - \omega_0(k)$$

$$\mu_1(t) = \sum_{i=1}^t \frac{ip_i}{\omega_0}$$

$$\mu_2(t) = \sum_{i=t+1}^L \frac{ip_i}{\omega_1}$$

Общая схема алгоритма такова:

- Вычисляем гистограмму по значениям $p_i = n_i / N$, где N — общее количество пикселей на изображении, n_i — количество пикселей с яркостью i .
- Начиная с порога $t = 1$, проходим через всю гистограмму, на каждом шаге пересчитывая дисперсию $\sigma_b(t)$. Если на каком-то шаге дисперсия оказалась больше максимума, то дисперсия обновляется и $T = t$.
- Искомый порог равен T .

Недостаток данного метода — чувствительность к неравномерной освещенности (рис. 4). Для решения данной проблемы можно воспользоваться алгоритмом компенсации освещенности.

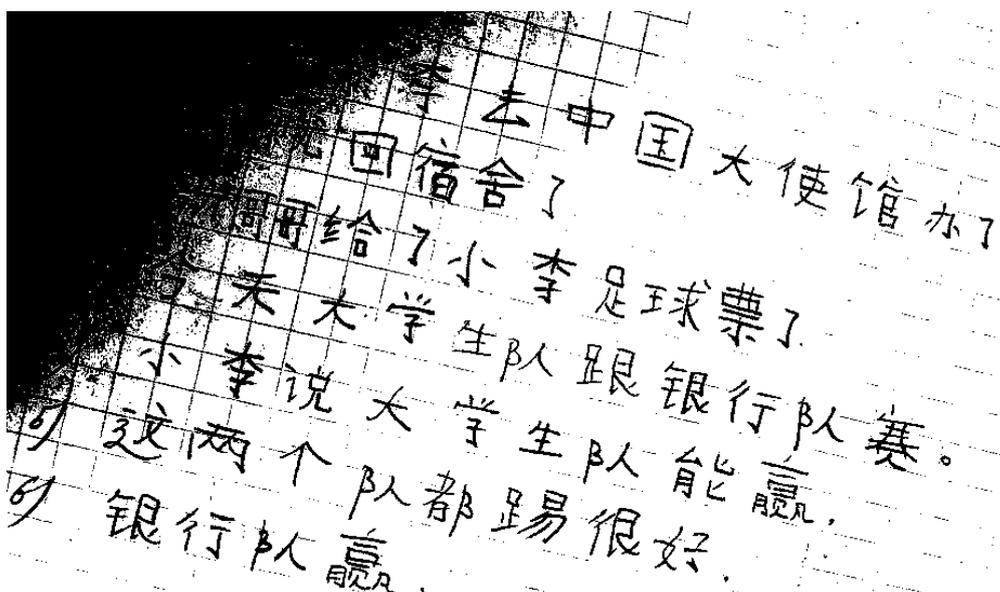


Рисунок 4. Ошибка бинаризации из-за неравномерной освещенности

Для выравнивания освещенности необходимо получить компонент освещения путем низкочастотной фильтрации G изображения. Как правило, для размытия изображения применяется двумерный фильтр Гаусса.

Матрица свертки в данном случае вычисляется по закону распределения Гаусса:

$$G(x, y) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}},$$

где: σ — стандартное отклонение распределения Гаусса.

От размера матрицы зависит сила размытия.

Восстановить изображение можно по формуле:

$$I'(x, y) = 255 * \log\left(\frac{I(x, y)}{G(x, y)}\right) + 127.5$$

Результат применения алгоритма выравнивания освещенности с последующей бинаризацией методом Отсу показан на рисунках 5 и 6.

Еще одним недостатком метода Отсу является слипание близко расположенных областей, что может повлиять на дальнейшую обработку и распознавание. Поэтому в данной работе предлагается использовать адаптивную бинаризацию, которая к тому же позволяет решить проблему разности освещенности (рис. 7) [1].

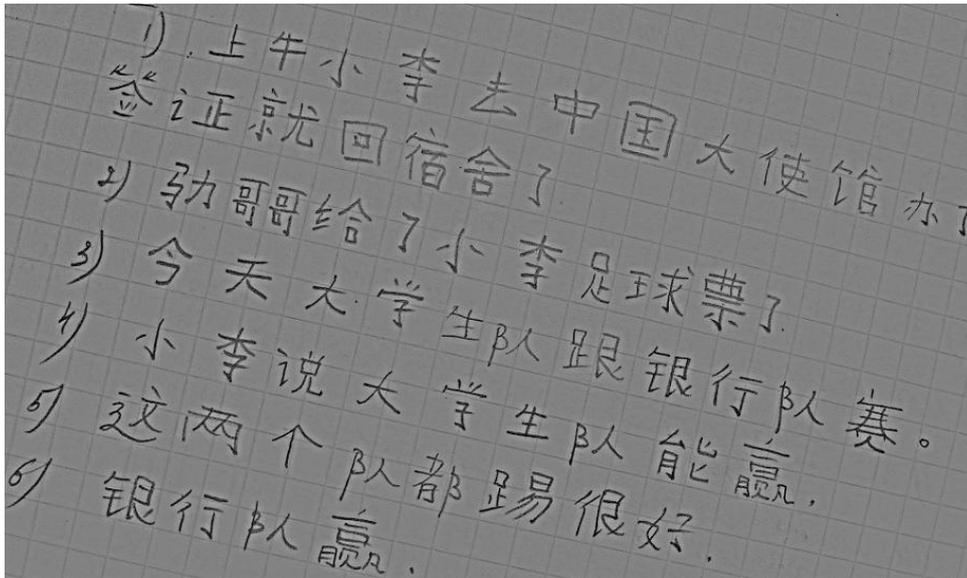


Рисунок 5. Результат работы алгоритма выравнивания освещенности

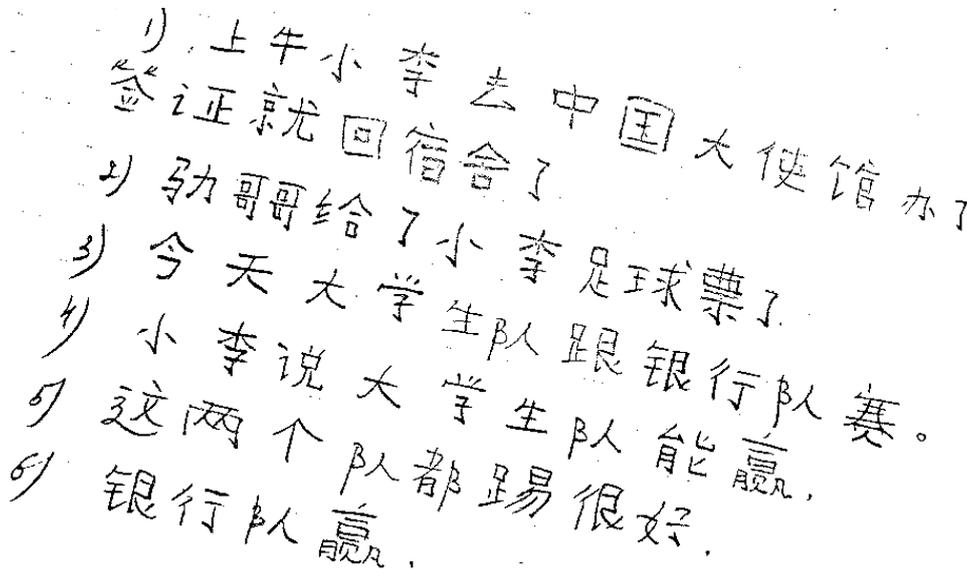


Рисунок 6. Результат бинаризации методом Отсу

Для окрестности R пикселя вычислить порог T . Порог T может являться средним значением яркости по области R , медианой выборки из области R или вычисляться по формуле: $(I_{\max} - I_{\min})/2$. Значение пикселя $V(x,y)$ в бинарном изображении вычисляется следующим образом:

$$V(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{если } I(x,y) > T + C \\ 0, & \text{иначе} \end{cases},$$

где: $I(x,y)$ — яркость пикселя в исходном изображении,

C — произвольная константа.

1) 上午小李去中国大使馆办了签证就回宿舍了。
2) 劲哥哥给了小李足球票了。
3) 今天大学生队跟银行队赛。
4) 小李说大学生队能赢。
5) 这两个队都踢得很好。
6) 银行队赢。

Рисунок 7. Пример адаптивной бинаризации

Для коррекции наклона изображения предлагается использовать преобразование Хафа. Идея метода состоит в поиске кривых, которые проходят через достаточное количество точек интереса [2]. В данном случае, точками интереса считаются пиксели черного цвета. В преобразовании Хафа используется дискретное фазовое пространство. Функция, задающая семейство прямых в фазовом пространстве, имеет вид:

$$F(R, \theta, x, y) = x \cos \theta + y \sin \theta - R,$$

где: R — длина перпендикуляра, опущенного на прямую из начала координат,

θ — угол между перпендикуляром к прямой и осью OX , θ изменяется в пределах от 0 до 2π , R ограничено размерами входного изображения.

Через каждую точку (x, y) изображения можно провести несколько прямых с разными R и θ . Всем ячейкам дискретного фазового пространства с координатами (R, θ) ставится в соответствие «счетчик». Значение «счетчика» показывает количество точек интереса, через которые можно провести прямую с параметрами R и θ . Сортировка счетчиков в порядке убывания позволяет отобрать прямые, проходящие через необходимое количество точек интереса.

На рисунке 8 отображены найденные с помощью преобразования Хафа прямые.
Рисунок 9 показывает изображение со скорректированным углом поворота.

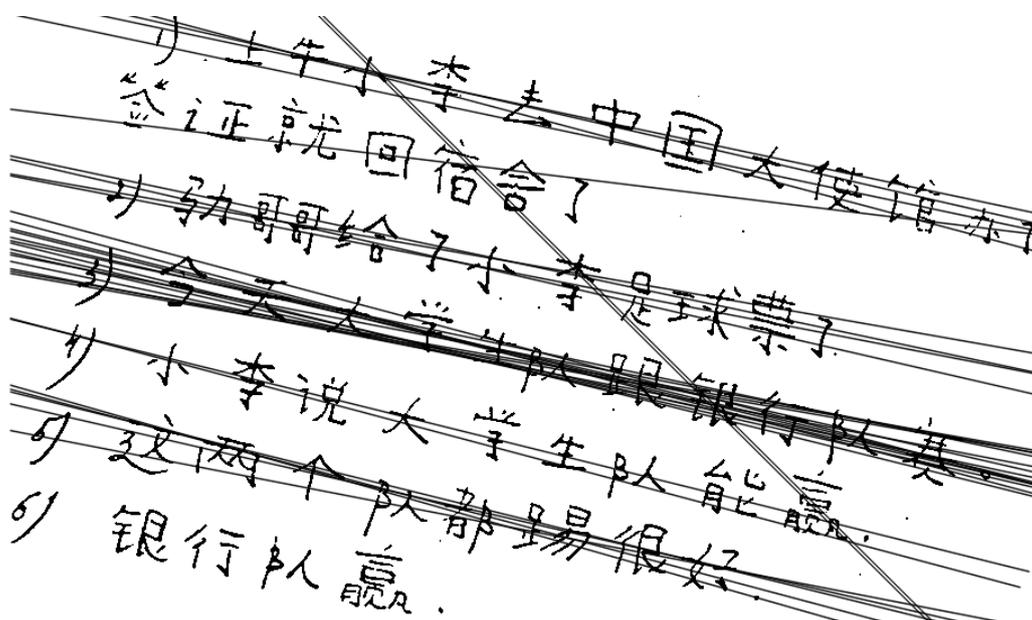


Рисунок 8. Преобразование Хафа для линий

1) 上午小李去中国大使馆办了
签证就回宿舍了
2) 勃哥哥给了小李足球票了。
3) 今天大学生队跟银行队赛。
4) 小李说大学生队能赢。
5) 这两个队都踢得很好。
6) 银行队赢。

Рисунок 9. Пример изображения со скорректированным углом наклона

Предварительная обработка позволяет сократить ошибки при сегментации (разбиении изображения на строки и отдельные иероглифы), декомпозиции (разбиении иероглифа на ключи) и при самом распознавании. Полученное на данном этапе бинарное изображение легче обрабатывать на последующих этапах распознавания.

Список литературы:

1. Введение в цифровую обработку изображений: лекция 3. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://cvbeginner.blogspot.ru/2011/09/3.html> (дата обращения 21.02.2013).
2. Дегтярева А., Вежнев В., Преобразование Хафа (Hough transform) // Компьютерная Графика и Мультимедиа Сетевой журнал. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.cgm.computergraphics.ru/content/view/36> (дата обращения 23.02.2013).
3. Компьютерная графика. Подавление и устранение шума. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/pogozhev/files/lecture07.pdf> (дата обращения 20.02.2013).
4. Обнаружение объектов методом Оцу. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://wiki.asoiu.com/index.php/Обнаружение_объектов_методом_Оцу (дата обращения 21.02.2013).

ФАЙЛ-СЕРВЕРНАЯ NOSQL СУБД

Шахматов Александр Александрович

*студент 4 курса, факультета информатики, математики и физики ШГПИ,
г. Шадринск
E-mail: xardas1307@gmail.com*

Слинкин Дмитрий Анатольевич

научный руководитель, канд. пед. наук, доцент ШГПИ, г. Шадринск

По мнению аналитического агентства Gartner, манипуляции с большими объемами данных при помощи внешних нетрадиционных NoSQL-хранилищ входят в «Топ-10 стратегических технологических трендов 2013 года» [3]. Однако, NoSQL базы могут быть более эффективны и на малых объемах данных, которые предполагают некоторую иерархичность. Так называемые, «schemaless key-value storage» позволяет быстро начать работу над данными и не требуют детальной проработки и длительной проектировки, как реляционные базы данных (РБД).

Так, например, для нужд автоматизированной системы управления мероприятиями научно-теоретического, научно-практического и методического

характера потребовалось хранилище, которое отвечало бы следующим требованиям:

1. Полная изоляция данных и возможность напрямую редактировать их без наличия СУБД.

2. Наличие доступного API для большинства известных языков программирования.

3. Возможность AJAX-запросов к СУБД.

4. Возможность удобной работы с бинарными данными (графические изображения, видеофайлы, документы различных форматов).

Одним из самых подходящих под заданные критерии была СУБД от Apache — документо-ориентированная CouchDB, которая обладает огромным потенциалом, но, к сожалению, не подходящая по причине не слишком удобной (хотя и несомненно лучшей, чем у аналогов) работы с бинарными данными и невозможности напрямую редактировать данные без веб-интерфейса (хотя, опять же, редактировать данные можно и с помощью CURL по HTTP, однако данное решение слишком громоздко и неудобно).

Таким образом, было принято решение разработать свою СУБД, которая бы в полной мере отвечала заданным критериям, а именно:

1. Имела бы полноценный REST-интерфейс.

2. Данные хранились бы напрямую в файлах.

Если с первым всё очевидно (соответствие второму и третьему пункту требований), то со вторым пунктом имелись некоторые сложности. Необходимо было решить, как именно будут храниться данные, по какому принципу и т. д. Решение было навеяно структурой JSON документов в CouchDB и MongoDB.

Согласно RFC-2627 [2], JavaScript Object Notation (JSON) — легковесный, основанный на текстовой информации, независимый от языка программирования изменяемый формат для сериализации структурированных данных. С помощью JSON можно представить в удобном для человека и автоматизированной обработке формате иерархическую структуру любой сложности в формате ключ-значение (key-value). Многие REST-сервисы

предоставляют API для работы со своими ресурсами при помощи JSON или XML. JSON имеет преимущество перед XML в более легком восприятии его человеком, а также встроенными платформонезависимыми типами данных. Собственно, по этой причине он и был выбран.

Однако для упрощенного доступа к данным и пакетной их обработке напрямую стандартными средствами GNU/Linux было предложено использовать следующую структуру: все пары ключ-значение преобразуются по правилу «ключ — название файла, значение — его содержимое», вложенные пары, у которых значение является ключом для следующей пары — преобразуются в папки. Таким образом, можно быстро превратить JSON-структуру в файловую и наоборот, древовидную структуру файлов и папок представить в виде JSON-документа.

В соответствии с идеологией REST [1], для обращения к БД используются 4 HTTP-запроса: GET, POST, PUT, DELETE. GET для получения, POST для обновления, PUT для добавления и DELETE для удаления (стандартные CRUD-операции (Create Read Update Delete)) данных.

При обращении по определенному URL методом GET, имеющего вид имя_протокола://имя.сервера:порт/db/*, часть URL, которая соответствует символу «*» в схеме разбивается на имена директорий (например, <https://shgpi.edu.ru:5678/db/xyz/123/> разбивается на две папки: xyz и вложенная в неё папка 123). При этом в JSON-ответ, формируемый сервером, попадает полное дерево каталогов и файлов начиная от той папки, которую мы указали в URL, при условии её существования. Иначе будет выдана ошибка с кодом 404 и ответом {"ok": false, "error": "Not found"}.

По аналогии создаются запросы и другими методами. Например, при обращении к серверу методом PUT по URL <https://shgpi.edu.ru:5678/db/xyz/123/> будет осуществлена проверка существования указанной директории, если таковая существует, будет выдана ошибка с кодом 409 и ответом {"ok" => false, "error" => "Item already exist"}, иначе директория будет создана, и в неё будет записано содержимое данных запроса, которые

обязательно должны представлять собой консистентный JSON-документ, иначе будет выдана ошибка с кодом 400 и ответом {"ok" => false, "error" => "Not valid JSON"}. В случае успеха генерируется стандартный ответ с кодом 200 и текстом {"ok" => true}. При обращении методом POST поведение сервера схоже, за исключением того, что начальная директория проверяется не на отсутствие, а на наличие. При обращении же методом DELETE проверяется на наличие исходной директории и если присутствуют данные в запросе, которые представляют собой валидный массив JSON, то удаляются только присутствующие в массиве элементы, при отсутствии данных запроса удаляется только директория, к которой происходит обращение.

В указанной схеме имеется некоторое отличие от классического использования REST-архитектуры: для обновления данных используется POST вместо PUT, и наоборот для создания нового ресурса используется PUT вместо POST. Данная рассогласованность возникла из-за желания максимизировать совместимость данной СУБД с HTTP-интерфейсом CouchDB.

На данный момент кроме обычных GET-запросов поддерживаются запросы с параметрами. Параметр GET type=conference означает, что в результирующую выборку должны попасть только элементы дерева, у которых свойство type равняется conference, включая все его ветви. В дальнейшем планируется расширение возможностей выборки по различным категориям, включая регулярные выражения, а также создание пользовательских представлений для данных.

Поддерживается также кэширование ответов сервера на GET-запросы, основанное на механизме с использованием HTTP-заголовка Last-Modified.

Для предотвращения выполнения операций создания, изменения и удаления от неавторизованного пользователя был внедрен механизм разделения ресурсов на основе Basic HTTP Authentication, для защиты которого было использовано SSL-шифрование.

Сам прототип СУБД был написан на ЯП Ruby под ОС Альт Линукс 6, с использованием следующих гемов: thin (легковесный веб-сервер), sinatra (веб-

фреймворк для упрощенного роутинга и пр.) и rack (обработка HTTP-запросов), json/ext из stdlib (для обеспечения быстрой обработки данных в формате JSON), rb-inotify (для отслеживания изменений файловой системы, в целях оптимального кэширования ответов). Исходный код и вся сопутствующая документация доступны по ссылке: <https://github.com/X2rdas/easedb> .

Данная СУБД была использована в проекте «Система автоматизированного проведения конференций», которая успешно внедряется в ФГБОУ ВПО «Шадринский государственный педагогический институт» в рамках студенческого форума «Актуальные проблемы теории и методики информатики, математики и физики». Планируется дальнейшее развитие СУБД, а также добавление веб-интерфейса, который бы позволял редактировать данные в БД без непосредственного входа на сервер и различные другие механизмы.

Список литературы:

1. Crockford D. RFC 4627. The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON) // The Internet Engineering Task Force. — 2006. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc4627> (дата обращения 2.03.2013).
2. Fielding R.T. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Chapter 5. Representational State Transfer (REST): Ph. D / Roy T. Fielding. — University of California, Irvine. — 2000. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/rest_arch_style.htm (дата обращения 01.03.2013).
3. Savitz E. Gartner: Top 10 Strategic Technology Trends For 2013 // Forbes. — 10/23/2012. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.forbes.com/sites/ericsavitz/2012/10/23/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2013/> (дата обращения 01.03.2013).

СЕКЦИЯ 3. МАШИНОСТРОЕНИЕ

К ВЫБОРУ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПОРНО-ПОВОРОТНЫХ МЕХАНИЗМОВ АНТЕННЫХ УСТРОЙСТВ

Богорад Мирослава Сергеевна
студент, кафедра КТОМПС, Механико-Технологический факультет,
Политехнический институт СФУ, г. Красноярск
E-mail: Miro4k@gmail.com

Лимаренко Герольд Николаевич
научный руководитель: д-р техн. наук, доцент, кафедра КТОМПС,
Механико-Технологический факультет, Политехнический институт СФУ,
г. Красноярск

Статья рассматривает методики расчета динамических характеристик, которые могут быть применены для расчета собственных частот и амплитуд вынужденных колебаний опорно-поворотных механизмов антенных устройств.

Введение

Антенной называется радиотехническое устройство, предназначенное для излучения или приема электромагнитных волн. Антенна является одним из важнейших элементов любой радиотехнической системы, связанной с излучением или приемом радиоволн. К таким системам относят: системы передачи информации, системы извлечения информации, системы разрушения информации, системы радиоуправления.

Основной задачей современных антенных устройств (АУ) является обеспечение передачи сигнала высокого качества на требуемое расстояние. Поэтому направленность АУ является одной из ее важнейших характеристик.

Диаграмма направленности АУ зависит от конструкции антенны. Используя антенны с различными диаграммами направленности, можно повысить дальность и качество связи. Задание требуемого местоположения

центрального лепестка зеркальных антенн осуществляется посредством электромеханических следящих систем.

Проблема, возникающая при создании зеркальных антенн, связана с необходимостью начальной реализации и последующего сохранения геометрической формы сооружения с отклонениями, не превышающими $1/16$ длины волны, т. е. величин, измеряемых долями миллиметра. Превышение искажениями формы элементов ЗА указанного предела приводит к резкому снижению эффективности работы антенны [4].

Требование точности является одним из основных, предъявляемых к большинству механизмов антенн. От точности перемещения рабочих органов антенных систем (зеркала антенны, рупора сканера, зонда в измерительном устройстве и т. п.) зависит точность получаемых радиотехнических параметров. Использование различных радиотехнических способов, направленных на увеличение точности результатов, часто оказывается более сложным и дорогостоящим по сравнению с применением высокоточных передач [4]. Вибрации и слишком высокие амплитуды колебаний могут повлиять на точность наведения.

Динамические расчеты приводных систем

Расчётами и исследованием крутильно-поперечных колебаний в приводах занимались в научно-исследовательских институтах и КБ в Москве (ЭНИМС, ИМАШ), Ленинграде (Вульфсон И.И., Курков С.В.), Вильнюсе (Аугустайтис В.-К.В.) и др. Для получения уравнений движения при таких колебаниях используют уравнения Лагранжа II рода, в том числе и с неопределёнными множителями. В последнем случае получаются очень громоздкие выражения матриц жёсткости привода, что затрудняет вычисление собственных значений системы. В последнее время наиболее общим подходом в решении задачи анализа многомерных динамических систем является применение метода конечных элементов (МКЭ). Подобно тому, как исследуется напряженно-деформированное состояние упругих тел путем разбиения их твердотельных моделей на конечные элементы (сетки различного

типа), так и систему привода можно исследовать аналогичным образом. При этом в качестве конечных элементов могут выступать как отдельные стержневые участки деталей привода, так и функциональные его части: передачи, муфты, валы в целом и др. [6].

Согласно пособию [5], для расчёта и анализа динамических характеристик привода составляется его расчётная схема — динамическая модель, в которой определённым образом взаимодействуют инерционно-массовые и упруго-демпфированные элементы. В программном комплексе “DYNAR” [8] для расчета и анализа крутильных колебаний приводов использован метод модального анализа, т. е метод разложения по собственным формам колебаний. Для этого математическую модель привода представляют в частотной форме. Используется также метод представления динамической системы механического привода, составленного из взаимодействующих конечных элементов-модулей, в которых моделируются как крутильные, так и поперечные колебания. В качестве функциональных элементов здесь используются модули:

В работе [5] приведены схемы и математические модели динамических модулей некоторых элементов механических приводов (двигателей, валов, зубчатых передач и др.).

На рис. 1 приведена двумерная динамическая модель двигателя при крутильных и поперечных колебаниях.

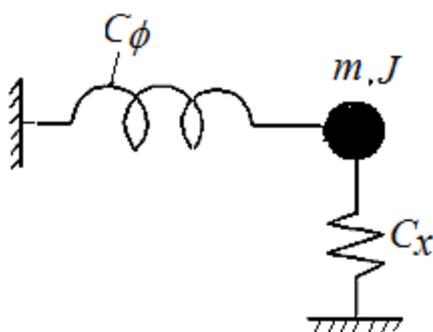


Рисунок 1. Двухмерная динамическая модель электродвигателя

Распределенная масса ротора приведена к сосредоточенной консольной массе m . К этой массе приведена жесткость опор C_x , а также соответствующий коэффициент демпфирования ψ_x . Приведенная радиальная жесткость C_x вычисляется как отношение допустимой радиальной консольной нагрузки к податливости приводного вала на консоли от единичной нагрузки:

$$C_x = \frac{100\sqrt{T_n}}{\Delta K}, \quad (1)$$

Собственную частоту колебаний крутильной системы некоторых типов двигателей рассчитывают по формуле, Гц:

$$f = (1/2\pi) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot T_k \cdot p_n}{J_{pn}}}, \quad (2)$$

где: T_k — максимальный (критический) крутящий момент,

p_n — число пар полюсов,

J_{pn} — момент инерции ротора приведенный.

В модели-модуле предполагается отсутствие упруго-демпфированной связи между крутильными и поперечными колебаниями ротора. Такая связь возникает лишь при взаимодействии ротора с элементом привода (муфта, ременная передача и др.).

Матрица инерции модуля электродвигателя может быть получена из выражения кинетической энергии системы:

$$A = \begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & J \end{bmatrix} \quad (3)$$

Матрица жесткости:

$$C = \begin{bmatrix} C_x & 0 \\ 0 & C_\varphi \end{bmatrix}, \quad (4)$$

Динамическую модель вала можно представить как систему с двумя упруго-демпфированными взаимодействующими массами m_V, m_P , опирающимися на упруго-демпфированные опоры. Если в этой системе учесть также упругое взаимодействие инерционных масс при кручении, то получим динамический модуль вала с четырьмя обобщенными координатами, который можно использовать при моделировании систем приводов, как конечный элемент вала (КЭ) (Рис. 2).

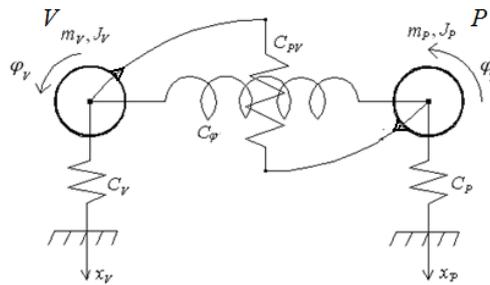


Рисунок 2. Динамический модуль вала с четырьмя степенями свободы

Результирующая матрица жесткости КЭ вала имеет вид:

$$C = \begin{bmatrix} C_{1V} & 0 & -C_{12} & 0 \\ 0 & C_{\phi VP} & 0 & -C_{\phi VP} \\ -C_{12} & 0 & C_{2P} & 0 \\ 0 & -C_{\phi VP} & 0 & C_{\phi VP} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Инерционная матрица:

$$A = \begin{bmatrix} m_{1V} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & J_{1V} + \eta/3 & 0 & \eta/6 \\ 0 & 0 & m_{1P} & 0 \\ 0 & \eta/6 & 0 & (J_{1P}) + \eta/3 \end{bmatrix}, \quad (6)$$

где: η — распределенный момент инерции вала при кручении.

Динамическую модель всего привода получают путем ансамблирования конечно-элементных модулей.

В пособии [2] разработка математической модели привода главного движения состоит из следующих этапов:

1. Анализ разработанной конструкции привода главного движения и определение его параметров по сборочным чертежам, построение расчетной схемы динамической системы привода.

2. Описание расчетной схемы привода системой дифференциальных уравнений.

3. Определение передаточных функций динамической системы привода главного движения.

4. Построение частотных и переходных частотных характеристик привода.

5. Анализ динамического качества привода главного движения по его динамическим характеристикам.

Далее производится расчет податливостей элементов привода.

Полученная в результате подсчета моментов инерции сосредоточенных масс приводных механизмов и податливостей упругих участков между ними расчетная схема представляет собой цепную систему весьма громоздкую, так как валы вращаются с разными скоростями и соединяются между собой посредством передач.

Особенности данного метода:

- Использование громоздких уравнений Лагранжа второго рода.
- В данной методике не упомянуто использование средств автоматизации, инженерных программ.
- Основное внимание уделяется крутильным колебаниям.

Зависимость диаграммы направленности от вибраций рассмотрена в работе [7]:

При механических гармонических воздействиях с начальной фазой равной нулю, через один интервал дискретизации по времени Δt , равный времени прохождения механической волны расстояния от края антенны до ее центра,

возникающая деформация профиля антенны приводит к следующим изменениям ДН (см. рис. 3, кривая 2): ширина ДН изменяется незначительно, но уже исчезают нулевые уровни в области боковых лепестков и изменяется уровень боковых лепестков. При исследовании результатов деформации для каждого следующего временного интервала Δt воздействие поперечных механических колебаний оценивалось для нового пространственного положения щелей профиля антенны полученного в предыдущий момент.

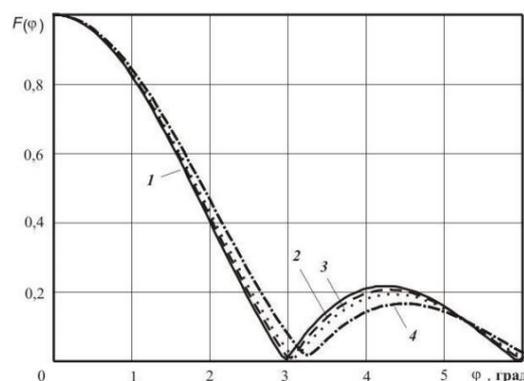


Рисунок 3. Изменение диаграммы направленности антенны вследствие деформации, образующейся из-за вибраций

Расчеты деформации профиля антенны для моментов времени t , соответствующих его дальнейшему приращению с интервалом Δt дали следующие результаты. При $t = 2\Delta t$ (см. рис. 3, кривая 3) и $t = 3\Delta t$ (см. рис. 3, кривая 4), т. е. с увеличением t , наблюдается увеличение деформации профиля антенны и изменение ДН.

Из этого можно заключить о важности расчета и минимизации колебательных характеристик для антенных устройств.

Подробно рассматривает расчет динамических характеристик шпинделя работа [1], разрабатывая методический подход для многокритериального выбора наиболее рациональных конструктивных и рабочих параметров. Рассматривая конструкции шпиндельных узлов как двухконсольную балку на упругих опорах, нагруженную сосредоточенными и распределенными

массами. Данный подход недостаточен для задачи определения динамических характеристик привода антенных устройств.

Модальный анализ так же используется в статье [9]. Расчеты производятся в программном комплексе Ansys, в результате чего получены некоторые характеристики шпинделя при вращении на критической скорости. В результате получены собственные частоты для различных ситуаций. Однако, в данной работе не производится расчет амплитуд колебаний шпинделя.

В работе [6] приведен метод расчета амплитуд вынужденных колебаний элементов механической системы привода тяжелого станка. Этот метод основан на использовании частотных передаточных функций привода и его модальном анализе.

Выводы

Рассмотрев указанные выше работы, можно заключить, что наиболее подробно расчет динамических характеристик механических систем рассмотрен в методиках [2] и [5]. Однако, метод, представленный в учебном пособии [5] более эффективен по нескольким причинам:

- использование методов конечных элементов и модального анализа
- разбиение на модули.
- расчет как крутильных, так и поперечных колебаний.
- использование различных программных продуктов.

Список литературы:

- 1 Басинюк В.Л., Кулешова А.В. Расчет динамических характеристик и многокритериальный выбор параметров шпиндельных узлов, Минск — Issn 1995-0470. Механика машин, механизмов и материалов. № 4 (17). 2011. — с. 29.
- 2 Басинюк В.Л., Кулешова А.В. Расчет динамических характеристик металлорежущих станков: учебное пособие, Тамбов, Издательство ТГТУ, 2007 г.
- 3 Диняева Н.С. Конструирование механизмов антенн, Москва, Издательство МАИ, 2002 г. — с. 62.
- 4 Кузнецов В.В. и коллектив авторов Справочник «Металлические конструкции», Москва, издательство АСВ, 1999 г.

- 5 Лимаренко Г.Н. Динамика, вибродиагностика и виброзащита машин: учеб.-метод. пособие [для ст-в спец.230104«САПР»] Красноярск: СФУ, 2012. — 96 с.
- 6 Лимаренко Г.Н. Методология проектирования речных передач с автоматизированным приводом. Монография, Сиб. федерал. ун-т. — Красноярск. ИПК СФУ, 2010. — 362 с.
- 7 Талибов Н.А. Якимов А.Н., Смогунов В.В. Исследование влияния вибраций на диаграмму направленности волноводно-щелевой антенны Пензенский Гос-й унив-т (г. Пенза) — Материалы III Всероссийской конференции «Радиолокация и радиосвязь» — ИРЭ РАН, 26-30.10.09 [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://jre.cplire.ru/jre/library/3conference/pdffiles/a017.pdf> (дата обращения 27.01.13).
- 8 Хомяков В.С. Автоматизированная система расчета статических и динамических характеристик крутильных систем приводов / В.С. Хомяков и др. — М: Мосстанкин 1990. — 28 с.
- 9 Abuthakeer S.S. Mohanram P.V., Mohan Kumar G. Dynamic characteristics analysis of high speed motorized spindle. Annals of faculty engineering hunedoara — international journal of engineering Tome IX (2011). India. Fascicule 2. ISSN№ 1584. — 2665 pp. 219—224.

СЕКЦИЯ 4. МЕТАЛЛУРГИЯ

МЕТОДЫ НАНЕСЕНИЯ НА ОПРАВКУ ИЗНОСОСТОЙКОГО СЛОЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Чугункин Сергей Владимирович
студент 6 курса, кафедра МиТЛП ВолгГТУ, г. Волгоград
E-mail: renyss@yandex.ru

Цурихин Сергей Николаевич
научный руководитель, доцент ВолгГТУ, г. Волгоград

Оправка — металлургический инструмент для формирования внутреннего отверстия в заготовке.

Современный этап развития техники обуславливает повышение требования к быстроизнашивающемуся металлургическому инструменту, к которому относятся, в частности, оправки трубопрошивного стана. Циклическое температурно-силовое воздействие (ЦТСВ) на оправки приводит к быстрому износу наиболее нагруженной их части — носка. Оправки прошивного стана имеют низкую технологическую надежность, которая определяется, преимущественно, сопротивлением металла носка оправки пластической деформации [4, с. 5]. Во время работы оправки подвергаются длительному циклическому воздействию высокой температуры (носик разогревается до 1000°С) и значительного давления (до 170 МПа), поэтому материал оправок должен обладать высокой прочностью, термостойкостью и повышенной теплопроводностью.

На практике наиболее распространенным и трудноустраняемым видом брака бесшовных труб являются внутренние плены и трещины прокатного или металлургического происхождения. Возникновение их при прокатке в основном связано с центральным разрушением металла перед носком оправки

во время процесса прошивки заготовок, вызванным специфическими условиями деформации металла в осевой зоне.

Известны конструктивные решения, позволяющие снизить износ оправки из-за пластической деформации и тем самым повысить срок ее службы. Носок оправки должен быть изготовлен из более высокопрочного материала, чем основное тело оправки. Поверхность оправки подвергается упрочняющей обработке, например лазером или нанесение защитного покрытия на основе тугоплавких металлов, которое играет роль теплового барьера, препятствующего разупрочнению материала оправки [1, с. 124].

Эффективным способом повышения износостойкости оправок является наплавка на их рабочую поверхность жаропрочных материалов. Благодаря жаропрочному сплаву износостойкость оправок повышается в 1,7—2,0 раза, а с учетом зачисток налипших частиц металла — до 5 раз и составляет 3000—3500 проходов. Применяется металлизация носка оправки.

Дуговая наплавка под флюсом.

Нагрев и расплавление металла, осуществляются теплом дуги, горячей между плавящимся электродом и основным металлом под слоем флюса. Наплавка под флюсом является одним из распространенных видов механизированной наплавки. В процессе наплавки возможны четыре основных способа легирования наплавленного металла (рисунок 1).

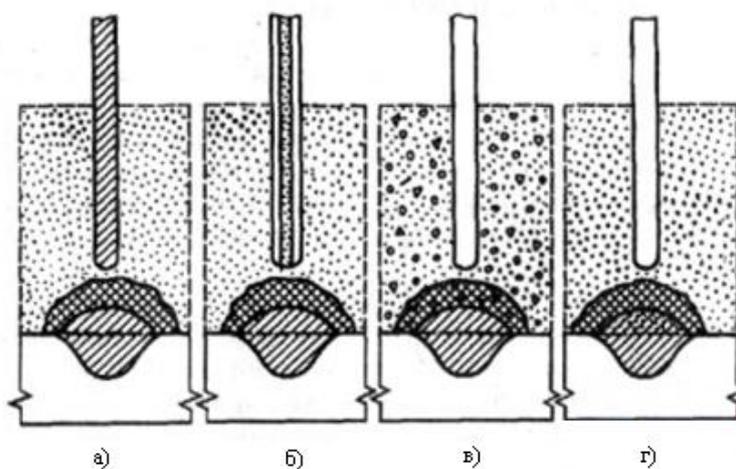


Рисунок 1. Способы легирования наплавленного металла:
а — через сварочную проволоку, **б** — порошковую проволоку,
в — керамический флюс, **г** — укладка легированной присадки

Для наплавки под флюсом применяют электроды в виде одной или нескольких проволок диаметром 1—6 мм или электродной ленты толщиной 0,4—0,8 мм и шириной 20—100 мм. Качество наплавленного металла, форма валиков, глубина проплавления металла изделия зависят от режима наплавки. При наплавке под флюсом получается однородный наплавленный металл, свободный от трещин и пор с гладкой поверхностью и плавным переходом от валика к валику [2, с. 436].

Данный способ имеет ряд недостатков:

1. Значительный нагрев изделия;
2. Нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях;
3. Тяжелые условия труда;
4. Повышенную текучесть расплавленных металла и флюса.

Плазменная наплавка.

Сущность этого метода заключается в том, что нагрев присадочного металла и основного осуществляется сжатой дугой или газовой плазмой, выделенной или совпадающей со столбом дуги. Плазма представляет собой смесь электрически нейтральных молекул газа и электрически заряженных частиц, электронов и положительных ионов. Поэтому наличие электрически заряженных частиц делает плазму чувствительной к воздействию электрических полей [3, с. 261]. Механизм образования наплавленного слоя такой же, как и при других способах дуговой наплавки. Из наплавочных материалов при плазменной наплавке используют проволоку, прутки и порошки. Схема плазменной наплавки с вдуванием порошка в дугу показана на рисунке 2. Между вольфрамовым электродом 1 и внутренним соплом 2 возбуждают дугу. Плазмообразующий газ, проходя через нее, создает плазменную струю 3 косвенного действия, которая обеспечивает расплавление присадочного порошка.

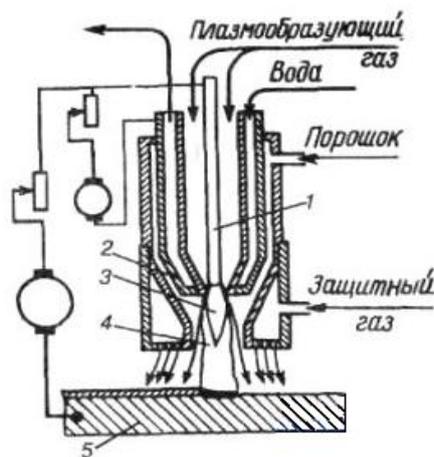


Рисунок 2. Схема плазменной наплавки с вдуванием порошка в дугу:
1 — вольфрамовый электрод; 2 — внутреннее сопло; 3 — плазменная струя; 4 — дуга прямого действия; 5 — основной металл

Другая дуга, 4 прямого действия, горящая между электродом 1 и основным металлом 5, совпадает с плазменной струей прямого действия. Последняя создает необходимый нагрев поверхности, обеспечивая сплавление порошка и основного металла. Изменяя значение силы тока сжатой дуги прямого действия, можно достичь минимальной величины проплавления основного металла. Толщину наплавленного слоя можно изменять в пределах 0,3—10 мм с разбавлением основным металлом от 3 до 30 %.

Недостатки данного способа:

1. Относительно невысокая производительность;
2. Необходимость в сложном оборудовании;
3. Значительные затраты на присадочный материал увеличивающие стоимость восстановленной детали.

Электрошлаковая наплавка.

При электрошлаковой наплавке для оплавления основного и присадочного металла служит шлаковая ванна, разогреваемая проходящим через нее электрическим током. Этот способ наплавки, как правило, сочетается с принудительным формированием наплавленного слоя. Электрошлаковой наплавкой можно получить наплавленный слой любого заданного химического состава на плоских деталях и телах вращения [2, с. 442]. Сущность процесса

электрошлаковой наплавки (рис. 3) состоит в том, что в пространстве, образованном поверхностью наплавляемого изделия 1 и формирующим кристаллизатором 4, охлаждаемым водой, создается ванна расплавленного шлака 3, в которую подается электродная проволока 5.

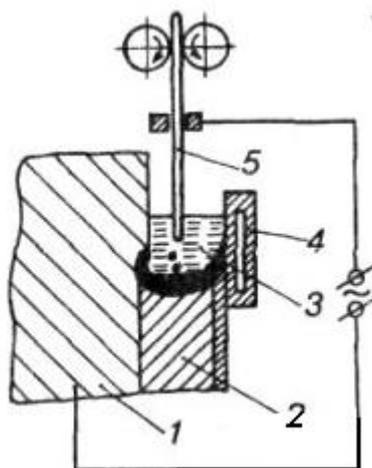


Рисунок 3. Схема электрошлаковой наплавки на вертикальную поверхность: 1 — изделие; 2 — наплавленный слой; 3 — шлак; 4 — кристаллизатор; 5 — электродная проволока

Ток, проходя между электродом и изделием, нагревает шлаковую ванну до температуры выше 2000°C , в результате чего электродный и основной металлы оплавляются, образуя металлическую ванну, при затвердевании которой формируется наплавленный слой 2.

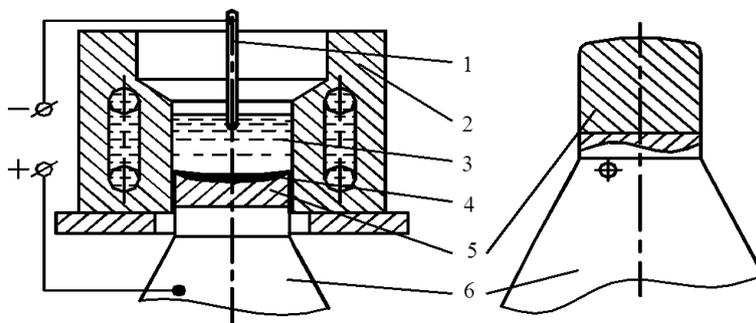


Рисунок 4. Схема наплавки носка оправки: 1 — электрод; 2 — кристаллизатор; 3 — шлаковая ванна; 4 — металлическая ванна; 5 — наплавленный металл; 6 — основной металл

Недостатки способа:

1. Большая погонная энергия процесса, что обуславливает перегрев основного металла в ЗТВ;
2. Сложность и уникальность оборудования;
3. Невозможность получения слоев малой толщины;
4. Большая длительность подготовительных операций.

Горячий метод или метод погружения в расплавленный металл.

Для повышения износостойкости прошивных оправок служит нанесение на их поверхность жаропрочных или жаростойких покрытий.

К данным покрытиям предъявляют ряд требований. Они должны быть сплошными и непроницаемыми для агрессивных сред, обладать высокой прочностью сцепления с металлом, не ухудшать технологические свойства основного металла.

Способ горячего нанесения покрытий заключается в погружении изделий в расплавленный металл. Возможности получения покрытия горячим способом определяются способностью покрываемого металла смачиваться расплавленным металлом покрытия. Покрывающий металл, как правило, должен иметь более низкую температуру плавления, чем покрываемый металл. К числу недостатков этого способа относится: большой расход наносимого металла, неравномерность покрытия по толщине на изделиях сложной формы и т. д. «Горячий» метод заключается в погружении изделий в расплавленный металл и диффузии металла в основу с образованием промежуточного сплава, который и обеспечивает хорошую прочность сцепления с основой. Основным преимуществом этого метода является его простота и большая производительность, а недостатком — трудность регулирования толщины покрытия.

Наиболее широко этот метод применяется в промышленности для нанесения на углеродистую сталь цинка, олова, свинца.

Наряду с традиционными покрытиями из нитрида титана, разработаны технологии получения покрытий из: нитридов циркония, хрома, молибдена,

гафния, тантала, карбонитридов титана, нитридов интерметаллида титан — алюминий, оксидов алюминия [5].

Преимущества данного метода:

1. Простота метода;
2. Большая производительность;
3. Изделие полностью погружается в расплавленный металл, вследствие чего покрываются все поверхности детали;
4. Покрытие обладает отличной устойчивостью к разрушению.

Наносимые покрытия с более высокой жаропрочностью и жаростойкостью при температурах до 1200°C, отличающихся пониженной плотностью и экономичным химическим составом, а так же выбор метода нанесения этих покрытий является весьма актуальной задачей для повышения технических и экономических показателей. Увеличение стойкости носка при температурах до 1100°C износостойкими покрытиями позволит увеличить стойкость оправок и сократить расходы на эксплуатацию трубопрошивного стана, а также увеличить качество производимых труб. А выбор метода погружения в расплавленный металл позволит сократить трудоемкость, повысить производительность и улучшить технические показатели.

Список литературы:

1. Износостойкие упрочняющие покрытия [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://www.inacotec.com/pokrytiya/wearrest/> (дата обращения: 05.02.13).
2. Вавилкин Н.М., Бухмиров В.В. Прошивная оправка: научн. изд. М.: МИСИС, 2000. — 128 с.
3. Степанов В.В. Справочник сварщика: изд. 3-е. М.: Машиностроение, 1974. — 520 с.
4. Фоминых В.П., Яковлев А.П. Электросварка: изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1976. — 288 с.
5. Цурихин С.Н. Разработка технологии электрошлаковой наплавки оправок трубопрошивного стана термостойким сплавом на основе Ni₃Al: Автореф. дис. на соискание ученой степени канд. тех. Наук. — Волгоград, 2007. — 22 с.

СЕКЦИЯ 5. НАНОТЕХНОЛОГИИ

НАНОТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ

Ломейко Татьяна Владимировна
студент-магистрант, факультет архитектуры, КазГАСА, г. Алматы
E-mail: lomeikotanya@mail.ru

Кисамедин Гульжан Мустаховна
научный руководитель, канд. архитектуры, профессор,
зав. каф. «Архитектура жилых и общественных зданий» в КазГАСА,
г. Алматы

Статья посвящена новейшим открытиям в области нанотехнологий, позволившие использовать стержневые конструкции в архитектуре, что совсем недавно было невозможно.

«Основным препятствием включения Шуховских конструкций в стиле-образующие процессы была их объемно-пространственная новизна, что пришло в противоречие с образными стереотипами восприятия архитекторами инженерных конструкций», — С.О. Хан-Магомедов [6, с. 169]

Совсем недавно никто не подозревал, что открытие углерода — нанотрубки (рис. 1) — кардинально изменит картину мира во многих понятиях и областях человеческой деятельности. Открытие углеродной нанотрубки, положило начало новому поколению сверхпрочных и легких строительных материалов, которые в свою очередь произвели настоящую революцию в архитектуре.

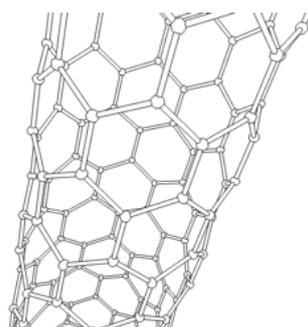


Рисунок 1. Структура соединений атомов углерода в бесшовной нанотрубке

«Углерод под воздействием высокой температуры и давления в недрах земли сжимается и образует кристалл алмаз, который является самым прочным природным материалом на земле, но в основном, большая часть углерода существует на планете в форме графита. До открытия нанотрубки считали, что графит и алмаз это были две и единственные формы существования чистого углерода на планете, но недавно была найдена еще одна форма в виде микроскопической пластинки графита, свернутой в цилиндр в виде трубки. Атом углерода соединенный с тремя соседними атомами образуется новый микроскопический пласт, который, в определенных условиях, способен сворачиваться в бесшовный цилиндр, в упругое и прочное соединение — нанотрубку» [3, с. 1]

В настоящее время подобные структуры получены из нитрида бора, карбида кремния, оксидов переходных металлов и некоторых других соединений. Диаметр нанотрубок варьируется от одного до нескольких десятков нанометров, а длина достигает нескольких микрон. Прочность нити, которая изготовлена из молекулы углерода, определяется не межмолекулярным, а куда более сильным межатомным взаимодействием. Разница между ними — примерно как между прочностью лески и такой же по диаметру разлохмаченной шерстяной нитки. Теоретически, нанотрубки могут стать основой для материалов, которые могут стать во много раз прочней стали.

Точной даты открытия углеродных нанотрубок нет, но общеизвестным является факт наблюдения структуры многостенных нанотрубок (рис. 2) —

Ииджимой в 1991 г, хотя существуют более ранние свидетельства открытия углеродных нанотрубок.

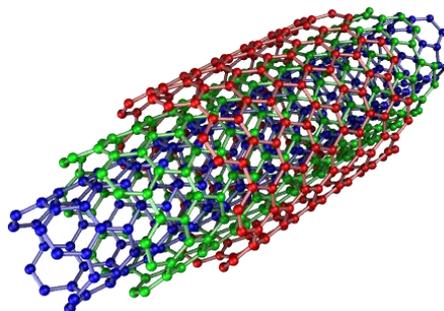


Рисунок 2. Многостенные нанотрубки

В 1992 в научном электронном журнале «Nature» [7] была опубликована статья, в которой утверждалось что нанотрубки наблюдали уже в 1953 г, однако в 1952, в статье советских учёных Радужкевича и Лукьяновича [5, с. 88] сообщалось об электронно-микроскопическом наблюдении волокон с диаметром порядка 100 нм, полученных при термическом разложении окиси углерода на железном катализаторе. Эти исследования не были продолжены. В 1974—1975 гг. А. Oberlin, М. Endo, и Т. Koyama опубликовали ряд работ с описанием тонких трубок с диаметром менее 100 Å, приготовленных методом конденсации из паров, однако более детального исследования структуры не было проведено.

«Группа ученых Института катализа СО АН СССР в 1977 году при учении зауглероживания железохромовых катализаторов дегидрирования под микроскопом зарегистрировали образование «пустотелых углеродных дендритов», при этом был предложен механизм образования и описано строение стенок» [1, с. 1021].

«Существует также множество теоретических работ по выявлению данной формы углерода. В работе химик Джонс (Дедалус) размышлял о свёрнутых трубах графита, М.Ю. Корнилов, профессор кафедры органической химии Киевского национального университета, не только предсказал существования одностенных углеродных нанотрубок в 1986 г., но и высказал предположение об их большой упругости» [2].

Соединение нанотрубки с различными строительными материалами

(Таблица 1.) такими как: железо, бетон, керамика, стекло и др. создало новые строительные материалы в архитектуре — сверхлегкие, сверхпрочные и даже прозрачные, самоочищающиеся наноматериалы.

Использование наноматериалов в строительстве позволило:

- более широко выразить эстетическое архитектурное творчество, не ограничивая фантазию архитекторов и дизайнеров;
- сократить затраты на строительство и темпы возведения зданий;
- улучшить качество сооружений и его эксплуатационные характеристики;
- сохранить окружающую среду;
- соответствовать нормам и требованиям безопасности;
- адаптировать здания к биологически подобным формам, создавая образец архитектуры, который полностью взаимодействует с климатической, химической, кинетической и социальной стороной жизни, уменьшая экологический след современного общества в городской среде.

Таблица 1.

Нанотехнологии и инновационные строительные материалы

Название	Свойства и описание	Показатели	Применение
цемент с наночастицам и диоксида титана (TiO ₂).	Благодаря фотокатализу поверхность из такого цемента может сама собой очищаться.	Загрязнения самой различной природы — бактерии, споры бактерий, плесень, которыми покрыты стены любого здания, — просто разлагаются на воду, кислород и соли в присутствии катализатора.	Для создания нанобетона
Микродобавка — диоксида титана (TiO ₂).	Химическая устойчивость, прекрасные оптические свойства	Приводит к высокой укрывистости и белизне композиционных материалов и покрытий.	Производство пигментов лакокрасочной промышленности и наполнителей композиционных полимерных материалов, диэлектрической керамики и керамических плёнок, при получении водорода.

Солнечные батареи на основе диоксида титана (в процессе изучения учеными)	Ультрафиолетовые батареи, представляющие собой электрод, на котором были выращены нанотрубки и поверх которых были синтезированы наночастицы диоксида титана	Такие батареи дешевле кремниевых, но при этом значительно уступают по характеристикам, так как реагируют лишь на ультрафиолет.	Солнечные батареи
Самоочищающаяся плёнка (в процессе разработки)	Плёнка из пористого материала на основе нановолокон. Эпоксидная смола нанесена на поверхность пленки из фторуглеродных органических соединений	Достаточно всего на пять градусов, приподнять объект с пленкой, чтобы капля любой жидкости соскользнула с его поверхности. К пленке также не «прилипают» частицы твердых веществ. В то же время высыхание и испарение смазки пока не позволяет применять их изобретение на практике	Нанесение пленки на объект, для его самоочищения
ETFE Самоочищающаяся плёнка, также это разновидность пластмассы.	Плёнка обладает повышенной эластичностью и устойчивостью к сильным температурным перепадам.	Она имеет прекрасные термоизоляционные свойства и пропускает больше ультрафиолета, чем обычное стекло. Также такая пленка вдвое дешевле и намного легче.	ETFE плёнка представляет собой самоочищающийся материал; его очень удобно применять при создании стеклянных крыш и атриумов, также используют вместо архитектурного стекла.

По результатам работ IV Международной научно-практической online-конференции «Применение нанотехнологий в строительстве» были сделаны следующие выводы:

1. введение углеродных нанотрубок в малых и сверхмалых концентрациях приводит к упрочению цементной матрицы (прочность при сжатии возрастает на 20—30 %);

2. функционализация УНТ существенно зависит от типа УНТ, вследствие чего разнятся результаты, но при надлежащем выборе углеродного наноматериала демонстрирует хорошие результаты на прочность при сжатии: 20—50 %» [4. с. 59]

В современной архитектуре часто используются конструкции с криволинейными очертаниями. Один из основных способов создания нелинейной и параметрической архитектуры является использование покрытий на основе сетчатых оболочек. С помощью сетчатых оболочек можно в минимальные сроки создать максимально биоморфный объем. Такие конструкции позволяют быстро строить экологические и энергоэффективные здания. На современном этапе проектирования и строительства криволинейных зданий нужно знать не только основы и строительные нормы проектирования, но и микробиологию, генетику и воспринимать ДНК, как основной стилеобразующий элемент будущего архитектурного разнообразия. Появление новых наноматериалов позволит решить проблему не только прочности металлов, но и узловых соединений, образующих арматурные сетки и спирали из новых композиционных материалов. Результатом творческого процесса сегодня служит не создание плоских стен работающих на сжатие, а временная фиксация состояния оболочки с учетом внешних факторов. Современное здание это уже не застывшая музыка, а сама музыка которая взаимодействует с окружающим пространством.

Помимо применения нанотехнологий, все здания необычных форм моделируются с помощью программ в 3d графике. Примером такого здания сконструированного с помощью IT-технологий является Оперный театр в Гуанчжоу. (Рис. 3)



Рисунок 3. Оперный театр в Гуанчжоу(Guangzhou Opera House)

Мастерская известного дизайнера Zaha Hadid воплотила в жизнь своё очередное архитектурное творение — Оперный театр в Гуанчжоу. «Здание было торжественно открыто в феврале 2011 г. В начале 2005-го прошла церемония закладки фундамента, после чего началось строительство на берегу Жемчужной реки (Pearl River).

Оперный театр составлен из двух частей — Большого театра с 1804 посадочными местами и Зала на 400 посадочных мест. Сам же комплекс, претендующий на звание визитной карточки бизнес-квартала Жу Янг (Zhu Jiang), занимает 42 тыс. кв. м. Большой театр освещен 360 ед. техники от компании ETC, включая эллипсоидные прожекторы. Малый, многофункциональный зал, также освещен при помощи сетевых систем ETC» [8].

В этом уникальном здании Оперного Театра в Гуанчжоу гармонично соединился нанобетон и сетчатые конструкции (рис. 4), что позволило создать не только легко трансформируемые пространства, но и увеличить прочность и долговечность самого здания с помощью инновационных технологий.



Рисунок 4. Сетчатые конструкции, примененные в оперном театре

Архитектура Оперного Театра в Гуанчжоу и его интерьеры представляют открытые и закрытые текущие и гибкие пространства, которые сложно создать традиционными строительными материалами. Со временем, инновационные материалы, не доступные в массовом строительстве будут использоваться повсеместно. Можно только догадываться, как в будущем будет развиваться

архитектура, и какую роль сыграют наноматериалы и инновационные технологии. Опыт уникальной архитектуры сегодня, в будущем станет основой в развития массовой архитектуры.

Список литературы:

1. Буянов Р.А., Чесноков В.В., Афанасьев А.Д., Бабенко В.С. Карбидный механизм образования углеродистых отложений и их свойства на железохромовых катализаторах дегидрирования//Кинетика и катализ. Т. 18, 1977. — С. 1021.
2. Википедия — свободная энциклопедия. //Углеродные нанотрубки. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/%D3%E3%EB%E5%F0%E4%ED%FB%E5_%ED%E0%ED%EE%F2%F0%F3%E1%EA%E8 (дата обращения: 23.02.2013).
3. Кисамедин Г.М. Углеродная архитектура. Научно-практическая конференция Душанбе Кнауф.2012. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.rusnauka.com/11_NPE_2012/Stroitelstvo/4_108336.doc.htm (дата обращения: 19.02.2013).
4. Научный интернет-журнал Нанотехнологии в строительстве 5(21), 2012 — с. 59.
5. Радушкевич Л.В. и Лукьянович В.М. О структуре углерода, образующегося при термическом разложении окиси углерода на железном контакте. ЖФХ, 26, 88, 1952.
6. Шухов В.Г. (1853—1939): «Искусство конструкции» Под редакцией Р. Грефе, М.М. Гаппоева, О. Перчи — с. 168—174.
7. Gibson J.A.E. Early nanotubes? Nature, 359, 369 (1992). [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.nature.com/nature/journal/v359/n6394/abs/359369c0.html> (дата обращения: 19.02.2013).
8. Tip to trip // 2009—2011. [Электронный ресурс] — Режим доступа. —URL: <http://tiptotrip.ru/tips/900-opernyy-teatr-v-guanchzhou-guangzhou-opera-house-kitay> (дата обращения: 01.03.2013).

СЕКЦИЯ 6.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ХОЛЕСТЕРИН. ПОЛЕЗЕН? ВРЕДЕН?

Зарипова Лилия Дамировна

*студент 1 курса СПО, ГАОУ СПО «Сармановский аграрный колледж»
с. Сарманово Республики Татарстан
E-mail: rav003@rambler.ru*

Гафиатуллина Рамиля Тагировна

*студент 1 курса СПО, ГАОУ СПО «Сармановский аграрный колледж»
с. Сарманово Республики Татарстан
E-mail: rav003@rambler.ru*

Вильданова Флера Дамировна

*научный руководитель, канд. соц. наук, преподаватель общегуманитарных
и социально-экономических дисциплин ГАОУ СПО «Сармановский
аграрный колледж» с. Сарманово Республики Татарстан*

Основная причина высокой смертности среди населения России — сердечно-сосудистые заболевания, из которых 80 % обусловлены атеросклерозом. Процесс склерозирования стенок артерий развивается медленно и постепенно. Он может продолжаться многие годы, не вызывая каких-либо болезненных симптомов. При этом функционирование кровеносных сосудов ощутимо ухудшается лишь в условиях физической нагрузки. Часто атеросклероз развивается бессимптомно и проявляется, когда бороться с ним уже сложно.

Раньше избыток холестерина в пище считали главным пищевым фактором развития атеросклероза, поэтому рекомендовалось резко ограничивать и даже исключать из питания продукты, содержащие это вещество. В настоящее время ученые связывают развитие атеросклероза с чрезмерным потреблением животных жиров (богатых не только холестерином, но и насыщенными жирными кислотами), простых углеводов и нарушением вследствие этого обмена веществ.

Ведущие российские специалисты, академики, работающие непосредственно в этой области всерьез занялись изучением этой глобальной проблемы. Результатом их фундаментальных исследований стал Национальный научный доклад «Все о холестерине», представленный широкой общественности. Презентация доклада состоялась в Институте современного развития, который занимается решением самых актуальных проблем России [2].

Необходимо выделить несколько факторов, которые по мнению ученых могут способствовать высокому уровню холестерина:

1. пища, богатая насыщенными жирами и холестерином;
2. наследственность;
3. лишний вес;
4. возраст.

И тем не менее, до сих пор нет неопровержимых доказательств негативной роли холестерина в развитии сердечно-сосудистых заболеваний. По этому поводу ведутся жаркие споры, проводятся конференции, создаются комитеты, лаборатории. Патологоанатомы работают, не покладая рук, в поисках ответа на вопрос, есть ли зависимость между уровнем холестерина, атеросклерозом и ишемической болезнью сердца.

Давно доказано, что организм перерабатывает излишек калорий, сахара и алкоголя в триглицериды — вид жиров, которые переносятся кровью и накапливаются в жировых клетках по всему телу. Высокий уровень триглицеридов обнаруживается у людей с лишним весом, злоупотребляющих алкоголем, курильщиков, а также тех, кто питается преимущественно высокоуглеводной едой. Если триглицеридов больше чем 150 мг/дл., это повышает риск развития метаболического синдрома, связанного с диабетом и заболеваниями сердца.

И все же, когда речь заходит о холестерине, для многих из нас он считается очень вредным веществом.

В нашем ГАОУ СПО «Сармановском аграрном колледже», который находится в республике Татарстан, мы провели небольшое исследование

по выявлению уровня знаний студентов о холестерине. При этом, нам было интересно было узнать какие знания о холестерине у студентов, обучающихся профессии «Тракторист-машинист» и студентов, получающих профессию в будущем «Повар-кондитер». На вопрос «Как вы считаете, холестерин полезен или вреден?», только 25 % опрошенных будущих трактористов-машинистов ответили, что он полезен, а будущие специалисты в области общественного питания отметили полезность этого вещества — 61 %.

Необходимость холестерина человеческому организму указали только 41 % опрошенных студентов.

Холестерин — это жироподобное вещество, которое жизненно необходимо человеку. Он входит в состав оболочек всех клеток организма, много холестерина образуется многие гормоны.

Человеческий организм не может функционировать без холестерина, ведь он отвечает за эластичность клеточных мембран, с его помощью синтезируется необходимый организму витамин Д. Он необходим для образования гормонов надпочечников, половых гормонов, включая эстроген и тестостерон, кальциферолов и других важных соединений. Являясь постоянной составной частью клеточного содержимого, он участвует в поддержании определенного уровня воды в клетке, транспорте различных веществ через клеточные мембраны. Он обладает свойством связывать некоторые яды, способствуя их обезвреживанию.

Холестерин является одним из тех веществ, которые входят в состав головного мозга и нервной системы. Ученые доказали, что организм сам скрупулезно регулирует количество холестерина, вырабатывая приблизительно 75 % от общего его количества. Четвертая часть от потребляемого организмом холестерина попадает в него извне, поэтому здоровое питание должно включать в себя продукты, содержащие это вещество. Низкохолестериновая диета не только не может значительно снизить уровень холестерина, но и, наоборот, вызывает «противодействие» печени, которая

для компенсации нехватки необходимого холестерина увеличивает его производство, и мы, таким образом только вредим нашему организму.

Транспортируется холестерин по организму в белковых соединениях с липопротеинами, которые бывают двух видов: высокой и низкой плотности. Каждый из этих белков выполняет свою функцию. Липопротеин с высокой плотностью выводят холестерин из тканей организма, и потому он в соединении с ними именуется «хорошим» [1, с. 91]. Такие соединения не оставляют осадка или бляшек на стенках сосуда. В последнее время ученые многократно доказывают пользу липопротеинов высокой плотности — высокий уровень «хорошего» холестерина защищает от сердечно-сосудистых болезней, препятствуя образованию тромбов.

Исследования ученых показали, что количество потребляемого холестерина не влияет на интенсивность образования склеротических бляшек. Они появляются вследствие процессов, которые протекают на кровеносных сосудах, и при этом полностью их причина до сих пор не установлена. Наиболее правдоподобной является версия травмирования сосудов свободными радикалами. Именно поэтому, несмотря на то, что холестерин является одним из веществ, которые откладываются в сосудах, медицинские работники пришли к выводу, что только больной и воспалившийся сосуд будет поражаться склеротической бляшкой.

Холестерин является не смертельным ядом, а веществом, жизненно важным для клеток всех млекопитающих. Так, рацион народов масаев и эскимосов богат животными жирами, состоит либо из мяса, крови, молока, либо из жирной рыбы. При этом «болезни цивилизации», в том числе атеросклероз и рак, им неведомы. Многие утверждают, что высокий уровень холестерина в крови способствует атеросклерозу и ишемической болезни сердца. Но многие исследования показали, что у людей с низким холестерином атеросклероз развивается так же часто, как и у «высокохолестериновых». Также исследователи обнаружили отсутствие какой-либо четкой корреляции между возникновением атеросклероза и соблюдением низкохолестериновой диеты.

Пища, богатая холестерином (яйца, креветки, лобстеры), больше не находится под полным запретом. Научные исследования показали, что съедаемый холестерин оказывает незначительное влияние на уровень холестерина в крови. Только у небольшого количества людей холестерин повышается после употребления в пищу яиц. Для большинства из нас важнее, сколько содержится в ежедневном рационе насыщенных и транс-жиров. Тем не менее, существует дневная норма употребления холестерина с едой: она составляет 300 мг для здоровых людей и 200 мг для людей из группы риска. Одно яйцо содержит 186 мг холестерина.

При нарушении липидного обмена употребление пищи, содержащей даже незначительно повышенное количество холестерина, приводит к увеличению его уровня в крови. Поэтому в питании больных атеросклерозом, ишемической болезнью сердца, а также в питании пожилых и старых людей следует ограничивать продукты с высоким содержанием холестерина. Насыщенными жирами, из которых синтезируется холестерин, богаты молочные продукты, некоторые масла. В той или иной степени содержат холестерин все продукты, в которых есть животные жиры, — сыр, яичный желток, говядина, свинина, мясо птицы и даже диетические по всем характеристикам креветки.

Однако никому не следует исключать из рациона яйца и молочные жиры. В яичных желтках холестерин находится в сочетании с лецитином, который способствует улучшению обмена холестерина и препятствует развитию атеросклероза. Сметана и сливки содержат больше лецитина, чем сливочное масло, поэтому их необходимо широко использовать в питании пожилых людей.

Студенты нашего колледжа выделили продукты, которые насыщены холестерином. При этом все 100 % опрошенных отметили, что он есть в масле, как в растительном, так и в животном. Необходимо отметить, что в растительных маслах холестерина нет. Там содержатся фитостерны, обладающие биологической активностью. Они способствуют нормализации жирового и холестеринового обмена. Под влиянием полиненасыщенных

жирных кислот, содержащихся в растительных маслах, холестерин переносится из клеток в плазму крови и выводится из организма, превращаясь частично печенью в желчные кислоты, которые поступают в кишечник. В кишечнике часть поступившего с желчью холестерина под влиянием микроорганизмов, постоянно здесь присутствующих, превращается в нерастворимые вещества и выводится из организма.

Таким образом, на основании нашего исследования можно говорить как о полезности, так и о вредности холестерина, очень необходимого человеческому организму.

Список литературы:

1. Всё, что нужно знать о холестерине и атеросклерозе. Необходимые анализы, средства контроля и снижения холестерина, очищение, диета, физические упражнения / Сост. Г.И. Малахова. — М.: Издательство Центр-полиграф, 2011. — 159 с.
2. Слета Марина. Как заставить нас уменьшить холестерин? [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.nedug.ru/news/важные_новости/2012/10/22/Как-заставить-нас-уменьшить-холестерин (Дата обращения 06.03.2013).

СЕКЦИЯ 7. ТЕХНОЛОГИИ

ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Завгородний Иван Александрович

*студент 2 курса, механического отделения по специальности
«Бурение нефтяных и газовых скважин» Астраханского государственного
политехнического колледжа, г. Астрахань
E-mail: marina.kuznesova@yandex.ru*

Кузнецова Марина Ивановна

*преподаватель специальных дисциплин Астраханского государственного
политехнического колледжа, г. Астрахань
E-mail: marina.kuznesova@yandex.ru*

Введение. С древних времен человечеством ведется добыча нефти, сначала применялись примитивные способы: при помощи колодцев, сбор нефти с поверхности водоемов, обработка известняка или песчаника, пропитанного нефтью. В 1859 году в США штат Пенсильвания, появляется механическое бурение скважин на нефть, примерно в это же время началось бурение скважин в России. В 1864 и 1866 годах на Кубани были пробурены первые скважины с дебитом 190 т/сут.

Изначально нефтяные скважины бурились ручным штанго-вращательным способом, вскоре перешли к бурению ручным штанговым ударным способом. Ударно-штанговый способ получил широкое распространение на нефтяных промыслах Азербайджана. Переход от ручного способа к механическому бурению скважин привел к необходимости механизации буровых работ, крупный вклад в развитие которых внесли русские горные инженеры Г.Д. Романовский и С.Г. Войслав. В 1901 году впервые в США применено роторное бурение с промывкой забоя циркулирующим потоком жидкости (при помощи бурового раствора), причем подъем выбуренной породы циркулирующим потоком воды изобрел французский инженер Фовелль

еще в 1848 году. С этого момента начался период развития и совершенствования вращательного способа бурения. В 1902 году в России роторным способом в Грозненском районе была пробурена первая скважина глубиной 345 м [1].

На сегодняшний день США занимает лидирующую позицию в нефтяной индустрии, ежегодно пробуривается 2 млн. скважин, четверть из них оказывается продуктивными, Россия занимает пока только второе место. В России и за рубежом применяются: ручное бурение (добыча воды); механическое; управляемое шпиндельное бурение (система безопасного бурения, разработанная в Англии); взрывные технологии бурения; термическое; физико-химическое, электроискровые и другие способы. Кроме этого, разрабатывается множество новых технологий бурения скважин, например, в США Колорадо горный институт разработал лазерную технологию бурения, основанную на прожигании породы.

Технология бурения. Механический способ бурения наиболее распространенный, он осуществляется ударным, вращательным и ударно-вращательным способами бурения. При ударном способе бурения разрушение горных пород происходит за счет ударов породоразрушающего инструмента по забою скважины. Разрушение горных пород за счет вращения прижатого к забою породоразрушающего инструмента (долото, коронка), называется вращательным способом бурения.

При бурении нефтяных и газовых скважин в России применяют исключительно вращательный способ бурения. При использовании вращательного способа бурения, скважина высверливается вращающимся долотом, при этом разбуренные частицы породы в процессе бурения выносятся на поверхность непрерывно циркулирующей струей бурового раствора или нагнетаемым в скважину воздухом или газом. В зависимости от местонахождения двигателя вращательное бурение разделяют на роторное бурение и бурение турбобуром. При роторном бурении — вращатель (ротор) находится на поверхности, приводя во вращение долото на забое при помощи

колонны бурильных труб, частота вращения 20—200 об/мин. При бурении с забойным двигателем (турбобур, винтовой бур или электробур) — крутящий момент передается от забойного двигателя, устанавливаемого над долотом.

Процесс бурения состоит из следующих основных операций: спуск бурильных труб с долотом в скважину до забоя и подъем бурильных труб с отработанным долотом из скважины и работы долота на забое, т. е. разрушение породы бурения. Эти операции периодически прерываются для спуска обсадных труб в скважину, чтобы предохранить стенки от обвалов и разобшить нефтяные (газовые) и водяные горизонты. Одновременно в процессе бурения скважин выполняется ряд вспомогательных работ: отбор керна, приготовление промывочной жидкости (бурового раствора), каротаж, замер кривизны, освоение скважины с целью вызова притока нефти (газа) в скважину и т. п.

На рисунке 1 представлена технологическая схема буровой установки.

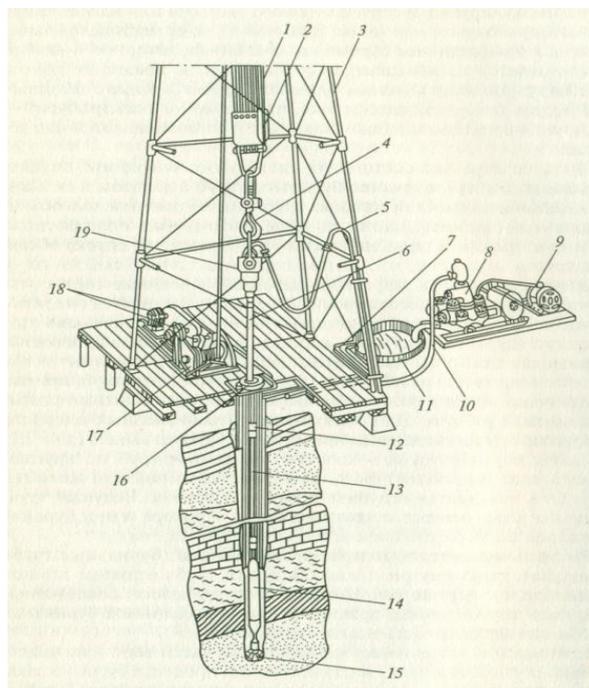


Рисунок 1. Схема буровой установки для вращательного бурения:
1 — талевый канат; 2 — талевый блок; 3 — вышка; 4 — крюк;
5 — буровой шланг; 6 — ведущая труба; 7 — желоба; 8 — буровой насос;
9 — двигатель насоса; 10 — обвязка насоса; 11 — приемный резервуар
(емкость); 12 — бурильный замок; 13 — бурильная труба;
14 — гидравлический забойный двигатель; 15 — долото; 16 — ротор;
17 — лебедка; 18 — двигатель лебедки и ротора; 19 — вертлюг

Буровая установка представляет собой комплекс машин и механизмов, предназначенных для бурения и крепления скважин. Буровой процесс сопровождается спуском и подъемом бурильной колонны, а также поддержанием ее на весу. Для уменьшения нагрузки на канат и снижения мощности двигателей применяют подъемное оборудование, состоящее из вышки, буровой лебедки и талевого системы. Талевая система состоит из неподвижной части кронблока, устанавливаемого наверху фонаря вышки и подвижной части талевого блока, талевого каната, крюка и штропов. Талевая система предназначена для преобразования вращательного движения барабана лебедки в поступательное перемещение крюка. Буровая вышка предназначена для подъема и спуска бурильной колонны и обсадных труб в скважину, а также для удержания на весу бурильной колонны во время бурения и равномерной ее подачи и размещения в ней талевого системы, бурильных труб и части оборудования. Спускоподъемные операции осуществляется с помощью бурильной лебедки. Буровая лебедка состоит из основания, на которой закреплены валы лебедки и соединены между собой зубчатыми передачами, алы соединены с редуктором, а редуктор в свою очередь соединен с двигателем.

В наземное буровое оборудование входит приемный мост, предназначенный для укладки бурильных труб и перемещения по нему оборудования, инструмента, материалов и запасных частей. Система устройств для очистки промывочного раствора от выбуренной породы. И ряд вспомогательных сооружений.

Бурильная колонная соединяет буровое долото (породоразрушающий инструмент) с наземным оборудованием, т. е. буровой установкой. Верхняя труба в колонне бурильных труб квадратного сечения, она может быть шестигранной или желобчатой. Ведущая труба проходит через отверстие стола ротора. Ротор помещают в центре буровой вышки. Ведущая труба верхним концом соединяется с вертлюгом, предназначенного для обеспечения вращения бурильной колонны, подвешенной на крюке и подачи через нее промывочной жидкости. Нижняя часть вертлюга соединяется с ведущей трубой, и может

вращаться вместе с колонной бурильных труб. Верхняя часть вертлюга всегда неподвижна [2].

Рассмотрим технологию проведения бурового процесса (рисунок 1). К отверстию неподвижной части вертлюга 19 присоединяется гибкий шланг 5, через который закачивается в скважину промывочная жидкость при помощи буровых насосов 8. Промывочная жидкость проходит по всей длине бурильной колонны 13 и поступает в гидравлический забойный двигатель 14, что приводит вал двигателя во вращение, а затем жидкость поступает в долото 15. Выходя из отверстий долота жидкость, промывает забой, подхватывает частицы разбуренной породы и вместе с ними через кольцевое пространство между стенками скважины и бурильными трубами поднимается наверх и направляется в прием насосов. На поверхности буровой раствор очищается от разбуренной породы, с помощью специального оборудования, после чего вновь подается в скважину [2].

Технологический процесс бурения во много зависит от бурового раствора, который в зависимости от геологических особенностей месторождения, готовится на водной основе, на нефтяной основе, с использованием газообразного агента или воздуха.

Вывод. Из выше изложенного видно, что технологии поведения буровых процессов различны, но подходящая для данных условий (глубины скважины, слагающей ее породы, давлений и др.), должна быть выбрана исходя из геологических и климатических условий. Так как, от качественно проведенного вскрытия продуктивного горизонта на месторождении, зависит в дальнейшем эксплуатационная характеристика скважины, а именно ее дебит и продуктивность.

Список литературы:

1. Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин: учебник для нач. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 352 с. ISBN№ 5-7695-1119-2.
2. Вадецкий Ю.В. Справочник бурильщика: учеб. пособие для нач. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 416 с. ISBN№ 978-5-7695-2836-1.

СЕКЦИЯ 8. МАТЕМАТИКА

ОБ ОДНОЙ ФУНКЦИИ КАРЛЕМАНА ДЛЯ РАСТУЩИХ ПОЛИГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Жураева Умидахон Юнусалиевна

*студент 3-курса механико-математического факультета, СамГУ,
г. Самарканд*

E-mail: umida_9202@mail.ru

Ашурова Зебинисо Рахимовна

научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент СамГУ, г. Самарканд

Пусть R^m — m — мерное четное вещественное евклидово пространство,
 $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_m)$, $y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_m)$, $x' = (x_1, x_2, \dots, x_{m-1}, 0)$, $y' = (y_1, y_2, \dots, y_{m-1}, 0)$,
 $r = |x - y|$, $s = |x' - y'|$, $\alpha^2 = s$. D — неограниченная область лежащая в слое
 $\left\{ y : y = (y_1, y_2, \dots, y_m), y_i \in R, i = \overline{1, m-1}, 0 < y_m < h, h = \frac{\pi}{\rho}, \rho > 0, \right\}$ с границей $\partial D = L \cup S$,
 $L = \{y : y_m = 0\}$, $S = \{y : y_m = f(y_1, \dots, y_{m-1})\}$ где $f(y_1, \dots, y_{m-1})$ имеет ограниченные частные производные первого порядка.

Задача Коши.

Пусть:

$$u \in C^{2n}(D) \text{ и } \Delta^n u(y) = 0, y \in D \quad (1)$$

$$\begin{aligned} u(y) = F_0(y), \quad \Delta u(y) = F_1(y), \dots, \Delta^{n-1} u(y) = F_{n-1}(y), \quad y \in S \\ \frac{du(y)}{d\bar{n}} = G_0(y), \quad \frac{d\Delta u(y)}{d\bar{n}} = G_1(y), \dots, \frac{d\Delta^{n-1} u(y)}{d\bar{n}} = G_{n-1}(y), \quad y \in S, \end{aligned} \quad (2)$$

где: $F_i(y)$, $G_i(y)$ заданные на ∂D непрерывные функции, \bar{n} — внешняя нормаль к ∂D . Требуется восстановить $u(y)$ в D .

При произвольных начальных данных задача неразрешима. Если часть границы и начальные данные аналитичны и аналитически продолжим во внутрь области, то продолжение существует и единственно, но не устойчиво. По этому

оно относится к числу некорректно поставленных задач. Первый результат в этом направлении в 1926 году получил Карлеман, для класса ограниченных функций. Еще в 1943 году Тихонов указал на практическую важность неустойчивых задач и показал, что если сузить класс возможных решений до компакта, то задача становится устойчивой [3, с. 243], [4, с. 514—673].

Карлеманом было предложено идея введения в интегральную формулу Коши дополнительной функции, зависящей от положительного параметра и позволяющей путем предельного перехода, погасит влияние интегралов по части границы, где значение продолжаемой функции не заданы.

Основываясь на исследованиях, М.М. Лаврентьев ввел важное понятие функцию Карлемана и с ее помощью построил регуляризацию задачи. С помощью метода М.М. Лаврентьева Ш. Ярмухамедов получил регуляризацию и разрешимость задачи Коши для уравнения Лапласа в ограниченных областях [5, с. 162—164]. В Н.Ю. Жураева 2009 получила регуляризацию и разрешимость задачи Коши для полигармонических уравнений порядка n в некоторых неограниченных областях (при произвольных нечетных m и четных m когда $2n < m$) [1, с. 18—20], [2, с. 65—67], [6, с. 44—49]. В этом работе построена функция Карлемана для данной области D .

Определение 1. Функция $\Phi_\sigma(y, x)$, зависящая от параметра $\sigma > 0$ определенная $y \neq x$, называется функцией Карлемана для точки $x \in D$ и части $\partial D \setminus S$, если она удовлетворяет следующим условиям:

1. Функция, $\Phi_\sigma(y, x)$ представима в виде:

$$\Phi_\sigma(y, x) = \begin{cases} C_{n,m} r^{2n-m} \ln r + G_\sigma(y, x), & 2n \geq m, m - \text{чётное число.} \\ C_{n,m} r^{2n-m} + G_\sigma(y, x), & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

где:

$$C_{n,m} = (-1)^{\frac{m}{2}-1} \left(\Gamma\left(n - \frac{m}{2} + 1\right) 2^{2n-1} \pi^{\frac{m}{2}} \Gamma(n) \right)^{-1}$$

и $G_\sigma(y, x)$ регулярная по переменному y и непрерывно дифференцируема на $D \cup \partial D = \bar{D}$, решения полигармонического уравнения.

2. При фиксированном $x \in D$ функция $\Phi_\sigma(y, x)$ удовлетворяет

$$\sum_{k=0}^{n-1} \int_{\partial D \setminus S} \left[\Delta^k \Phi_\sigma(y, x) - \left| \frac{\partial \Delta^k \Phi_\sigma(y, x)}{\partial \bar{n}} \right| \right] ds_y \leq C(x) \varepsilon(\sigma),$$

где: постоянная $C(x)$ зависит от x и \bar{n} — внешняя нормаль к ∂D , $\varepsilon(\sigma) \rightarrow 0$ когда $\sigma \rightarrow \infty$.

Будем предполагать, что решение $u(y)$ задачи (1)—(2) существует и непрерывно дифференцируемо, $2n-1$ раз вплоть до конечных точек границы и удовлетворяет определенному условию роста (класс корректности), который обеспечивает единственность решения.

Функции $\Phi_\sigma(y, x)$ при $s > 0$, $\sigma \geq 0$, m (m — размерность пространство) с условием $2n \geq m$, определим:

$$\Phi_\sigma(y, x) = C_{n,m} \int_{\sqrt{s}}^{\infty} \operatorname{Im} \left[\frac{\exp(\sigma w + w^2) - \operatorname{achi} \rho_1 \left(w - \frac{h}{2} \right)}{\omega - x_m} \right] (u^2 - s)^{n-k} du, \quad \omega = iu + y_m \quad (3)$$

$$C_{n,m} = (-1)^{\frac{m-1}{2}} \left(\Gamma \left(n - \frac{m}{2} + 1 \right) 2^{2n-1} \pi^{\frac{m}{2}} \Gamma(n) \right)^{-1}$$

Теорема 1. Для функции $\Phi_\sigma(y, x)$ имеет место:

$$\Phi_\sigma(y, x) = C_{n,m} r^{n-k} \ln r + G_\sigma(y, x)$$

$G_\sigma(y, x)$ регулярная по переменному y и непрерывно дифференцируема на $D \cup \partial D = \bar{D}$.

Доказательство. Обозначая $J_1 = \text{Im} \left[\frac{\exp(\sigma w - w^2)}{w - x_m} \right]$

и $y_m - x_m = \beta_1$, имея виду свойств гиперболических функций, получим:

$$\begin{aligned} \exp(\sigma w + w^2) &= \exp[\sigma(iu + \beta_1) + (iu + \beta_1)^2] = \\ &= \exp[\sigma\beta_1 + \beta_1^2 - u^2] \exp i[\sigma u + 2u\beta_1] \end{aligned}$$

тогда имеет J_1 следующий вид:

$$\begin{aligned} J_1 &= \exp(\sigma\beta_1 + \beta_1^2) \text{Im} \frac{(\beta_1 - iu)(\cos(\sigma u + 2u\beta_1) + i \sin(\sigma u + 2u\beta_1))}{(\beta_1 - iu)(\beta_1 + iu) \exp(u^2)} = \\ &= \exp(\sigma\beta_1 + \beta_1^2) \frac{\beta_1 \sin(\sigma u + 2u\beta_1) - u \cos(\sigma u + 2u\beta_1)}{(\beta_1^2 + u^2 + s) \exp(u^2)} \end{aligned}$$

Если $J_1^1 = \exp(\sigma\beta_1 + \beta_1^2) \int_{\sqrt{s}}^{\infty} \frac{\beta_1 \sin(\sigma u + 2u\beta_1)}{(\beta_1^2 + u^2 + s) \exp(u^2)} (u^2 - s)^{n-k} du$

и

$$J_1^2 = \exp(\sigma\beta_1 + \beta_1^2) \int_{\sqrt{s}}^{\infty} \frac{u \cos(\sigma u + 2u\beta_1)}{(\beta_1^2 + u^2 + s) \exp(u^2)} (u^2 - s)^{n-k} du$$

тогда:

$$\Phi_{\sigma}(y, x) = C_{n,m} (J_1^1 - J_1^2) \quad C_{n,m} = (-1)^{\frac{m}{2}-1} \left(\Gamma(n - \frac{m}{2} + 1) 2^{2n-1} \pi^{\frac{m}{2}} \Gamma(n) \right)^{-1}$$

Отсюда следует утверждение теоремы.

Лемма 1. Если $\varphi_{\sigma}(y, x)$ гармоническая функция в R^m по переменной y включая и точку x , то справедливо равенство:

$$\Delta r^k \varphi_{\sigma}(y, x) = r^{k-2} \varphi_{\sigma,1}(y, x),$$

где $\varphi_{\sigma,1}(y, x) = (kn + k(k-2))\varphi_{\sigma}(y, x) + 2k \sum_{j=1}^n (y_j - x_j) \frac{\partial \varphi_{\sigma}(y, x)}{\partial y_j}$

функция тоже является гармонической функцией в R^m по переменному y включая и точку x .

Следствие 1. При условиях леммы 1 справедливы равенства $\Delta r^k = k(k+m-2)r^{k-2}$ $\Delta r^k \ln r = k(k+m-2)r^{k-2} \ln r + (2k+m-2)r^{k-2}$ и $\Delta^k r^m \varphi_\sigma(y, x) = r^{m-2k} \varphi_{\sigma, k}(y, x)$, где $\varphi_{\sigma, k}(y, x)$ гармоническая функция в R^m по переменной y .

Теорема 2. Функция $\Phi_\sigma(y, x)$, определяемая при помощи формулы (3) является полигармонической функцией порядка n по y при $s > 0$.

Теорема 3. При фиксированном $x \in D$ функция $\Phi_\sigma(y, x)$ удовлетворяет:

$$\sum_{k=0}^{n-1} \int_{\partial D \setminus S} \left[\left| \Delta^k \Phi_\sigma(y, x) \right| - \left| \frac{\partial \Delta^k \Phi_\sigma(y, x)}{\partial \bar{n}} \right| \right] ds_y \leq C(x) \varepsilon(\sigma),$$

где: постоянная $C(x)$ зависит от x и \bar{n} - внешняя нормаль к ∂D , $\varepsilon(\sigma) \rightarrow 0$ когда $\sigma \rightarrow \infty$.

Следствие 2. Функция $\Phi_\sigma(y, x)$, определяемая при помощи формулы (3) является функцией Карлемана для точки $x \in D$ и части $\partial D \setminus S$.

Теорема 4. Пусть функция $u(x)$ решение задачи (1)–(2), имеющий непрерывные частные производные порядка $2n-1$ вплоть до конечных точек границы ∂D . Если для любого $y \in D$ выполнено условия роста

$$\sum_{k=0}^{n-1} \left(\left| \Delta^k u(y) \right| + \left| \text{grad} \Delta^{n-k-1} u(y) \right| \right) \leq C \exp(\exp(\rho_1 |y|))$$

и для любого $y \in \partial D$ выполнено условие роста

$$\sum_{k=0}^{n-1} \left(\left| \Delta^k u(y) \right| + \left| \frac{\partial}{\partial \bar{n}} \Delta^{n-k-1} u(y) \right| \right) \leq C \exp \left(a \cos \rho_2 \left(y_1 - \frac{h}{2} \right) \exp(\rho_2 |y'|) \right) \text{ где } \rho_1 < \rho_2 < \rho_3 < \rho.$$

Тогда для любого $x \in D$ справедливо интегральное представление

$$u(x) = \sum_{k=0}^{n-1} \int_{\partial D} \left[\Delta^k \Phi_\sigma(y, x) \frac{\partial \Delta^{n-k-1} u(y)}{\partial \bar{n}} - \Delta^{n-k-1} u(y) \frac{\partial \Delta^k \Phi_\sigma(y, x)}{\partial \bar{n}} \right] ds. \quad x \in D$$

Список литературы:

1. Жураева Н.Ю. Об интегральном представлении полигармонических функций. Ташкент. ДАН РУз № 3, 2008 г. с. 18—20.
2. Жураева Н.Ю. Задача Коши для растущих полигармонических функций. Международная конференция «Обратные и некорректные задачи математической физики» посвященная 75-летию академика М.М. Лаврентьева. Новосибирск. 2007. с. 65—67.
3. Лаврентьев М.М. О некоторых некорректных задачах математической физики. Новосибирск, 1962, с. 243.
4. Соболев С.Л. Введение в теорию кубатурных формул. М. Наука 1974.с. 514—673.
5. Ярмухамедов Ш. Задача Коши для полигармонического уравнения. Доклады РАН 2003 том 388 с. 162—165.
6. Juraeva N.Yu. Об интегральном представлении полигармонических функций. «The second International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications» Baku, Azerbaijan, 2—4 June, 2008. с. 44—49.

О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РАЗРАБОТКОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПК

Прокопчук Алексей Николаевич

*студент 4 курса факультета естественных наук, математики и технологий
Забайкальского государственного университета, г. Чита
E-mail: alexei.prokopchuk@mail.ru*

Беломестнова Вера Ревокатовна

*научный руководитель, канд. пед. наук, доцент кафедры фундаментальной
и прикладной математики, теории и методики обучения математике
Забайкальского государственного университета, г. Чита*

Пусть требуется решить дифференциальное уравнение первого порядка

$y' = f(x; y)$, удовлетворяющее начальному условию $y(x_0) = y_0$ в некотором

промежутке $x_0 \leq x \leq x_0 + a$. Для решения уравнения будем пользоваться одним из следующих численных методов.

Метод Эйлера.

Назовем величину $h_n = x_{n+1} - x_n$ — шагом интегрирования. Эта величина выбирается малой. Метод Эйлера состоит в том, что в коротком промежутке $x_n \leq t \leq x_n + h$ функцию $f(t; y(t))$ приближенно заменяют постоянной величиной $f(x_n; y_n)$, которая определена, если величина x_n выбрана, а y_n уже определена. Тогда, имеет место равенство:

$$y_{n+1} = y_n + h_n f(x_n; y_n), \quad n = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (1)$$

позволяющее последовательно определять величины y_1, y_2, \dots, y_N если заданы x_0 и y_0 и выбраны узлы [3, с. 35].

Метод Рунге-Кутты

Пусть $r \geq 2$ — целое положительное число и $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{r-1}$ — положительные числа. Пусть числа β_{sm} ($s = 1, 2, \dots, r-1; m = 1, 2, \dots, s$) и $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_r$ удовлетворяют условиям:

$$\sum_{m=1}^s \beta_{sm} = \alpha_s \quad (s = 1, 2, \dots, r-1) \quad \sum_{j=1}^r \gamma_j = 1$$

Один этап метода Рунге-Кутты (переход от x_n к x_{n+1}) таков:

1. Вычисляются одно за другим следующие r чисел:

$$\begin{aligned} k_1 &= hf(x_n; y_n) \\ k_2 &= hf(x_n + \alpha_1 h; y_n + \beta_{11} k_1) \\ k_3 &= hf(x_n + \alpha_2 h; y_n + \beta_{21} k_1 + \beta_{22} k_2) \\ &\dots \dots \dots \\ k_{j+1} &= hf(x_n + \alpha_j h; y_n + \beta_{j1} k_1 + \beta_{j2} k_2 + \dots + \beta_{jj} k_j) \\ &\dots \dots \dots \\ k_r &= hf(x_n + \alpha_{r-1} h; y_n + \beta_{r-1,1} k_1 + \beta_{r-1,2} k_2 + \dots + \beta_{r-1,r-1} k_{r-1}) \end{aligned} \quad (2)$$

2. Вычисляется сумма произведений:

$$k = \sum_{j=1}^r \gamma_j k_j \quad (3)$$

3. Вычисляется y_{n+1} по формуле:

$$y_{n+1} = y_n + k$$

Числа $\alpha_s, \beta_{sm}, \gamma_j$ при заданном r выбираются так, чтобы разность:

$$\int_{x_n}^{x_n+h} (f(t; \bar{y}(t))) dt - k$$

$\bar{y}(t)$ – решение исходного уравнения, удовлетворяющее условию $\bar{y}(x_n) = y_n$, рассматриваемая как функция переменного h была бесконечно малой возможно более высокого порядка l относительно h при $h \rightarrow 0$ [3, с. 36].

Приведем наиболее употребительную систему этих чисел:

$$r = 4, \alpha_1 = \beta_{11} = \frac{1}{2}, \alpha_2 = \beta_{22} = \frac{1}{2}, \beta_{21} = 0, \alpha_3 = \beta_{33} = 1, \beta_{31} = \beta_{32} = 0, \gamma_1 = \gamma_4 = \frac{1}{6},$$

$$\gamma_2 = \gamma_3 = \frac{1}{3}, l = 5$$

Такое прием будем называть соответствующим приемом Рунге-Кутты.

Приведем порядок вычислений в этом случае:

1. Вычисляется $k_1^{(n)} = h_n f(x_n; y_n)$

2. Вычисляется $k_2^{(n)} = h_n f\left(x_n + \frac{h_n}{2}; y_n + \frac{k_1^{(n)}}{2}\right)$

3. Вычисляется $k_3^{(n)} = h_n f\left(x_n + \frac{h_n}{2}; y_n + \frac{k_2^{(n)}}{2}\right)$

4. Вычисляется $k_4^{(n)} = h_n f(x_n + h_n; y_n + k_3^{(n)})$

5. Вычисляется $k^{(n)} = \frac{1}{6}(k_1^{(n)} + 2k_2^{(n)} + 2k_3^{(n)} + k_4^{(n)})$

6. Вычисляется $y_{n+1} = y_n + k^{(n)}$

Метод Адамса.

Пусть для дифференциального уравнения $y' = f(x; y)$ с начальным условием $y(x_0) = y_0$ найдены каким — либо способом три последовательных значения искомой функции («начальный отрезок»):

$$y_1 = y(x_1) = y(x_0 + h) \quad y_2 = y(x_2) = y(x_0 + 2h) \quad y_3 = y(x_3) = y(x_0 + 3h)$$

С помощью этих значений вычисляют величины:

$$q_0 = hy'_0 = hf(x_0; y_0) \quad q_1 = hy'_1 = hf(x_1; y_1) \\ q_2 = hy'_2 = hf(x_2; y_2) \quad q_3 = hy'_3 = hf(x_3; y_3)$$

Записываем значения $x_k, y_k, y'_k, q_k (k = 0, 1, 2, 3)$ таблицу 1 и вычисляем конечные разности величины q (числа над ломаной линией таблицы 1)

Метод Адамса состоит в продолжении этой таблицы разностей с помощью формулы:

$$\Delta y_k = q_k + \frac{1}{2} \Delta q_{k-1} + \frac{5}{12} \Delta^2 q_{k-2} + \frac{3}{8} \Delta^3 q_{k-3} \quad (k = 3, 4, \dots) \quad (4)$$

которая называется *экстраполяционной формулой Адамса.*

Она применяется для «предсказания» значения $y_{k+1} = y_k + \Delta y_k$. Подсчитанное по этой формуле «предсказанное» значение мы будем обозначать через $y_{k+1}^{пред}$. Полученное по формуле (4) значение Δy_k еще нужно уточнить. Для этого

нужно написать в таблицу значения $x_{k+1}, y_{k+1}, y'_{k+1}, q_{k+1}$, дополнить таблицу разностей, а затем сделать перерасчет по формуле «коррекции»:

$$\Delta y_k = q_k + \frac{1}{2}\Delta q_k - \frac{1}{12}\Delta^2 q_{k-1} - \frac{1}{23}\Delta^3 q_{k-2} \quad (5)$$

которая называется *интерполяционной формулой Адамса*. Уточненное с помощью формулы (5) значение мы будем обозначать через $y_{k+1}^{кор}$ [2, с. 215].

Формулы (4) и (5) имеют достаточно большую точность. Они дают погрешность порядка $O(h^4)$

Таблица 1.

Порядок вычислений по методу Адамса

k	x_k	y_k	$\Delta y_k = y_{k+1} - y_k$	$y'_k = f(x_k; y_k)$	$q_k = hy'_k$	$\Delta q_k = q_{k+1} - q_k$	$\Delta^2 q_k$	$\Delta^3 q_k$
0	x_0	y_0	Δy_0	$f(x_0; y_0)$	q_0	Δq_0	$\Delta^2 q_0$	$\Delta^3 q_0$
1	x_1	y_1	Δy_1	$f(x_1; y_1)$	q_1	Δq_1	$\Delta^2 q_1$	$\Delta^3 q_1$
2	x_2	y_2	Δy_2	$f(x_2; y_2)$	q_2	Δq_2	$\Delta^2 q_2$	$\Delta^3 q_2$
3	x_3	y_3	Δy_3	$f(x_3; y_3)$	q_3	Δq_3	$\Delta^2 q_3$	
4	x_4	y_4	Δy_4	$f(x_4; y_4)$	q_4	Δq_4		
5	x_5	y_5	Δy_5	$f(x_5; y_5)$	q_5			
6	x_6	y_6						

Метод Милна

Пусть для дифференциального уравнения $y' = f(x; y)$ помимо начального условия $y(x_0) = y_0$ известен «начальный отрезок» т. е. значение искомой функции $y(x_i) = y_i$ в точках $x_i = x_0 + ih, i = 1, 2, 3$ (их можно найти одним из методов, изложенных выше). Последующие значения y_i при $i = 4, 5, \dots$ определяются следующим образом. Для предсказания используется первая формула Милна:

$$y_i^{пред} = y_{i-4} + \frac{4h}{3}(2y'_{i-3} - y'_{i-2} + 2y'_{i-1}) \quad (6)$$

Используя $y_i^{пред}$ находим $y_i' = f(x_i; y_i^{пред})$ и производим уточнение (коррекцию) по второй формуле Милна:

$$y_i^{кор} = y_{i-2} + \frac{h}{3}(y_{i-2}' + 4y_{i-1}' + y_i') \quad (7)$$

Абсолютная погрешность ε более точного значения $y_i^{кор}$ приближенно определяется по формуле:

$$\varepsilon_i \approx \frac{1}{29} |y_i^{кор} - y_i^{пред}| \quad (8)$$

Эта формула позволяет на каждом шаге контролировать точность полученного результата. Если искомое решение требуется найти с точностью до ε и окажется, что $\varepsilon_i \leq \varepsilon$, то можем положить $y_i \approx y_i^{кор}$ и перейти к вычислению y_{i+1} . В противном случае следует уменьшить шаг h [2, с. 224].

Для практического выяснения наиболее точного метода численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка решим уравнение $y' = y - x$ с начальным условием $y(0) = 1,5$. Вычислить значение решения этого уравнения при $x = 1,5$ [1, с. 387].

Вычисления будем вести с четырьмя знаками после запятой. Выберем шаг равный $h = 0,25$. Тогда весь участок интегрирования от $x = 0$ до $x = 1,5$ разобьется на шесть равных частей длиной $0,25$ с помощью точек x_n ($n = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$).

Метод Эйлера.

Используя формулу (1) проводим вычисления. Результаты представим в виде таблицы 2.

Таблица 2.

Результаты вычисления методом Эйлера

n	x_n	y_n	$f(x_n; y_n)$	y_{n+1}
0	0	1,5000	1,5000	1,875
1	0,25	1,875	1,625	2,2812
2	0,5	2,2812	1,7812	2,7265
3	0,75	2,7265	1,9765	3,2206
4	1	3,2206	2,2206	3,7756
5	1,25	3,7756	2,5256	4,4070
6	1,5	4,4070	2,9070	

Метод Рунге-Кутта

Используя соответствующий прием Рунге-Кутта, состоящий из шагов 1—6 (см. выше) проводим вычисления. Результаты представим в таблице 3

Таблица 3.

Результаты вычисления методом Рунге-Кутта

n	x_n	y_n	$k_1^{(n)}$	$k_2^{(n)}$	$k_3^{(n)}$	$k_4^{(n)}$	k_4	y_{n+1}
0	0	1,5000	0,3750	0,3906	0,3926	0,4106	0,3920	1,8920
1	0,25	1,8920	0,4105	0,4306	0,4331	0,4562	0,4323	2,3243
2	0,50	2,3243	0,4561	0,4818	0,4850	0,5148	0,4841	2,8084
3	0,75	2,8084	0,5146	0,5477	0,5518	0,5900	0,5506	3,3590
4	1,00	3,3590	0,5896	0,6322	0,6375	0,6866	0,6359	3,9949
5	1,25	3,9949	0,6862	0,7408	0,7476	0,8106	0,7456	4,7405
6	1,50	4,7405	0,8101	0,8802	0,8889	0,9699	0,8863	

Для того чтобы решить уравнение методом Адамса или методом Милна необходимо знать первые последовательные значения, которые могут быть найдены методом Эйлера или методом Рунге-Кутта. Поэтому, будем решать уравнение методом Адамса и методом Милна, используя сначала первые значения, найденные по методу Эйлера, а затем те значения, найденные по методу Адамса.

Решаем уравнения методом Адамса и методом Милна, используя первые значения, найденные по методу Эйлера. При решении пользуемся формулами Адамса (4) и формулами Милна (6)—(7), выполняя коррекцию по формуле (8). Результаты представим в таблицах 4(метод Адамса) и 5(метод Милна) соответственно.

Таблица 4.

Результаты вычисления методом Адамса

n	x_n	y_n	Δy_n	$f(x_n; y_n)$	q_n	Δq_n	$\Delta^2 q_n$	$\Delta^3 q_n$
0	0	1,5000		1,5000	0,375	0,0313	0,0077	0,0021
1	0,25	1,875		1,6250	0,4063	0,0390	0,0098	0,0098
2	0,50	2,2812		1,7812	0,4453	0,0488	0,0196	0,0016
3	0,75	2,7265	0,5234	1,9765	0,4941	0,0684	0,0212	
4	1,00	3,2499	0,6086	2,2499	0,5625	0,0896		
5	1,25	3,8585	0,7063	2,6085	0,6521			
6	1,50	4,5648						

Таблица 5.

Результаты вычисления методом Милна

n	x_n	y_n	$y'_n = f(x_n; y_n)$	y_n^{nped}	$y'_n = f(x_n; y_n^{nped})$	y_n^{kop}	ε_n	y_n	$y'_n = f(x_n; y_n)$
0	0	1,5000	1,5000						
1	0,25	1,875	1,625						
2	0,50	2,2812	1,7812						
3	0,75	2,7265	1,9765						
4	1,00			3,3073	2,3073	3,2807	0,00092	3,2807	2,2807
5	1,25			4,0074	2,7574	3,8812	0,0044	3,8812	2,6312
6	1,50			6,2501	4,7501	4,7437	0,052	4,7437	

Решим уравнение методом Адамса и методом Милна, используя в качестве начальных значений, значения вычисленные методом Рунге-Кутты. Результаты представим в таблицах 6 (метод Адамса) и 7 (метод Милна) соответственно.

Таблица 6.

Результаты вычисления методом Адамса

n	x_n	y_n	Δy_n	$f(x_n; y_n)$	q_n	Δq_n	$\Delta^2 q_n$	$\Delta^3 q_n$
0	0	1,5000		1,5000	0,3750	0,0355	0,0101	0,0028
1	0,25	1,8920		1,6420	0,4105	0,0456	0,0129	0,0037
2	0,50	2,3243		1,8243	0,4561	0,0585	0,0166	0,0047
3	0,75	2,8084	0,5504	2,0584	0,5146	0,0751	0,0213	
4	1,00	3,3688	0,6356	2,3588	0,5897	0,0964		
5	1,25	3,9944	0,7450	2,7444	0,6861			
6	1,50	4,7394						

Таблица 7.

Результаты вычисления методом Милна

n	x_n	y_n	$y'_n = f(x_n; y_n)$	$y_n^{пред}$	$y'_n = f(x_n; y_n^{пред})$	$y_n^{кор}$	ε_n	y_n	$y'_n = f(x_n; y_n)$
0	0	1,5000	1,5000						
1	0,2 5	1,8920	1,6420						
2	0,5 0	2,3243	1,8243						
3	0,7 5	2,8084	2,0584						
4	1,0 0			3,3588	2,3588	3,3590	0,000007	3,3590	2,3590
5	1,2 5			3,9947	2,7447	2,9950	0,003	3,9950	2,7450
6	1,5 0			4,7402	3,2402	4,7406	0,00001	4,7406	

Окончательно представим результаты вычисления в таблице 8. Здесь $y_{точ}$ — точное решение уравнения в точке $x=1,5$, $y_{приб}$ — приближенное решение уравнения в точке $x=1,5$, $\varepsilon = |y_{точ} - y_{приб}|$ — погрешность метода.

Таблица 8.

Результаты всех вычислений

Метод решения	$y_{точ}$	$y_{приб}$	ε
Метод Эйлера	4,4070	4,7408	0,3338
Метод Рунге-Кутта	4,7405	4,7408	0,0003
Комбинированный метод Эйлера и Адамса	4,5648	4,7408	0,1760
Комбинированный метод Эйлера и Милна	4,7437	4,7408	0,0029
Комбинированный метод Рунге-Кутта и Адамса	4,7394	4,7408	0,0014
Комбинированный метод Рунге-Кутта и Милна	4,7406	4,7408	0,0002

Таким образом, наиболее точное численное решение дифференциальных уравнений первого порядка дает комбинация метода РунгеКутта и Милна. Также, достаточно точное численное решение дает и метод РунгеКутта.

Поставим перед собой задачу разработать программу, позволяющую решать дифференциальные уравнения первого порядка. Представим код программ на языке Delphi.

```
unit Unit1;

interface

uses

  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls;

type

  TForm1 = class(TForm)
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Label7: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    Edit3: TEdit;
    Edit4: TEdit;
    Button1: TButton;
    ListBox1: TListBox;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
```

```

Form1: TForm1;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
i:integer;
a,b,m,h,y,x,y1:real;
k1,k2,k3,k4:real;
function f(x,y:real):real;
begin
f:=y-x; end;
begin
a:=StrToFloat(edit1.Text);
b:=StrToFloat(edit2.Text);
m:=StrToFloat(edit3.Text);
y:=StrToFloat(edit4.Text);
h:=(b-a)/m; y1:=y; i:=1; x:=a;
repeat
k1:=h*f(x,y);
x:=x+h/2;
y:=y1+k1/2;
k2:=h*f(x,y);
y:=y1+k2/2;
k3:=h*f(x,y);
x:=x+h/2;
y:=y1+k3;
k4:=h*f(x,y);
y:=y1+(k1+2*k2+2*k3+k4)/6;
ListBox1.Items.Add(FormatFloat('y(0.#####)=',x)+FormatFloat('0.#####',y));
i:=i+1; y1:=y;

```

until not ($i \leq m$);

end; end.

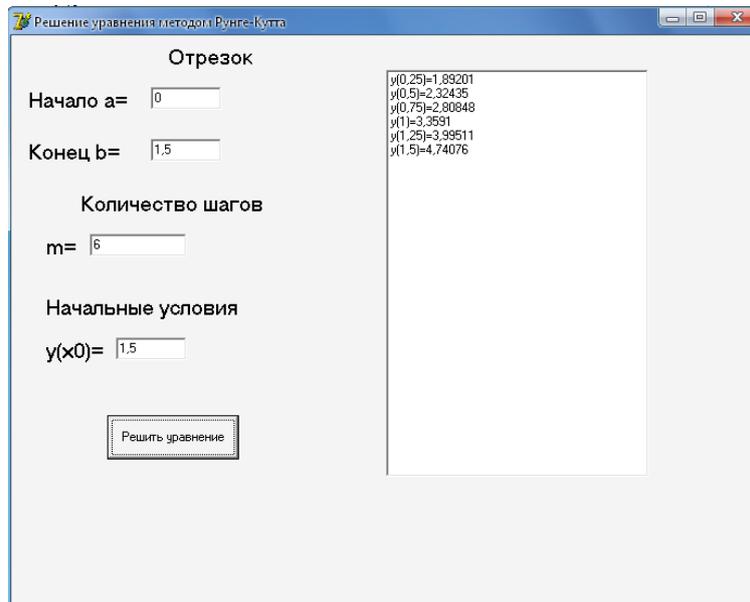


Рисунок 1. Интерфейс программы и результаты решения уравнения

Список литературы:

1. Демидович Б.П. Задачи и упражнения по математическому анализу для вузов: учеб. пособие. М.: АСТ: Астрель; Владимир: ВКТ, 2008. — 495 с.
2. Копченова Н.В., Марон И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах. М.: Наука. 1972. — 368 с.
3. Михлин С.Г., Березин С.Г., Смолицкий Х.Л. Приближенные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений. М.: Наука. 1965. — 386 с.

ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Русакова Анастасия Андреевна

студент 2 курса, кафедра «Математика» ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

Солодкова Марина Владимировна

студент 2 курса, кафедра «Математика» ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

Тимошенко Марина Андреевна

студент 2 курса, кафедра «Математика» ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

Агишева Джамиля Калимулловна

научный руководитель, ст. преподаватель кафедры «Математика»

ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский

E-mail: mathemat@volpi.ru

«Элементы математической статистики включают следующие теоретические вопросы: генеральная совокупность и выборка, статистическое распределение выборки, числовые характеристики выборки, оценка неизвестных параметров, распределения функций нормальных случайных величин, доверительные интервалы параметров нормального распределения, проверка статистических гипотез, построение теоретического закона распределения случайной величины по опытным данным» [1].

Пусть в результате проведения опыта получена выборочная совокупность (табл. 1).

Таблица 1.

Данная выборочная совокупность

1,8	2,2	2,3	1,9	1,7	2,1	1,6	1,9	2,0	1,9
2,0	1,8	2,2	1,8	2,1	2,2	2,1	2,0	2,2	2,1
2,2	2,0	2,3	2,1	1,9	1,7	2,2	2,0	1,7	2,5
2,0	1,8	2,0	2,2	2,1	2,2	2,0	2,2	2,0	2,1
2,2	2,2	2,1	2,1	2,3	2,3	2,0	1,9	2,4	2,3
2,1	2,0	2,1	2,0	1,8	2,1	1,8	2,1	2,2	2,3
1,6	2,1	2,0	2,3	2,2	2,0	2,1	1,9	2,4	2,0
2,1	1,9	1,9	1,6	1,9	2,0	1,7	2,1	2,3	2,5
1,8	2,1	1,8	2,0	2,0	1,9	2,3	2,4	2,1	2,5
1,8	1,9	1,9	1,8	2,0	2,3	1,9	2,2	2,1	2,2

Разобьём всю вариацию объёмом $n = 100$ на $k = 10$ частичных интервалов равной длины и посчитаем частоты попадания наблюдаемых значений в частичные интервалы.

Длину интервала находим по формуле:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{10} = \frac{2,5 - 1,6}{10} \approx 0,1.$$

«За начало первого интервала рекомендуется брать величину $x_{\text{нач}} = x_{\min} - \frac{h}{2}$ »

[3, с. 217]. Таким образом, находим:

$$x_0 = x_{\text{нач}} = 1,6 - \frac{0,1}{2} = 1,55.$$

Получим последовательность интервалов: (1,55; 1,65], (1,65; 1,75], (1,75; 1,85], (1,85; 1,95], (1,95; 2,05], (2,05; 2,15], (2,15; 2,25], (2,25; 2,35], (2,35; 2,45], (2,45; 2,55].

«Перечень вариант и соответствующих им частот называется статистическим распределением выборки» [1, с. 72]. Составим вариационный ряд частот и относительных частот (табл. 2).

Таблица 2.

Вариационный ряд

i	интервал ($x_{i-1}; x_i$]	середина интервала \tilde{x}_i	частота m_i	относительная частота $p_i^* = \frac{m_i}{n}$
1	(1,55; 1,65]	1,6	3	0,03
2	(1,65; 1,75]	1,7	4	0,04
3	(1,75; 1,85]	1,8	10	0,10
4	(1,85; 1,95]	1,9	13	0,13
5	(1,95; 2,05]	2,0	19	0,19
6	(2,05; 2,15]	2,1	20	0,20
7	(2,15; 2,25]	2,2	15	0,15
8	(2,25; 2,35]	2,3	10	0,10
9	(2,35; 2,45]	2,4	3	0,03
10	(2,45; 2,55]	2,5	3	0,03
Σ	–	–	100	1

Отметим, что $\sum_{i=1}^{10} m_i = n = 100$ — объём выборки;

$$\sum_{i=1}^{10} p_i^* = \sum_{i=1}^{10} \frac{m_i}{n} = \frac{n}{n} = 1.$$

Статистическое распределение выборки является оценкой неизвестного распределения. В частности, относительные частоты p_i^ являются статистическими аналогами вероятностей полной группы несовместных событий.*

Вторым этапом обработки статистических данных является визуализация данного распределения.

1. Полигон относительных частот вариационного ряда — ломаная линия, соединяющая точки $(\tilde{x}_i; p_i^*)$. График полигона представлен на рис. 1.

Полигон относительных частот является статистическим аналогом многоугольника распределения дискретной случайной величины X .

2. Гистограмма относительных частот изображается только для интервального ряда и имеет вид ступенчатой фигуры (рис. 2). На каждом частичном интервале строим прямоугольник высотой $\frac{p_i^*}{h}$.

Гистограмма относительных частот является статистическим аналогом дифференциальной функции распределения (плотности) $f(x)$ непрерывной случайной величины X .

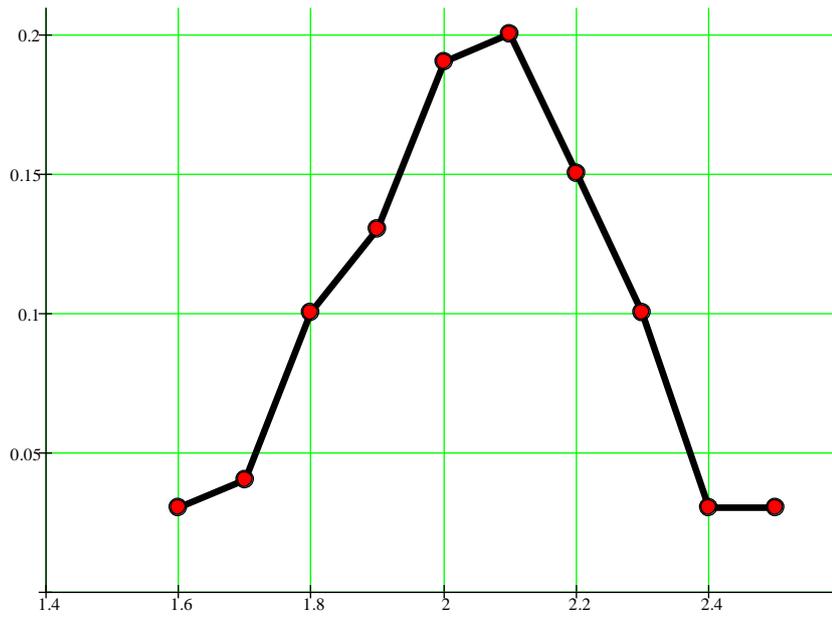


Рисунок 1. Полигон относительных частот

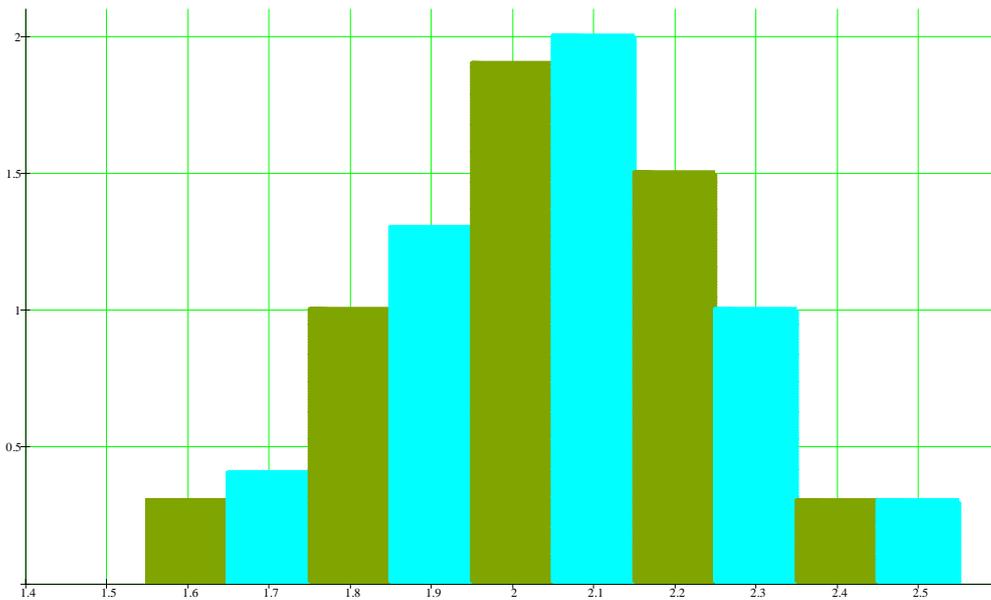


Рисунок 2. Гистограмма относительных частот

3. Построим эмпирическую функцию распределения:

$$F^*(x) = \sum_{x_i < x} \frac{m_i}{n}.$$

График этой функции для непрерывной случайной величины непрерывен, значения функции совпадают с накопленными частотами.

Эмпирическая функция распределения $F^*(x)$ является статистическим аналогом интегральной функции распределения $F(x)$ случайной величины X .

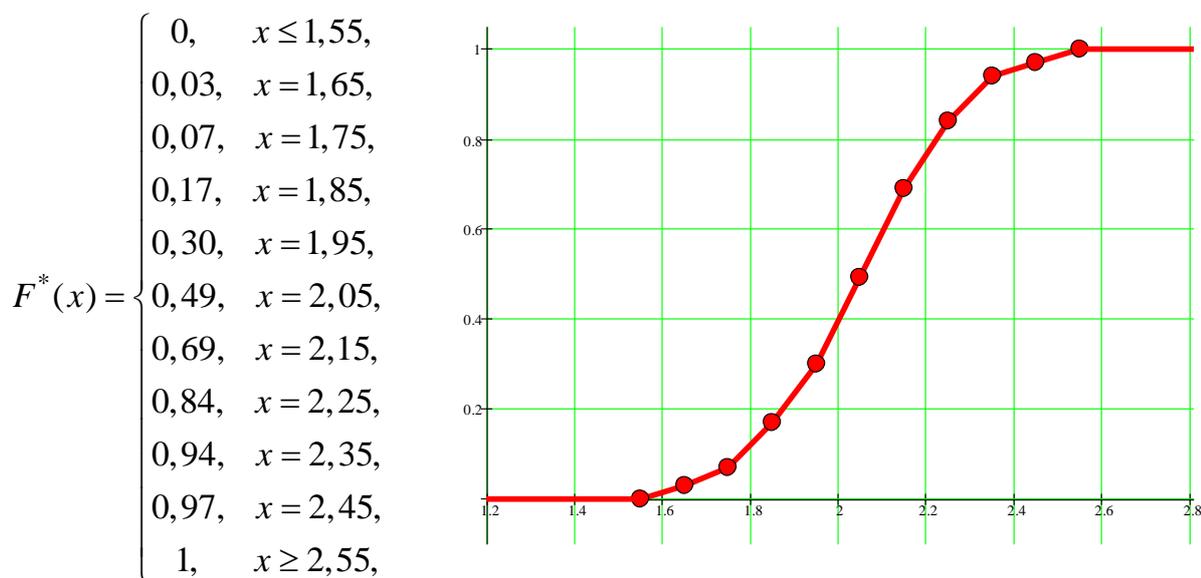


Рисунок 3. Эмпирическая функция распределения $F^*(x)$

Найдём далее числовые характеристики выборки.

Выборочные характеристики — это функции наблюдений, приближённо оценивающие соответствующие числовые характеристики случайной величины.

Для нахождения выборочной средней \bar{x}_g , выборочной дисперсии D_g , выборочного среднего квадратического отклонения σ_g (статистические аналоги соответствующих числовых характеристик случайной величины) заполним вспомогательную таблицу 3.

Таблица 3.

Вариационный ряд

i	\tilde{x}_i	m_i	p_i^*	$\tilde{x}_i \cdot p_i^*$	$\tilde{x}_i^2 \cdot p_i^*$
1	1,6	3	0,03	0,048	0,0768
2	1,7	4	0,04	0,068	0,1156
3	1,8	10	0,10	0,180	0,3240

4	1,9	13	0,13	0,247	0,4693
5	2,0	19	0,19	0,380	0,7600
6	2,1	20	0,20	0,420	0,8820
7	2,2	15	0,15	0,330	0,7260
8	2,3	10	0,10	0,230	0,5290
9	2,4	3	0,03	0,072	0,1728
10	2,5	3	0,03	0,075	0,1875
Σ	–	100	1,00	2,05	4,243

Находим выборочное среднее:

$$\bar{x}_g = \sum_{i=1}^{10} x_i p_i^* = 2,05;$$

выборочную дисперсию:

$$D_g = \sum_{i=1}^{10} \tilde{x}_i^2 p_i^* - \bar{x}_g^2 = 4,243 - 2,05^2 = 0,0405;$$

выборочное среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{D_g} = 0,2012;$$

исправленную выборочную дисперсию:

$$s^2 = \frac{n}{n-1} \cdot D_g = 0,0409;$$

исправленное выборочное среднее квадратическое отклонение:

$$s = \sqrt{s^2} = 0,2023.$$

Точечной оценкой математического ожидания a является средняя выборочная \bar{x}_g , тогда полагаем $a = \bar{x}_g = 2,05$; точечной оценкой генерального среднего квадратического отклонения σ является исправленное выборочное среднее квадратическое отклонение, т. е. $\sigma = s = 0,2$.

«Статистической называется гипотеза о виде неизвестного распределения» [2, с. 88]. По виду полигона, гистограммы и эмпирической функции распределения можно выдвинуть гипотезу о нормальном распределении данной вариации.

В рассматриваемой выборке по виду графиков полигона (рис. 1), гистограммы (рис. 2) и эмпирической функции $F^*(x)$ (рис. 3) **выдвигаем основную (нулевую) гипотезу H_0** : «Генеральная совокупность распределена по нормальному закону с параметрами $a = 2,05$, $\sigma = 0,2$ » и **альтернативную гипотезу H_1** : «Генеральная совокупность не распределена по нормальному закону».

Проверим соответствие гипотезы H_0 опытным данным по критерию согласия χ^2 Пирсона. Для этого необходимо вычислить теоретические интервальные вероятности p_i и выравнивающие частоты $m'_i = np_i$.

Рассчитаем значения p_i с помощью функции $\Phi(x)$.

$$p_1 = P(-\infty < X \leq 1,65) = \Phi\left(\frac{1,35 - x_g}{\sigma}\right) - \Phi(-\infty) = \Phi\left(\frac{1,65 - 2,05}{0,2}\right) + \Phi(+\infty) = \\ = \Phi(-1,99) + 0,5 = -\Phi(1,99) + 0,5 = -0,4767 + 0,5 = 0,0233;$$

$$p_2 = P(1,65 < X \leq 1,75) = \Phi(-1,49) - \Phi(-1,99) = -0,4319 + 0,4767 = 0,0448;$$

$$p_3 = P(1,75 < X \leq 1,85) = \Phi(-0,99) - \Phi(-1,49) = -0,3389 + 0,4319 = 0,0930;$$

$$p_4 = P(1,85 < X \leq 1,95) = \Phi(-0,5) - \Phi(-0,99) = -0,1915 + 0,3389 = 0,1474;$$

$$p_5 = P(1,95 < X \leq 2,05) = \Phi(0,00) - \Phi(-0,50) = 0,0000 + 0,1915 = 0,1915;$$

$$p_6 = P(2,05 < X \leq 2,15) = \Phi(0,50) - \Phi(0,00) = 0,1915 - 0,0000 = 0,1915;$$

$$p_7 = P(2,15 < X \leq 2,25) = \Phi(0,99) - \Phi(0,50) = 0,3389 - 0,1915 = 0,1474;$$

$$p_8 = P(2,25 < X \leq 2,35) = \Phi(1,49) - \Phi(0,99) = 0,4319 - 0,3389 = 0,0930;$$

$$p_9 = P(2,35 < X \leq 2,45) = \Phi(1,99) - \Phi(1,49) = 0,4767 - 0,4319 = 0,0448;$$

$$p_{10} = P(2,45 < X < +\infty) = \Phi(+\infty) - \Phi(1,99) = 0,5 - 0,4767 = 0,0233.$$

Для дальнейших расчётов заполним вспомогательную таблицу 4.

Таблица 4.

Расчёт значения $\chi_{набл}^2$

i	интервал ($x_{i-1}; x_i]$	частота m_i	вероятность, P_i	теоретическая частота $m'_i = np_i$	$\frac{(m_i - m'_i)^2}{m'_i}$
1	(1,55; 1,65]	3	0,0233	2,33	0,1927
2	(1,65; 1,75]	4	0,0448	4,48	0,0514
3	(1,75; 1,85]	10	0,0930	9,30	0,0527
4	(1,85; 1,95]	13	0,1474	14,74	0,2054
5	(1,95; 2,05]	19	0,1915	19,15	0,0012
6	(2,05; 2,15]	20	0,1915	19,15	0,0377
7	(2,15; 2,25]	15	0,1474	14,74	0,0046
8	(2,25; 2,35]	10	0,0930	9,30	0,0527
9	(2,35; 2,45]	3	0,0448	4,48	0,4889
10	(2,45; 2,55]	3	0,0233	2,33	0,1927
Σ	–	100	1	100	1,2799

Наблюдаемое значение критерия согласия Пирсона $\chi_{набл}^2 = 1,2799$.

Далее находим число степеней свободы $k = 10 - 3 = 7$ («число групп выборки минус один — это число степеней свободы распределения χ^2 Пирсона, и минус ещё два, так как нормальное распределение характеризуется двумя параметрами — математическим ожиданием и дисперсией» [2, с. 91]).

По таблице критических точек распределения χ^2 , по уровню значимости $\alpha = 0,05$ и числу степеней свободы 7 найдём критическое значение $\chi_{кр}^2(\alpha; k) = \chi_{кр}^2(0,05; 7) = 14,1$ [3, с. 286].

Т. к. $\chi_{набл}^2 < \chi_{кр}^2$, то нет оснований отвергнуть проверяемую нулевую гипотезу. Т. е. принимаем предположение, что **статистические данные распределены по нормальному закону с параметрами $a = 2,05$ и $\sigma = 0,2$.**

Т. к. σ_2 неизвестно, то доверительный интервал для генеральной средней \bar{x}_2 имеет вид:

$$\bar{x}_g - \varepsilon < \bar{x}_2 < \bar{x}_g + \varepsilon ,$$

где: величина ε определяется по формуле: $\varepsilon = \frac{t_\gamma \cdot s}{\sqrt{n}}$.

Табличное значение $t_\gamma = t(\gamma, n)$ находим по уровню надёжности $\gamma = 0,99$ и $n = 100$: $t(0,99;100) = 2,627$. Тогда $\varepsilon = \frac{2,627}{\sqrt{100}} \cdot 8,41 = 2,21$.

Таким образом, получаем доверительный интервал для \bar{x}_2 :

$$2,05 - 2,21 < \bar{x}_2 < 2,05 + 2,21 \Rightarrow -0,16 < \bar{x}_2 < 4,26 .$$

Это означает, что в 99 % случаев истинное значение генеральной средней \bar{x}_2 находится в промежутке $(-0,16; 4,26)$.

Доверительный интервал для генерального среднего квадратического отклонения определяется следующим образом:

$$s - sq < \sigma_2 < s + sq .$$

Табличная величина $q(\gamma, n) = q(0,99;100) = 0,198$. Отсюда получаем:

$$0,02 - 0,02 \cdot 0,198 < \sigma_2 < 0,02 + 0,02 \cdot 0,198 \Rightarrow 0,016 < \sigma_2 < 0,024 .$$

Это означает, что в 99 % истинное значение генерального среднего квадратического отклонения σ_2 находится промежутке (0,016; 0,024).

Список литературы:

1. Агишева Д.К., Зотова С.А., Матвеева Т.А., Светличная В.Б. Математическая статистика (учебное пособие) // Успехи современного естествознания. — 2010, — № 2 [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=7784948 (дата обращения 06.03.2013).
2. Красс М.С. Математика в экономике. Математические методы и модели: учебник / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. — М.: Финансы и статистика, 2007. — 544 с.: ил.
3. Письменный Д.Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам / Дмитрий Письменный. — 3-е изд. — М.: Айрис-пресс, 2008. — 288 с. — (Высшее образование).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРЯМЫХ МЕТОДОВ МИНИМИЗАЦИИ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Тюбина Ольга Игоревна

*студент 2 курса, экономический факультет,
НОУ ВПО «Университет управления «ГИСБИ», г. Казань
E-mail: olka.tyu@yandex.ru*

Пантелеева Лейсан Ренатовна

*научный руководитель, канд. техн. наук, кафедра математики,
НОУ ВПО «Университет управления «ГИСБИ», г. Казань*

В любой сфере человеческой деятельности мы встречаемся с оптимизацией. Экономическое планирование, управление, проектирование сложных объектов всегда направлено на поиск наилучшего варианта с точки зрения намеченной цели.

Многие задачи оптимизации сводятся к отысканию наименьшего или наибольшего значения некоторой функции, которую принято называть целевой функцией. Методы решения таких задач существенно зависят от свойств целевой функции.

Методы, использующие только значения функции и не требующие вычисления ее производных, принято называть прямыми методами минимизации. Большим достоинством прямых методов является то, что от целевой функции не требуется дифференцируемости. Более того, она может быть не задана в аналитическом виде. Единственное, на чем основаны алгоритмы прямых методов минимизации, это возможность определения значений функции в заданных точках.

Рассмотрим наиболее распространенные прямые методы решения задачи минимизации функции одной переменной, заданной на отрезке:

$$f(x) \rightarrow \min, \quad x \in [a, b]. \quad (1)$$

К ним относятся методы перебора, дихотомии, золотого сечения и Фибоначчи.

Самым слабым требованием на функцию $f(x)$, позволяющим использовать прямые методы, является ее унимодальность или строгая квазивыпуклость. Поэтому будем считать функцию $f(x)$ строго квазивыпуклой на заданном отрезке, т. е. имеющей на $[a, b]$ единственный минимум x_* , который является глобальным минимумом.

Существуют работы, например [1—3], в которых приводится сравнительный анализ эффективности прямых методов поиска минимума. При этом либо не все критерии сравнения подробно рассматриваются, либо не все перечисленные выше методы участвуют в сравнении.

В данной работе изложим основные идеи рассматриваемых методов, приведем формулы, на основании которых осуществим подробный сравнительный анализ методов.

Простейшим из прямых методов является метод перебора. Он заключается в последовательном переборе всех значений точек, делящих отрезок $[a, b]$ на n равных частей, с вычислением значений целевой функции в каждой точке.

Путем выбора наименьшего из всех вычисленных значений функции и находится решение задачи.

Погрешность определения точки минимума функции $f(x)$ методом перебора не превосходит величины $\varepsilon_n = (b-a)/n$. Чтобы обеспечить требуемую точность ε определения точки x_* , число отрезков разбиения n необходимо выбрать из условия:

$$\varepsilon_n = (b-a)/n \leq \varepsilon, \text{ т. е. } n \geq (b-a)/\varepsilon. \quad (2)$$

Если при реализации метода перебора потребовалось вычислить N значений функции $f(x)$, то это означает, что отрезок $[a, b]$ был разбит на $n=N-1$ частей. Поэтому точность решения $\varepsilon(N)$, которую обеспечивает метод перебора в результате N вычислений $f(x)$, будет:

$$\varepsilon(N) = \frac{b-a}{N-1}. \quad (3)$$

Следующие методы — метод дихотомии, метод золотого сечения и метод Фибоначчи — объединяются одной идеей: на каждом шаге алгоритма отсекается отрезок, включающийся в $[a, b]$, на котором заведомо нет точки x_* — решения задачи (1). Эти методы принято называть методами отсечений.

В методе дихотомии экстремум локализуется путем сравнения двух значений функции в точках, отстоящих от середины отрезка на $\delta/2$, где $\delta > 0$ — параметр метода. После n итераций длина отрезка поиска точки x_* (отрезка локализации) равна $\Delta_n = \frac{b-a}{2^n} + \delta \left(1 - \frac{1}{2^n}\right)$ [1—3].

Если в качестве приближенного значения x_* взять середину отрезка локализации, то будет достигнута точность определения точки минимума:

$$\varepsilon_n = \frac{\Delta_n}{2}. \quad (4)$$

Следовательно, число n итераций метода дихотомии, необходимое для определения точки x_* с точностью ε , определяется неравенствами:

$$\varepsilon_n = \frac{b-a}{2^{n+1}} + \frac{\delta}{2} \left(1 - \frac{1}{2^n}\right) \leq \varepsilon \Rightarrow n \geq \log_2 \frac{b-a-\delta}{2\varepsilon-\delta} \approx \log_2 \frac{b-a}{2\varepsilon}. \quad (5)$$

При малом значении δ величина $\varepsilon_n = \frac{b-a-\delta}{2^{n+1}} + \frac{\delta}{2} \approx \frac{b-a}{2^{n+1}}$. На каждой итерации метода дихотомии вычисляются два значения $f(x)$. Поэтому после N вычислений $f(x)$ производится $n = N/2$ итераций и достигается точность определения x_* :

$$\varepsilon(N) = \varepsilon_{N/2} \approx \frac{b-a}{2^{\frac{N}{2}+1}}. \quad (6)$$

Из формул (4), (6) следует, что отрезок локализации после N вычислений $f(x)$ имеет длину:

$$\Delta_N = 2\varepsilon(N) \approx \frac{b-a}{2^{\frac{N}{2}}} \approx (0,71)^N (b-a). \quad (7)$$

Метод золотого сечения основан на делении отрезка локализации по известному правилу золотого сечения. Это правило определяет такое симметричное расположение пробных точек на текущем отрезке, при котором

одна из них становится пробной точкой на новом отрезке, полученном после исключения части исходного отрезка. Использование таких точек позволяет на каждой итерации метода золотого сечения, кроме первой, ограничиться определением только одного значения $f(x)$, так как другое значение уже найдено на одной из предыдущих итераций.

На каждой итерации метода золотого сечения отрезок локализации уменьшается в одном и том же отношении $\tau = \frac{\sqrt{5}-1}{2}$, поэтому в результате n итераций его длина становится $\Delta_n = \tau^n(b-a)$ [1—3].

Таким образом, точность определения точки x_* после n итераций находится из равенства:

$$\varepsilon_n = \frac{\Delta_n}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{\sqrt{5}-1}{2} \right)^n (b-a), \quad (8)$$

а условием окончания поиска точки x_* с точностью ε служит неравенство $\varepsilon_n \leq \varepsilon$.

Число итераций, необходимое для достижения заданной точности ε , можно найти из условия $\varepsilon_n \leq \varepsilon$ с учетом соотношения (8):

$$n \geq \ln \left(\frac{2\varepsilon}{b-a} \right) / \ln \tau = 2,1 \cdot \ln \left(\frac{b-a}{2\varepsilon} \right). \quad (9)$$

Так как N вычислений $f(x)$ позволяет выполнить $N-1$ итераций метода золотого сечения, то достигнутая в результате этого точность определения x_* составляет:

$$\varepsilon(N) = \varepsilon_{N-1} = \frac{1}{2} \left(\frac{\sqrt{5}-1}{2} \right)^{N-1} \cdot (b-a), \quad (10)$$

а длина отрезка локализации с учетом формул (8), (10) будет равна:

$$\Delta_N = 2\varepsilon(N) = \left(\frac{\sqrt{5}-1}{2} \right)^{N-1} \cdot (b-a) \approx 1,6 \cdot (0,62)^N (b-a). \quad (11)$$

Метод Фибоначчи строится по схеме метода золотого сечения, но расположение пробных точек определяется с помощью чисел Фибоначчи F_n , задаваемых правилом:

$$F_1 = F_2 = 1, F_{n+2} = F_{n+1} + F_n \text{ для } n = 1, 2, 3, \dots$$

Известно, что при достаточно большом числе n пробные точки, определяемые по формулам [2]:

$$y_k = a_k + \frac{F_{n-k}}{F_{n+2}}(b-a), z_k = a_k + \frac{F_{n+1-k}}{F_{n+2}}(b-a), k = 0, 1, 2, \dots, n-1,$$

осуществляют деление отрезка, являющееся близким к золотому сечению.

После n итераций метода Фибоначчи длина отрезка поиска точки x_* равна:

$$\Delta_n = \frac{2}{F_{n+2}}(b-a) [1].$$

Следовательно, число n итераций метода Фибоначчи, необходимое для определения точки x_* с точностью ε , определяется неравенствами:

$$\varepsilon_n = \frac{\Delta_n}{2} = \frac{b-a}{F_{n+2}} \leq \varepsilon \Rightarrow F_{n+2} \geq \frac{b-a}{\varepsilon}. \quad (12)$$

После N вычислений $f(x)$ производится $n = N - 1$ итераций и достигается точность определения x_* :

$$\varepsilon(N) = \frac{b-a}{F_{N+1}}. \quad (13)$$

Тогда отрезок локализации после N вычислений $f(x)$ достигнет длины [1]:

$$\Delta_N = 2 \frac{b-a}{F_{N+1}} \approx 1,7 \cdot (0,62)^N (b-a). \quad (14)$$

Одной из основных задач методов прямого поиска является сокращение отрезков локализации на каждой итерации. Поэтому эффективность метода можно оценить тем, во сколько раз уменьшается первоначальная длина интервала после использования N вычислений значений функции. Таблица 1 позволяет сравнить по этому критерию рассмотренные методы.

Таблица 1.

Значения длин отрезков локализации Δ_N после N вычислений $f(x)$ на отрезке длиной 1

Методы прямого поиска	$N = 5$	$N = 11$	$N = 21$	$N = 51$	Используемые формулы
Метод перебора	0,500	0,200	0,100	0,040	$\Delta_N = 2\varepsilon(N)$ с учетом (3)
Метод дихотомии	0,180	0,023	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-8}$	(7) ($\delta < \varepsilon$)
Метод золотого сечения	0,147	$8 \cdot 10^{-3}$	$6,9 \cdot 10^{-5}$	$4,1 \cdot 10^{-11}$	(11)
Метод Фибоначчи	0,156	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	$4,4 \cdot 10^{-11}$	(14)

Эффективность методов минимизации можно также сравнивать по гарантированной точности $\varepsilon(N)$ нахождения точки x_* , которую они обеспечивают в результате определения N значений $f(x)$. Значения

гарантированной точности в зависимости от количества найденных значений целевой функции, заданной на отрезке длиной 1, представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Значения точности $\varepsilon(N)$ в зависимости от количества N значений $f(x)$ на отрезке длиной 1

Методы прямого поиска	$N = 5$	$N = 11$	$N = 21$	$N = 51$	Используемые формулы
Метод перебора	0,250	0,100	0,050	0,020	(3)
Метод дихотомии	0,090	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-8}$	(6) ($\delta < \varepsilon$)
Метод золотого сечения	0,073	$4,1 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^{-11}$	(10)
Метод Фибоначчи	0,078	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-11}$	(13)

Одним из сравнительных показателей качества метода является количество N значений функции, которое нужно вычислить для решения задачи с заданной погрешностью ε . Чем это число меньше, тем при прочих равных условиях эффективнее метод. Во многих практических случаях определение значений целевой функции требует больших затрат (например, времени ЭВМ или средств для проведения экспериментов). Сравнить эффективность методов по этому критерию можно с помощью таблицы 3.

Таблица 3.

Количества N вычисленных значений $f(x)$ на отрезке длиной 1 в зависимости от точности ε

Методы прямого поиска	$\varepsilon = 10^{-1}$	$\varepsilon = 10^{-2}$	$\varepsilon = 10^{-3}$	$\varepsilon = 10^{-4}$	$\varepsilon = 10^{-5}$	Используемые формулы
Метод перебора	11	101	1001	10001	100001	(2)
Метод дихотомии	6	12	18	26	32	(5) ($\delta < \varepsilon$)
Метод золотого сечения	5	10	15	19	24	(9)
Метод Фибоначчи	5	10	15	20	24	(12)

Как видно из приведенных таблиц, наиболее эффективными являются методы золотого сечения и Фибоначчи. В этих методах происходит исключение отрезков, и необходимо выбирать только одну пробную точку на итерации. Стоит отметить, что к недостаткам методов золотого сечения и Фибоначчи, связанным с непосредственным их применением к практическим задачам, следует отнести то, что числа $\sqrt{5}$, $\frac{F_n}{F_{n+2}}$ и $\frac{F_{n+1}}{F_{n+2}}$ являются рациональными числами, вычисляемыми лишь приближенно, и значит, возможно накопление погрешности метода, особенно при больших n .

Следующий по эффективности идет метод дихотомии. Здесь происходит деление отрезка почти пополам, но необходим выбор двух пробных точек на итерации. Следовательно, на каждой итерации надо вычислять значения целевой функции в двух пробных точках. Это небольшой недостаток, если функция проста и вычисление ее значения не связано с большим объемом вычислений или проведением дорогостоящего эксперимента и т. д. Но он становится существенным, если имеет место хотя бы одна из вышеописанных ситуаций. Возможно даже, что число вычислений значений функции не должно из соображений дороговизны превышать заданного числа n , и тогда неравенство (5) жестко фиксирует погрешность определения значения x_* , которая вполне может оказаться недостаточной.

Наименее эффективным является метод перебора, при котором исключения отрезков не применяются вовсе. К существенным недостаткам данного метода относится значительное число повторных вычислений значений целевой функции, что, как уже было отмечено выше, во многих практических случаях может потребовать больших затрат. Однако стоит отметить, что метод перебора позволяет найти глобальный экстремум и в случае, когда целевая функция — многоэкстремальная функция, что, несомненно, можно отнести к достоинствам этого метода.

Список литературы:

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров: учеб. пособие — М.: Высш. шк., 1994. — 544 с.
2. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. — М.: Наука, 1988. — 552 с.
3. Гончаров В.А. Методы оптимизации: учеб. пособие. М.: Изд-во Юрайт; Высшее образование, 2010. — 191 с.

«НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

Материалы IX студенческой международной заочной
научно-практической конференции

07 марта 2013 г.

В авторской редакции

Издательство «СибАК»
630075, г. Новосибирск, ул. Залесского, 5/1, оф. 605
E-mail: mail@sibac.info

СибАК
www.sibac.info



ISBN 978-5-4379-0237-0



9 785437 902370