
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ: ИННОВАЦИИ И КАЧЕСТВО

МАТЕРИАЛЫ III МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Репозиторий БарГУ

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Барановичский государственный университет»
Студенческое научное общество БарГУ

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ: ИННОВАЦИИ И КАЧЕСТВО

Материалы III Международной
научно-практической конференции

(Барановичи, 18 декабря 2015 года)

Барановичи
БарГУ
2015

Представлены результаты исследований современных методов и технологий получения и обработки материалов. Рассмотрены актуальные проблемы в области физики, математики, информатики, обеспечения качества подготовки специалистов инженерного профиля. Особое внимание уделено адаптивным подходам к совершенствованию производства сельскохозяйственной продукции, а также экономическим аспектам развития промышленных предприятий и предприятий агропромышленного комплекса. В рамках III Международной научно-практической конференции «Техника и технологии: инновации и качество» впервые вынесены на обсуждение вопросы компьютерного моделирования производственных процессов и актуальные в современных условиях проблемы разработки автоматизированных систем управления информационными потоками.

Издание представляет интерес для преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов.

Редакционная коллегия:

А. В. Никишова (гл. ред.), Ю. Е. Горбач (отв. ред.), А. К. Гавриленя,
В. А. Дремук, Е. Н. Кирюхова, Д. А. Лабоцкий, О. И. Наранович

Рецензенты:

доцент, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации производства учреждения образования «Полесский государственный университет» О. В. Володько,
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
П. М. Новицкий

СОДЕРЖАНИЕ

<i>К читателю</i>	6
-------------------------	---

АДАПТИВНЫЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Бурдейко В. А. Перспективные рабочие органы машин для сбора колорадского жука	7
Давиданс М., Липиных Л., Латвелис Р. Обоснование коэффициента плотности колотых дров	9
Земоглядчук К. В. Влияние температуры и влажности воздуха на активность особей в популяции <i>Succinea putris</i> (L.) (<i>Gastropoda, Succineidae</i>)	11
Каштальян А. В., Прихач Т. Р. Эрозия почвы — актуальная проблема окружающей среды	12
Новожилова И. В. Влияние пробиотиков на рост и развитие телят	15
Пищ П. В., Прихач Т. Р. Современная технология выращивания земляники садовой	17
Ритвинская Е. М., Кочурко В. И., Абарова Е. Э. Влияние регуляторов роста на урожайность озимого тритикале	18
Школко И. И. Аппаратные методы защиты топливной аппаратуры автотракторных двигателей от воды	20

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Алифанов А. В., Цуран В. В. Изготовление и проведение производственных испытаний опытной партии отечественных рубильных ножей	23
Антрапцева Н. М., Манчук Н. М. Малоотходная технология получения твёрдого раствора гидрофосфатов магния и марганца	25
Антрапцева Н. М., Коваль Л. Б. Направленный синтез конденсированных фосфатов цинка—магния	27
Барышников В. Ф., Богданович И. А. Разработка конструкции шагового конвейера	30
Волчек О. М., Кондратчик Н. Ю., Разумцев А. П. Пути повышения надёжности проходческих комбайнов производства ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством» на рудниках ОАО «Беларуськалий» (Солигорск)	32
Гавриленя А. К., Кустинский А. В. Измельчение твёрдых материалов в ролико-кольцевых мельницах	33
Груша В. П., Бевза В. Ф. Получение полых цилиндрических заготовок из чугуна литейно-термическим методом	35
Дегтеров П. П., Потапов В. А. Анализ автоматизации и безопасности производств	37
Рулько Н. Н., Саханько С. А. Влияние среды защитных газов на азотируемый слой сталей	39
Чичкан Н. В. Эффективность применения проходных резцов с твёрдосплавными пластинками марок T15K6 и BK8 для обработки заготовок из стали 40X13	40

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Бобович М. В., Панфило М. А., Харкевич И. С. Механизм инвестиционной политики в Республике Беларусь	41
Войтик В. А. Управление нефтегазовой корпорацией в глобальной среде транспортных потоков	43
Горбач Ю. Е., Волчэк С. А., Лабоцкий Д. А. Совершенствование коэффициентного метода при оценке финансового состояния промышленного предприятия	44
Климук В. В. Модернизация формирования процессов материалопотребления в промышленности	46
Корогодин И. Т., Ларионова А. В. Качественный человеческий капитал как системообразующий фактор инновационного роста производства экономики	48
Кременевская В. Н., Сергиеня Т. А. Кластерный подход как способ стратегического развития предприятия	50
Куган С. Ф. Управление конкурентоспособностью организации в условиях устойчивого развития	52
Лабейко О. А. Управление трудовым потенциалом промышленного предприятия: теоретико-методологический аспект	54
Майсюк Е. В. Вертикальная интеграция как путь развития отечественных предприятий	56
Носова Н. В., Панфило М. А. Проблемы и перспективы развития промышленности в Республике Беларусь	58
Почерный А. С., Савенок Э. А. Диверсификация производства как необходимое условие повышения конкурентоспособности промышленного предприятия	60
Сидорович Н. И., Ильин А. И., Коваленко Н. С. Направления оптимизации оперативно-календарного планирования машиностроительных предприятий	62
Харкевич И. С., Бобович М. В. Формирование национальной инновационной системы	65
Цимбаленко С. Н. Современное состояние и проблемы развития льняного подкомплекса Республики Беларусь на примере Брестской области	67

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ. РАЗРАБОТКА
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ**

Бузук А. Ю., Шапович Е. Г. Разработка автоматизированной системы контроля качества вычислительной техники и периферийных устройств на предприятии	70
Володько Л. П., Володько О. В. Методика оценки качества дистанционных банковских услуг и её программная реализация	71
Галушко В. Н., Бахур С. И., Белятко А. А. Разработка инструментальных программных средств для повышения надёжности электрооборудования предприятий железнодорожной отрасли	73
Галушко В. Н., Петров А. Г., Дробов А. В. Разработка программного инструментария повышения энергоэффективности электрооборудования	74
Гладышева А. В., Горбунова О. Н., Чепурова И. Ф. Модификация информационных систем управления предприятием под воздействием современных условий	75
Горбунова О. Н., Гладышева А. В. Использование облачных информационных технологий в реализации современных форм занятости	77
Гундина М. А., Чешкин А. Н. Цифровая обработка изображений промышленных объектов	79
Есиков Д. О., Ивутин А. Н. Алгоритм получения рационального решения задач обеспечения устойчивости функционирования распределённых информационных систем в условиях жёстких временных ограничений	81
Зданович А. А., Шах А. В. Кроссплатформенная разработка мобильных приложений с применением Xamarin	83
Калько А. И., Наранович О. И. Обнаружение и слежение за объектами по их цвету с применением библиотеки OpenCV	85
Камленок И. А. Компьютерное моделирование производственных процессов	87
Ковалёв А. В., Сальников В. С. ПИД-регулирование при прогнозировании износа промышленного оборудования	89
Кравчук О. Д. Нелинейная оптимизация методами случайного поиска	91
Моргун Е. А. Моделирование непрерывных фазовых переходов в рамках однородной перколяции в пористой среде	93
Наранович О. И., Бовкунович М. В. Разработка внутреннего веб-ресурса и оптимизация внутрикорпоративного информационного обмена на предприятии	95
Попова Е. Э. Факторы и критерии выбора автоматизированной системы управления документами в организации	97
Раковцы Г. М., Мазец Т. Г. Разработка корпоративного веб-портала Волковысского ОАО «Беллакт»	99
Рогозик А. С. Особенности использования Eloquent ORM при работе с базами данных в Laravel 5 Framework	101
Руднев Д. О., Сычугув А. А. Метод повышения безопасности работы алгоритмов поиска аномалий в распределённых информационных системах	103
Сидоров К. А. Использование метода золотого сечения в веб-дизайне	106
Шах А. В. Применение нейронной сети Хопфилда при восстановлении искажённых графических образов	107

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ, МАТЕМАТИКИ
И ИНФОРМАТИКИ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ
СПЕЦИАЛИСТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ**

Артёмова Е. В. О применении модульного подхода к созданию электронного средства обучения на примере изучения физики	110
Басик А. И., Солопов Н. В. О единственности решения задачи типа Римана—Гильберта для эллиптических систем ортогонального типа в \mathbf{R}^4	111
Бруй И. Н. Асимптотическая формула типа С. Н. Бернштейна для кратно дифференцируемых периодических функций	113
Бруй И. Н. Средние Фейера в теории представления функций	133
Горбач Д. Ю., Гацкевич Е. И. Применение программы Wolfram/Alpha и математического пакета Mathcad для анализа нагрева и охлаждения металлов при импульсных лазерных воздействиях	143
Заяц В. Г., Толочинец И. М. К вопросу о формировании у студентов способностей к инженерной интуиции	145
Искакова Г. А. Метод кластеризации анализа и обработки больших данных, представленных в матричной форме	147
Качкар Г. В. К вопросу об оценке качества знаний студентов	149
Качкар Г. В., Петлицкая Т. С. О формировании экспериментальной компетентности студентов на занятиях по физике	150
Климашевская Л. А., Шляго Н. И. Развитие познавательной самостоятельности студентов учреждения высшего образования с помощью электронных средств обучения	152
Кособуцкий А. В. Применение анаглифов для визуализации учебных материалов	154
Мишук С. С. Виртуальное искусство как элемент системы инфокоммуникационных технологий	156

Моргун Е. А. Интерактивные методы как способ формирования профессиональных компетенций студентов . . .	157
Примичева З. Н., Романчук Т. А. О проблемах качества математической подготовки современного инженера	160
Прихач И. В. Статистическая обработка изображений, содержащих шум	162
Русан С. І., Полюх А. Л. Динамічний аналіз качэння тэхналагічнага кола	164
Русан С. І., Стэцкі Я. С. Дынамічны аналіз качэння вядучага кола па плоскасці з пераменным каэфіцыентам трэння слізгання	166
Соловей Е. В. Игровые формы обучения на занятиях информатики	169
Соловей С. С. Обеспечение качества подготовки обучающихся	171
Сотник Л. Л., Левщунюв Я. К. Внедрение информационных технологий в процесс выполнения и контроля курсового проектирования	172
Ставер Е. В. Статистическая проверка случайности двоичных последовательностей. Анализ частотного побитового и частотного блочного тестов NIST DRAFT SP 800-90B	175
Читая Д. Р., Быстров О. И. Операционная система SYSTEM — синхронизация с будущим	177

Репозиторий БарГУ

К ЧИТАТЕЛЮ

Исследования современных тенденций в технологии и оборудовании машиностроительного и сельскохозяйственного производств являются в достаточной мере актуальными. По-прежнему значимыми остаются создание условий, средств и применение активных методов обеспечения качества подготовки специалистов инженерного профиля. Немаловажным является и рассмотрение экономических аспектов развития промышленного предприятия. С этой целью в учреждении образования «Барановичский государственный университет» проводилась III Международная научно-практическая конференция «Техника и технологии: инновации и качество», предоставляющая возможность ведущим специалистам и молодым исследователям обсудить результаты собственного теоретического осмысления и практического решения вопросов, которые могут стать базой для дальнейших научных исследований.

В конференции принимали участие учёные, ведущие специалисты, исследователи, аспиранты и магистранты из разных городов Республики Беларусь, Российской Федерации, Латвии, Украины и Республики Казахстан, а также студенты учреждений высшего образования.

Тематика докладов соответствует основным направлениям конференции: «Компьютерное моделирование производственных процессов. Разработка автоматизированных систем управления информационными потоками», «Современные методы и технологии получения и обработки материалов», «Экономические аспекты развития промышленного предприятия», «Актуальные проблемы физики, математики и информатики. Обеспечение качества подготовки специалистов инженерного профиля», «Адаптивные подходы к совершенствованию производства сельскохозяйственной продукции».

В целом, данный сборник не только обозначил контуры новых подходов к развитию производства (со стороны экономики, техники, технологии, компьютерного моделирования), но и выявил некоторые актуальные вопросы.

Оргкомитет конференции признателен всем авторам, предоставившим материалы для опубликования.

*А. В. Никишова,
главный редактор, проректор по научной работе*

АДАПТИВНЫЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

УДК 631.3

В. А. Бурдейко

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ МАШИН ДЛЯ СБОРА КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

Рассматриваются основные рабочие органы машин для сбора колорадского жука при выращивании экологически чистого картофеля. Приводится классификация основных рабочих органов, в том числе перспективных.

Discusses the main working bodies of machines for collecting the Colorado potato beetle when growing organic potatoes. Classification of the main working bodies, however promising.

Введение. При выращивании экологически чистого картофеля для сбора колорадского жука применяются следующие средства: сельскохозяйственные машины, орудия, агроприёмы, установки, приборы, приспособления, водные растворы, настои, приборы ультразвуковых колебаний, радиационные установки, пестициды, а также птицы, микроорганизмы, насекомые-энтомофаги, растения.

Перспективными методами сбора и уничтожения колорадского жука в период выращивания экологически чистого картофеля являются комплексный и механический [1]. Для этого используются специальные машины, установки и приспособления. В дальнейшем они будут оснащены дополнительными и комбинированными рабочими органами для выполнения таких операций, как рыхление междурядий картофеля, механическое уничтожение сорных растений, окучивание растений картофеля, распределение водных растворов для борьбы с колорадским жуком, а также внесение минеральных удобрений при подкормке. Цель статьи — составление классификации и рассмотрение основных достоинств и недостатков рабочих органов машин, аппаратов и приспособлений различных конструкций для сбора колорадского жука, а также определение их перспективных рабочих органов.

Основная часть. На машинах для сбора и уничтожения колорадского жука устанавливаются рабочие органы различной конструкции. Основные рабочие органы предназначены для сбора и уничтожения колорадского жука, а дополнительные выполняют вспомогательные операции, например, подъём ботвы картофеля или удаление измельчённой массы на поверхность междурядья и др. Основные рабочие органы в своём большинстве активны, т. е. им для работы необходим привод.

Основные рабочие органы по принципу действия делятся на механические, пневматические и пневмомеханические. По способу снятия колорадского жука основные механические органы классифицируются на ударно-стряхивающие, счёсывающе-сгребающие, стряхивающе-очёсывающие, комбинированные. По конструктивной форме — зубья, пальцы, бичи, гребёнки, метёлки, щётки, раскататели, стряхиватели ударного типа, эластичные битеры, качающиеся ролики, вращающиеся диски с гребёнками, державки с эластичными пластинами, пластины с прорезями, эластичные стержни, активаторы вибрационные, роторы с упруго-эластичными лопастями, гибкие лепестки в виде ромашки, эластичные копирующие щётки и комбинированные рабочие органы.

В качестве счёсывателей в основном применяются зубья длиной 20...75 см, изготавливаемые из гибкого материала. Короткие зубья длиной 20...40 см производят из полимерного материала диаметром 6...10 мм, длинные зубья — из стальной пружинной проволоки диаметром 2...4 мм, которая покрывается полимерным эластичным материалом или резиной, пальцы длиной 5...20 см — из полимерного материала или резины круглого сечения диаметром 2...7 мм. Иногда счёсывающие пальцы изготавливают из стальной пружинной проволоки различной длины и диаметра. Но они неперспективны в связи с тем, что при их работе происходит повышенное травмирование ботвы. Стряхиватели чаще всего производят из верёвки (бечёвки) круглого сечения длиной 25...70 см и диаметром 8...15 мм.

В Республике Беларусь исследователи из учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет» разработали действующую модель машины для сбора колорадского жука, на которой рабочими органами являются роторы с упруго-эластичными элементами. Диаметр ротора приблизительно равен двум длинам оси вращения ротора (длина оси вращения ротора несколько

больше половины средней высоты ботвы картофеля во время сбора колорадского жука). Рабочие элементы ротора выполнены в виде сплошных прямоугольных лопастей, расположенных вдоль оси вращающегося ротора, они имеют длину, приблизительно равную половине средней высоты ботвы картофеля во время сбора колорадского жука, и ширину, равную половине диаметра ротора [2].

Учёные П. В. Заяц и Э. В. Заяц сконструировали комбинированный агрегат для получения экологически чистого картофеля, в состав которого входят культиватор-окучник и машина для сбора колорадского жука с активными рабочими органами [3].

Среди пассивных рабочих органов для сбора колорадского жука наиболее эффективными являются сложные рассекатели в виде колокола, состоящие из центрального корпуса и частей усечённых конусов с различным диаметром. Такие рассекатели претерпели изменения, имея ту же общую форму колокола. Но центральная часть конуса овальная, остальные — усечённые конусы с различными диаметрами, выполненные полыми с вырезными окнами в верхней части [4].

Оригинальный рабочий орган представлен в виде закрытой с боков камеры, внутри которой размещены барабан с бичами, установленными на длине дуг, равной расстоянию между культурными растениями в рядке, и карманы в нижней части камеры из непроницаемого для насекомых и их личинок материала. Кромки карманов изготовлены из эластичного материала, плотно охватывающего нижние части растений [5].

Наиболее перспективными рабочими органами являются комбинированные, в частности, счёсывающе-вибрационные и счёсывающе-ударные с применением эластичных материалов для снижения травмирования ботвы. Для повышения полноты сбора будут применяться в основном щётки — горизонтальные, вертикальные и комбинированные с регулировкой углов наклона в различных направлениях в зависимости от сорта картофеля и периода его роста.

Рассмотрим подробную характеристику основных рабочих органов, их эффективность и применяемость (таблица 1).

Т а б л и ц а 1 — Достоинства и недостатки основных рабочих органов для сбора колорадского жука

Наименование основного рабочего органа	Степень полноты сбора	Уровень травмирования ботвы	Уровень сложности и металлоёмкости основного рабочего органа	Энергопотребление	Широта применяемости
Ударно-стряхивающие	Средняя	Высокий	Высокий	Среднее	Низкая
Счёсывающе-сгребающие	Средняя	Средний	Высокий	Среднее	Средняя
Стряхивающе-счёсывающие	Средняя	Средний	Высокий	Среднее	Средняя
Комбинированные счёсывающе-ударные	Высокая	Средний	Средний	Низкое	Средняя
Комбинированные счёсывающе-вибрационные	Высокая	Низкий	Средний	Низкое	Высокая

Заключение. Представленная классификация основных рабочих органов для сбора колорадского жука при выращивании экологически чистого картофеля характеризует развитие их конструкции в целях повышения полноты сбора насекомого, снижения травмирования ботвы, сложности и металлоёмкости основных рабочих органов и их энергопотребления. Наиболее перспективными основными рабочими органами являются комбинированные, например, счёсывающе-вибрационные, на которых установлены эластичные копирующие-регулируемые щётки как по месту расположения относительно ботвы картофеля, так и по амплитуде колебаний.

Список цитируемых источников

1. Бурдейко В. А., Шадид Ю. И. Перспективные методы и средства для сбора и уничтожения колорадского жука // Технологии, экономика и право: актуальные проблемы и инновации : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 20 нояб. 2014 г., Барановичи, Респ. Беларусь / редкол.: А. В. Никишова (гл. ред.), А. К. Гавриленя (отв. ред.) [и др.]. Барановичи : РИО БарГУ, 2014. С. 139—142.
2. Тележка для сбора колорадского жука [Электронный ресурс] : пат. U20070400 Респ. Беларусь, МПК А01М5/00 / В. К. Пестис [и др.] // База патентов Беларуси. URL: <http://bypatents.com/> (дата обращения: 10.09.2015).
3. Заяц П. В., Заяц Э. В. Комбинированный агрегат для получения экологически чистого картофеля // Сельское хозяйство — проблемы и перспективы : сб. науч. тр. : в 4 т. Гродно : ГГАУ, 2006. Т. 1. Сельскохозяйственные науки (агрономия). С. 185—191.
4. Устройство для сбора колорадского жука [Электронный ресурс] : пат. 2202883 Рос. Федерация, МПК 7 А01М 5/04 / Н. В. Бышов [и др.] // Информ. портал рос. изобретателей. URL: <http://bankpatentov.ru/> (дата обращения: 10.09.2015).
5. Устройство механического сбора вредных насекомых, их личинок или семян [Электронный ресурс] : пат. 2390127 Рос. Федерация, МПК А01М5/04 / В. А. Парамошко // Нац. цифровой ресурс «Руконт». URL: <http://rucont.ru/> (дата обращения: 10.09.2015).

М. Давиданс,

магистр инженерных наук

Латвийский сельскохозяйственный университет, Елгава, Латвия

Л. Липиньш,

доктор технических наук

Латвийский сельскохозяйственный университет, Елгава, Латвия

Р. Латвелис,

бакалавр инженерных наук

Латвийский сельскохозяйственный университет, Елгава, Латвия

ОБОСНОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПЛОТНОСТИ КОЛОТЫХ ДРОВ

Коэффициент плотности укладки дров в контейнер зависит от длины поленьев и способа укладки. Установлен размер коэффициента плотности.

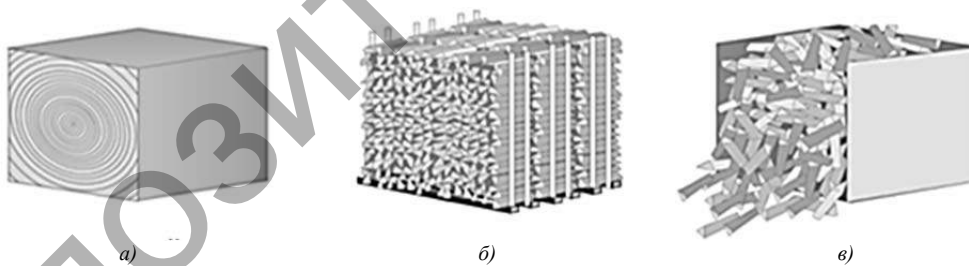
The wood density coefficient during to loading firewood in containers depends on the length and type of the stack. Determined density factor.

Введение. Реализация колотых дров для бытового потребления и нужд энергетики постоянно растёт, так как это возобновляемый природный ресурс. Однако в розничной, мелкооптовой и оптовой торговле применяются различные коэффициенты плотности продаваемых дров, что вызывает разногласия между продавцом и покупателем.

Цель работы — изучить тенденции изменения коэффициента плотности колотых дров в зависимости от длины поленьев и вида укладки в упаковку, одновременно уточнить величину коэффициента и предложить коэффициент перевода в весовую единицу измерения.

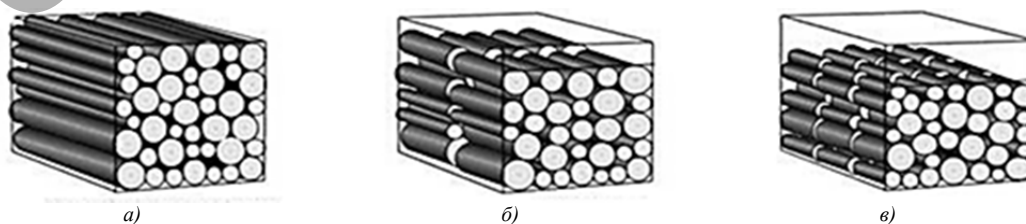
Основная часть. Приблизительно 20% стволовой древесины после лесозаготовки является дровяной, условно подразделяемой на три группы: технологическая, дровяная и бытовая. Технологическая древесина используется как сырьё для производственных нужд, дровяная — энергетических нужд, бытовая — для копчения, индивидуального и каминного отопления. Дровяная и древесина для индивидуального отопления по теплоотдаче подразделяются на три группы: высшая — твердолиственные древесные породы, берёза и лиственница; средняя — сосна и ольха; низшая — ель, осина, тополь, ива, липа [1].

В Латвии дрова замеряются объёмным складным кубометром, т. е. в этом объёме не только древесина, но и воздух (рисунок 1) [2]. Доказано, что с уменьшением длины поленьев плотность складываемости увеличивается (рисунок 2).



а — плотный; б — складной; в — насыпь

Рисунок 1 — Виды укладки поленьев по плотности [3]



а — 1,00 м; б — 0,50 м; в — 0,33 м

Рисунок 2 — Изменение плотности укладки поленьев в зависимости от их длины [4]

Т а б л и ц а 1 — Коэффициент пересчёта объёма складного кубометра дров в плотный кубометр

Длина поленьев	Круглые		Колотые	Смешанные
	тонкие	средние		
0,25	0,75		0,80	0,76
0,33	0,72		0,78	0,74
0,50	0,69		0,75	0,71
0,75	0,65		0,72	0,69
1,00	0,63		0,70	0,68

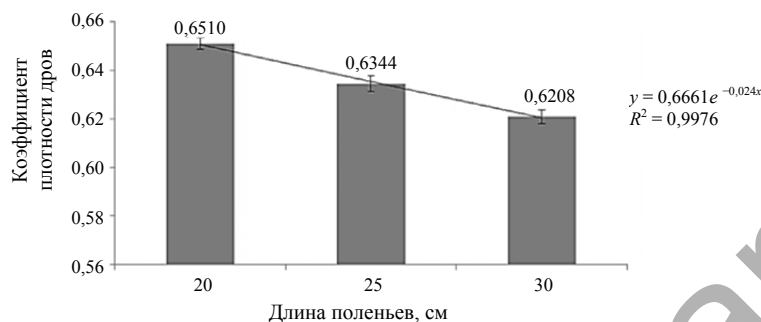


Рисунок 3 — Коэффициенты плотности дров в зависимости от длины

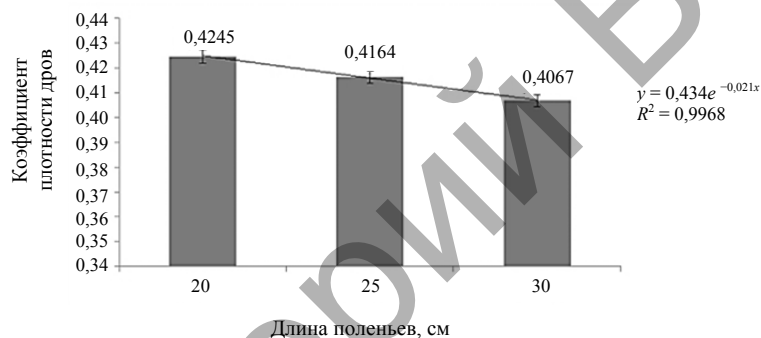


Рисунок 4 — Коэффициенты плотности дров в контейнере

Например, в Финляндии 1 плотный кубометр дров приравнен к 1,5 складного кубометра или 2,5 насыпного кубометра поленьев дров. Эти коэффициенты рекомендованы для всех длин поленьев. В России до сих пор используют межгосударственный стандарт, утверждённый в 1989 г., где дрова распределены на три группы: круглые (тонкие 3...10 см в диаметре, средние 10...14 см), колотые, смешанные (40% кругляк, 60% колотые) [5] (таблица 1).

В проделанной работе определены коэффициенты объёмности для поленьев длиной 20, 25 и 30 см. Точный объём поленьев определён методом их погружения в воду и учётом объёма вытесненной воды. Размеры контейнеров для 20-сантиметровых поленьев — 0,65 × 1,10 × 1,82 м; для 25-сантиметровых — 0,80 × 1,10 × 1,82 м; для 30-сантиметровых — 0,95 × 1,10 × 1,82 м. Представим полученные результаты коэффициентов плотности дров в зависимости от длины поленьев [7] (рисунок 3). Выполнив статистический анализ, установили, что полученные данные существенно отличаются, поэтому, проводя перерасчёт складных дров в плотные, необходимо учитывать длину поленьев.

Аналогичная ситуация наблюдается и в контейнерах с поленьями — с увеличением длины поленьев существенно уменьшается коэффициент плотности дров в контейнере (рисунок 4).

Заключение. На контейнеры дров со складными и насыпными поленьями влияют длина и размер поленьев, качество укладки, порода, влажность древесины, особенности раскряжёвки стволовой древесины и размер контейнера.

Список цитируемых источников

1. Ozoliņš A. Praktiskā koksne. Jelgava : Jumava, 2005. 92 lpp.
2. Meža likums [Electronic resource]. URL: <http://likumi.lv/doc.php?id=2825> (date of access: 08.03.2015).
3. Manual for firewood production [Electronic resource]. URL: http://www.biomassradecentre2.eu/data/upload/D5_5_Manual_firewood_production_biohousing.pdf (date of access: 14.03.2015).
4. New firewood trade practices, WP4.3 (D11) [Electronic resource]. URL: http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/quality_wood_new_firewood_trade_practices.pdf (date of access: 10.04.2015).
5. ГОСТ 3243-88. Дрова. Технические условия. Введ. 01.01.90. М. : ИПК издательство стандартов, 1989. 6 с.
6. Arhipova L., Balaža S. Statistika ekonomika. Risinājumi ar SPSS un Microsof Excell. Rīga: Datorzinību centrs, 2003. 352 lpp.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА АКТИВНОСТЬ ОСОБЕЙ В ПОПУЛЯЦИИ *SUCCINEA PUTRIS* (L.) (GASTROPODA, SUCCINEIDAE)

Было установлено, что активные особи *Succinea putris* присутствуют в популяции в том случае, если температура воздуха не превышает 26°C, а влажность воздуха выше 60%. Максимальное количество активных особей наблюдается при температуре воздуха 8°C и влажности воздуха 100%.

It has found, that active specimens of *Succinea putris* are presents in population in case, when air temperature is not lager then 26°C and air humidity is lager then 60%. In case air temperature is 8°C and air humidity is 100%, the quantity of active *Succinea putris* is maximal.

Введение. Моллюск *Succinea putris* широко распространён по территории всей Евразии [1]. В Беларуси данный вид обитает во влажных биотопах, в основном на пойменных и низинных лугах, где нередко занимает доминирующее положение [2]. В настоящее время биология *Succinea putris* достаточно активно изучается, что связано не только с широким распространением данного вида моллюсков, но и с тем, что он является промежуточным хозяином сосальщика *Leucochloridium paradoxum*. Данный вид сосальщика способен заражать широкий спектр видов птиц, в том числе и сельскохозяйственных [3]. Принято считать, что птицы заражаются *Leucochloridium paradoxum*, склёвывая янтарок, в щупальцах которых находятся спороцисты данного паразита, формой и окраской напоминающие гусениц. Очевидно, что интенсивность заражения птиц будет зависеть и от количества активных особей янтарок, так как неактивные моллюски прячутся в подстилке и на растениях, где недостижимы для птиц.

Цель данной работы — изучить влияние температуры и влажности воздуха на долю активных особей в популяции *Succinea putris*.

Основная часть. Исследования популяции *Succinea putris* проводились на низинном лугу в окрестностях д. Кургановка Борисовского р-на Минской обл. (54°16'55,9"N—28°41'19,0"E).

Травяной покров данного биотопа состоит, главным образом, из бодяка (*Cirsium vulgare* (L.)), крапивы (*Urtica dioica* (L.)) и мятлика (*Poa sp.*).

Наблюдение за активностью моллюска проводились в течение лета 2013 и 2014 гг. с периодичностью пять раз в сутки с 7 до 24 часов. Всего было осуществлено 250 наблюдений, во время которых измерялись температура и влажность воздуха на высоте 10...30 см от поверхности почвы. Активными считались не только передвигающиеся моллюски, но и неподвижные особи с расправленными глазами щупальцами.

Изученный диапазон температуры и влажности воздуха был разбит на классовые интервалы, при этом величина классового интервала для температуры составила 2°C, а для влажности воздуха — 5%. Присутствие активных особей *Succinea putris* наблюдается в диапазоне температур 8...28°C и относительной влажности воздуха 100%. Установлено, что особи данного вида моллюсков предпочитают относительно низкую температуру: максимальное число активных *Succinea putris* наблюдается при температуре 8°C. При дальнейшем повышении температуры количество активных моллюсков начинает постепенно снижаться (рисунок 1, а).

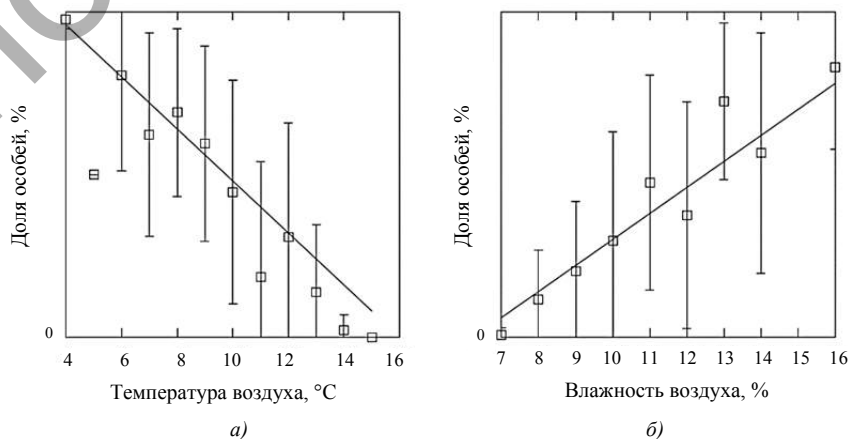


Рисунок 1 — Доля активных особей *Succinea putris* в популяции в зависимости от температуры (а) и влажности (б) воздуха

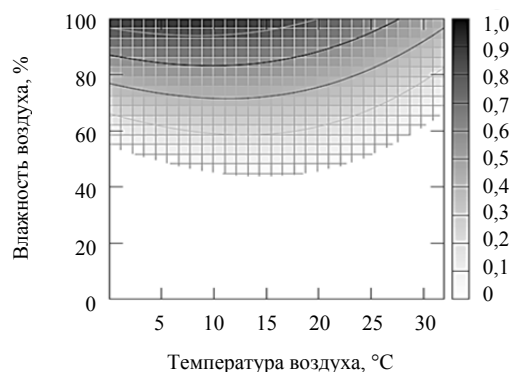


Рисунок 2 — Доля активных *Succinea putris* при различных сочетаниях температуры и влажности воздуха

Активность *Succinea putris* начинается при достаточно высокой влажности воздуха — 60% (см. рисунок 1, б).

При повышении температуры изменение доли активных особей изменяется согласно уравнению регрессии $y = -0,08x + 1,28$, а при повышении влажности — уравнению $y = 0,08x - 0,5$.

Влажность воздуха влияет на активность *Succinea putris* в большей мере, чем температура. Так, степень связи между влажностью воздуха и долей активных особей в изученной популяции составляет 0,74, в то время как степень связи между долей активных особей и температурой составляет только -0,55.

С учётом того, что температура и влажность действуют на организм моллюска совместно, можно прогнозировать, как активность *Succinea putris* будет изменяться при различных сочетаниях данных факторов (рисунок 2).

Установлено, что активность янтарок практически не зависит от времени суток: степень связи между этими величинами составляет всего 0,16, а при условии достаточной влажности особи *Succinea putris* могут быть активными как днём, так и вечером.

Заключение. Присутствие активных особей *Succinea putris* наблюдается в популяции при температуре воздуха не выше 26°C и влажности — не ниже 60%.

Список цитируемых источников

1. Кантор Ю. И., Сысоев А. В. Каталог моллюсков России и сопредельных стран. М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2005. 627 с.
2. Земоглядчук К. В. Видовой состав наземных моллюсков фауны Беларуси // Вести Нац. акад. наук Беларуси. 2009. № 5 (4). С. 105—108.
3. Атаев Г. Л., Токмакова А. С. Сезонные изменения в биологии *Leucochloridium paradoxum* (Trematoda, Leucochloridionophidae) // Паразитология. 2015. Т. 49. С. 200—207.

УДК 631.6.02

А. В. Каштальян, Т. Р. Прихач

Обособленное структурное подразделение «Ляховичский государственный аграрный колледж» учреждения образования «Барановичский государственный университет», Ляховичи

ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ — АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Статья посвящена актуальной сегодня проблеме угрозы эрозии почвы в Беларуси. Основное внимание в работе акцентируется на вреде, приносимом эрозией окружающей среде и сельскому хозяйству. Авторы раскрывают факторы, влияющие на интенсивность протекания эрозионных процессов, выделяют и описывают комплексные мероприятия по снижению эрозии почв.

This article is devoted to the actual problem for today about the threat of erosion in Belarus. The main attention points out the damage of erosion for the environment and the offered harm in agriculture. The authors describes factors which influence on the intensity of the flow of erosion and points out and describes comprehensive measures to reduce soil erosion.

Введение. Почва — уникальный природный ресурс, благодаря которому живут и развиваются нации. Каждая страна имеет свою сокровищницу почв, вод, минералов, растений, животных. И от того, насколько разумно мы будем пользоваться этими глобальными ресурсами, зависит наше жизненное устройство [1]. Почва является важнейшим компонентом экологических систем суши и биосферы

в целом, одним из наиболее ценных, универсальных и незаменимых природных ресурсов на планете, поэтому её нужно бережно использовать, снижая ветровую и водную эрозию [2].

Эрозия почвы (лат. *erodere* — разъедать) — процесс разрушения почвенного покрова и сноса его частиц потоками воды (водная эрозия) или ветром (ветровая эрозия, дефляция) [3]. В естественных условиях эрозия почв происходит постоянно, но, как правило, медленно и не принимает угрожающих размеров. В результате же неправильного хозяйственного воздействия человека на почвенный покров она может резко усилиться и нанести большой ущерб не только сельскому, но и всему народному хозяйству. Эрозия почвенного покрова (водная и ветровая) является наиболее значительным видом деградации земель на территории Беларуси и представляет серьёзную экологическую проблему. Общая площадь эродированных земель составляет 556 тыс. га, из них водной эрозии подвержено 85%, ветровой — 15%. Кроме этого, 2 108,2 тыс. га (41,2%) пахотных земель относятся к эрозионно-опасным землям, которые при нерациональном использовании могут быть вовлечены в процессы эрозии [4]. Проявление эрозионных процессов в стране имеет региональные особенности: в южной части преобладают процессы ветровой эрозии, в северной и центральной — водной [5].

Основная часть. В сельском хозяйстве эрозии почвы способствуют естественные физические силы (вода и ветер) или сельскохозяйственная деятельность (обработка почвы). Эрозия почвы (независимо от причины возникновения: воды, ветра или обработки) включает в себя три отдельных действия — отделение, движение и смещение почвы. Верхний плодородный слой почвы, который характеризуется высоким содержанием органических веществ, перемещается (смывается или сдувается) в другое место, где накапливается с течением времени, или «за пределы участка», тем самым изменяя состав и структуру почвы. Эрозия почвы уменьшает площадь пахотных земель, снижает их плодородие и способствует загрязнению прилегающих водных объектов, болот и озёр, ухудшает качество поверхностных и грунтовых вод, негативно влияет на биологическое разнообразие водных и околосредовых экосистем [6]. Эрозия почвы может проходить как медленно, относительно незаметно, так и быстро, в результате чего происходят серьёзные потери верхнего слоя. Почвы становятся уплотнёнными, с малым содержанием органического вещества, теряется структура и плодородие. Засоление и кислотность также являются серьёзными условиями эрозии почвы.

Американский исследователь Л. Браун отмечает, что для обновления 2,5 см почвы требуется от 200 до 1 000 лет. Этот тонкий слой является основой цивилизации. Его глубина, как правило, составляет 15 см. Он формировался многие годы и даже в течение целых геологических эпох. Тогда темпы образования почвы превышали темпы эрозии. Но примерно с прошлого века эрозия стала происходить быстрее, чем темпы формирования почвы, по мере роста численности населения, а также численности животных. Никто особо не обращает на это внимание, поскольку эффект от деградации почвы становится заметен не сразу. Профессор Д. Пиментел из Корнельского университета указывает, что за 25 лет утрата слоя почвы достигает 2,5 см, а на восстановление в природных условиях потребуется 500 лет [7]. Эрозия почвы ведёт к снижению урожайности, потому что теряются питательные вещества, органика и вода. Водная и ветровая эрозии почв наносят существенный экономический и экологический ущерб. Потери урожая основных сельскохозяйственных культур на эродированных землях составляют (в зависимости от степени эродированности): для зерновых культур 12...40, льна — 15...40, многолетних трав — 5...30, пропашных — 20...60% [8]. Причинами деградации почв и потерь их для нужд сельского хозяйства являются, прежде всего, нерациональное, бесхозяйственное использование земель в самом сельском хозяйстве и широкомасштабное загрязнение их токсикантами промышленного происхождения.

Особенно актуальной стала проблема эрозии почв на осушенных землях Белорусского Полесья. Бесснежная зима 2014—2015 гг. и сухая весна 2015 г. способствовали иссушению почвы, развитию ветровой эрозии и деградации торфяных почв, супесей и лёгких суглинков. В течение весны ветровой эрозии были подвержены сельскохозяйственные посевы Столинского, Пинского, Лунинецкого и Ганцевичского р-нов. Проростки на многих посевах озимых культур были вырваны, у растений была иссушена корневая система, а посевы были засыпаны мелкими частицами почвы. На некоторых посевах столовой свёклы (на обширных открытых площадях) наблюдалось выдувание семян. На полях сильно проявлялась ветровая эрозия в виде пыльных бурь. В настоящее время на Полесье такие явления стали отмечаться всё чаще, особенно на мелиорированных торфяниках и вырубленных участках, испытывающих дефицит воды.

Факторы, влияющие на интенсивность протекания эрозионных процессов:

- тип и физико-химические свойства почвы. Особенно подвержены эрозии пылевидные почвы (лёссы), сыпучие и рыхлые пески, мелиорированные торфяники;
- рельеф. Наиболее подвержены водной эрозии участки со склоном более 4%, ветровой — большие ровные пространства;
- интенсивность и распределение осадков (ливневые дожди — 10...50 мм / ч) влияют на интенсивность водной эрозии, отсутствие растительного покрова — на интенсивность ветровой эрозии;
- особенности функционального использования земель (вырубка кустарников и лесных угодий, обработка полей вдоль склонов, проведение мелиоративных мероприятий) [9].

Приведём комплексные мероприятия по снижению эрозии почв:

1) использование современных методов исследования территорий, подверженных эрозионным процессам (традиционных — аналитические данные полевых обследований; дистанционных — аэрофотоснимки и космическая информация высокого разрешения, получаемая с искусственных спутников Земли, таких как Terra (Aster), Ikonos, QuickBird, ALOS и др.) [10];

2) рациональное и экологически безопасное использование почвенных ресурсов на эрозионно-опасных участках. Из оборота пашни исключаются сильноэродированные земли, они отводятся под залужение или облесение;

3) сохранение и восстановление нарушенных болот является одним из приоритетных направлений борьбы с деградацией земель в Беларуси. К настоящему времени проведены работы по повторному заболачиванию на торфяных месторождениях в разных зонах Беларуси с общей площадью свыше 30 тыс. га [11];

4) использование сплошной растительности или возделывание культуры в противоэрозионных севооборотах, в состав которых входят многолетние травы, озимые культуры, бобовые в смеси с травами. Хорошо развитый сомкнутый покров из культурных растений скрепляет корневой системой верхний, подверженный размыву, горизонт почвы. Наиболее надёжная защита почв обеспечивается многолетними травами. На втором месте стоят озимые, которые, хорошо раскустившись к осени, оберегают почву от эрозии в течение всего вегетационного периода. На третьем — яровые зерновые, защищающие почву со второй половины весны до уборки урожая. Подсевные культуры создают более густой надпочвенный покров, а после уборки основных культур, развивая свою надземную массу, охраняют почву от смыва, служат дополнительным источником кормов для скота и хорошим зелёным удобрением. Сидераты лучше не запахивать, а оставлять на зиму в виде мульчи. Очень важно сводить к минимуму периоды, когда почва не занята растительностью, и не вводить в севообороты пропашные культуры;

5) почвозащитная обработка: вспашка поперёк склона, обработка с сохранением на поверхности почвы стерни, растительных остатков (безотвальное рыхление чизельными плугами, дискаторами), бороздование, щелевание, кротование, послепосевное прикатывание кольчато-шпоровыми катками;

6) агротехнические мероприятия: совершенствование структуры севооборотов; увеличение внесения на эродированных почвах органических удобрений на 20...30%; разработка и внедрение систем органического земледелия; создание плантаций голубики узколистной на выбывших из эксплуатации верховых торфяниках (голубика узколистная является видом, способствующим восстановлению плодородия бросовых земель, давая высокие урожаи на выработанных верховых торфяниках) [12];

7) лесомелиоративные противоэрозионные мероприятия: посадка полезащитных лесополос, создаваемых поперёк направления господствующих ветров; санитарно-оздоровительные мероприятия по уходу за уже созданными защитными лесными насаждениями [13].

Заключение. Интенсивные методы ведения аграрного производства предусматривают не «выколачивание денег с земли», а грамотное и рациональное использование почвы как одного из наиболее ценных природных ресурсов на планете. Лишённый плодородных земель человек становится зависимым от технологий, импорта и полностью от тех, кто владеет источниками питания. Земля и её важнейший компонент — почвы — являются основным национальным природным богатством Беларуси, от эффективности использования и охраны которого во многом зависит социально-экономическое благополучие и экологическая ситуация в стране.

Список цитируемых источников

1. Шульц П., Ягла М. Эрозия — актуальная проблема деградации почв // Наше сел. хоз-во. 2015. № 5. С. 89—92 ; Плодородие почв Беларуси и его оценка / Г. С. Цытрон [и др.] // Наше сел. хоз-во. 2015. № 5. С. 85—88.
2. Куликов Я. К. Агроэкология : учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2012. 319 с. ; Шульц П., Ягла М. Эрозия — актуальная проблема деградации почв // Наше сел. хоз-во. 2015. № 5. С. 89— 92.
3. Земледелие : учеб. / П. И. Никончик [и др.] ; под ред. П. И. Никончика, В. Н. Прокоповича. Минск : ИВЦ Минфина, 2014. 584 с.
4. Куликов Я. К. Агроэкология : учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2012. 319 с. ; Стратегия по реализации Конвенции Организации Объединённых Наций по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьёзную засуху или опустынивание, особенно в Африке [Электронный ресурс]. URL: <http://www.levonevski.net/pravo/razdelb/text948/index.html> (дата обращения: 03.09.2015).
5. Куликов Я. К. Агроэкология : учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2012. 319 с.
6. Там же.
7. Эрозия почвы и проблема голода [Электронный ресурс]. URL: <http://tv.sb.by/agro-info-analitika/article/eroziya-pochvy-i-problema-goloda.html> (дата обращения: 03.09.2015).
8. Земледелие : учеб. 584 с.
9. Земледелие : учеб. / П. И. Никончик [и др.] ; под ред. П. И. Никончика, В. Н. Прокоповича. Минск : ИВЦ Минфина, 2014. 584 с. ; Шульц П., Ягла М. Эрозия — актуальная проблема деградации почв // Наше сел. хоз-во. 2015. № 5. С. 89— 92.
10. Стратегия по реализации Конвенции Организации Объединённых Наций по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьёзную засуху или опустынивание, особенно в Африке [Электронный ресурс]. URL: <http://www.levonevski.net/pravo/razdelb/text948/index.html> (дата обращения: 03.09.2015).

11. Земледелие : учеб. 584 с.
12. Стратегия по реализации Конвенции Организации Объединённых Наций по борьбе с опустыниванием ... [Электронный ресурс].
13. Волосович П. И., Усанова Е. Н. Состояние защитных лесных насаждений на эродированных и эрозивноопасных почвах Беларуси // Почвоведение и агрохимия. 2014. № 2. С. 86—93 ; Куликов Я. К. Агрэкологія : учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2012. 319 с.

УДК 636.087.7

И. В. Новожилова,

кандидат сельскохозяйственных наук

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ТЕЛЯТ

В данной статье представлены результаты исследований о влиянии добавки с пробиотиком на организм новорождённых телят, на основании которых установлено, что добавка с пробиотиком способствует увеличению живой массы, среднесуточного прироста, снижению заболеваемости и повышению сохранности. Установленная дозировка 10 г / гол. в сутки является оптимальной и эффективной.

This article presents the results of studies on the effect of probiotic supplements on the organism of newborn calves, on which basis it is established that probiotic supplementation increases live weight, average daily gain, reduce morbidity and increase safety. Established a dosage of 10 g / head per day is optimal and effective.

Введение. Сбалансированное питание важно не только для людей, но и для животных. Без правильно подобранного рациона для животных трудно представить успешное развитие сельского хозяйства. Поэтому важным фактором является создание оптимальных условий для нормального функционирования организма, где одним из ключевых моментов становится правильное и сбалансированное кормление животных [1]. В современном мире это достигается путём создания и применения различных кормовых добавок, премиксов, инъекционных препаратов и др. Данные кормовые препараты, которые стабилизируют пищеварение, разделяют на несколько подгрупп: антибиотики, ферменты (энзимы), пробиотики, пребиотики. Все они разные по своему составу и происхождению, но их объединяет общее влияние на микроорганизмы, живущие внутри пищеварительной системы животных [2].

Пробиотики — кормовые добавки, которые оказывают положительное влияние на организм животного, иммунитет, способствуют нормализации пищеварения, биологического статуса, повышению продуктивности [3]. При их применении снижается заболеваемость. Количество ветеринарных обработок становится минимальным, следовательно, снижаются материальные издержки. Пробиотики улучшают переваримость корма, имеют выраженные ферментативные и протеолитические свойства. Их часто рекомендуют вместо антибиотиков для вытеснения патогенных микроорганизмов.

Были проведены исследования в области дальнейшего изучения влияния кормовых добавок, содержащих пробиотик, на рост и развитие телят.

Основная часть. Исследования проводились на базе ПКУП «Совхоз Сморгонский» Сморгонского р-на Гродненской обл. Для этого было сформировано две группы телят в возрасте 0...30 дней: контрольная и опытная. Телята контрольной группы получали только кормовую добавку (10 г / гол. в сутки) вместе с основным рационом. Телятам опытной группы дополнительно к основному рациону вносилась кормовая добавка в комплексе с пробиотиком (10 г / гол. в сутки) в течение 30 дней.

Продуктивность изучалась путём индивидуального взвешивания телят в начале и конце опыта, на основании которого были вычислены среднесуточный прирост, масса всей группы на начало и конец месяца, валовой прирост за период скармливания.

Во время проведения опыта фиксировались все случаи заболевания и падежа животных. Заболеваемость телят определялась путём остаточного сопоставления числа всех животных по группам с числом заболевших.

В процессе проведения исследований были изучены зоотехнические и экономические показатели (таблица 1).

Использование комплексной витаминно-минеральной добавки с пробиотиком способствовало активизации иммунных факторов защиты организма, снижению затрат кормов на 1 кг прироста и стимулировало более высокую жизнеспособность новорождённых телят.

Т а б л и ц а 1 — Производственные показатели при применении пробиотика в рационе новорождённых телятах

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Количество животных в группе, гол.	15	15
Продолжительность опыта, дней	30	30
Средняя масса 1 гол. в начале производственной проверки, кг	35,4	40,1
Масса группы в начале производственной проверки, кг	531 000	641 600
Средняя масса одной головы в конце производственной проверки, кг	51,5	69,2
Среднесуточный привес, г	537	970
Масса группы в конце производственной проверки, кг	772,7	1 107,2
Валовой прирост за период скармливания, кг	241,6	465,6
Количество дополнительной продукции, кг	—	224
Стоимость полученной продукции, белорус. р.	11 729 586	16 507 296
Стоимость дополнительной продукции, белорус. р.	—	5 077 710
Заболееваемость, гол.	10	2
Падёж, гол.	1	0
Количество затраченных средств на лечение, тыс. белорус. р. / гол.	963 250	15 300
Сохранность голов, %	94,4	100
Стоимость добавки с пробиотиком, белорус. р. / кг	81 730	82 500
Количество добавки с пробиотиком за период производственной проверки на группу, кг	4 500	4 800
Стоимость добавки с пробиотиком за период производственной проверки на группу, белорус. р. / т	367 785	396 000
Стоимость добавки с пробиотиком за период производственной проверки на 1 гол., белорус. р. / т	—	24 750
Средняя реализационная цена 1 кг телятины, белорус. р.	15 180	15 180
Себестоимость 1 кг привеса, белорус. р.	17 263	17 263
Дополнительная прибыль на группу, белорус. р.	—	4 681 710
Экономический эффект на 1 гол., белорус. р.	—	292 607
Окупаемость на 1 белорус. р. затрат, белорус. р.	—	11,8

Исследования показали, что большей интенсивностью роста в период опыта обладали телята опытной группы, получавшие добавку в комплексе с пробиотиком. Среднесуточный прирост живой массы в данной группе составил 970 г, что на 433 г (80,6%) больше, чем в контрольной группе. Экономический эффект от применения добавки с пробиотиком составил 292 607 белорус. р. на 1 гол., что обеспечило окупаемость на 1 белорус. р. затрат — 11,82 белорус. р.

При сравнении средней живой массы, среднесуточного прироста, сохранности, заболеваемости установлено, что доза 10 г / гол. в сутки для новорождённых телят является оптимальной, эффективной и экономически целесообразной.

Заключение. Создание прочной кормовой базы — это не только увеличение производства и повышение качества кормов разных видов, но, прежде всего, внедрение высокоэффективных способов и средств их производства, усовершенствование состава путём дополнительного введения витаминно-минеральных, биологически активных веществ, способствующих высокой усвояемости кормов и обеспечивающих их рациональное использование. В связи с этим проведение исследований в данной области всегда актуально и необходимо, полученные положительные результаты обеспечивают успех в содержании и кормлении животных, тем самым способствуя экономической стабильности сельского хозяйства.

Список цитируемых источников

1. Кормление сельскохозяйственных животных : учеб. пособие / В. К. Пестис [и др.]. Минск : ИВЦ Минфина, 2009. 540 с.
2. Корма и биологические активные кормовые добавки для животных / Н. В. Мухина [и др.]. М. : КолосС, 2008. 271 с.
3. Ройт А. Основы иммунологии. М. : Мир, 1991. 328 с.

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

В данной статье рассмотрены вопросы совершенствования технологии выращивания земляники садовой в Беларуси. Особое внимание обращается на особенности технологического процесса производства рассады frigo. Проанализированы преимущества новой технологии и характерные особенности её использования.

The article is concerned with issues of improving the technology of cultivating the strawberry in Belarus. Much attention is given to the peculiarities in production process of seedling frigo. Advantages of new technology and outstanding characteristics of using are analyzed.

Введение. Земляника садовая — одна из самых популярных ягодных культур, выращиваемых в Беларуси. Ягоды земляники садовой являются прекрасным сырьём для перерабатывающей промышленности и домашнего консервирования (варенье, повидло, джем, мармелад, вино, соки, йогурты, свежемороженые ягоды, ягоды в герметичной упаковке). Земляника — первая ягода сезона, её охотно покупают даже по достаточно высоким ценам. Для многих фермерских хозяйств и сельскохозяйственных предприятий эта культура стала хорошей возможностью для развития бизнеса, так как она имеет ряд преимуществ. Она скороплодная, отличается от других ягодных культур ранним созреванием, высокой урожайностью, может расти в различных почвенно-климатических условиях и позволяет быстро окупать затраты на выращивание [1].

Привыкнув к тому, что ароматная ягода попадает на наш стол в основном в июне, немногие знают, что в условиях Беларуси можно получать урожай в разные сроки, а при желании — круглогодично. Добиться этого можно, используя рассаду frigo и современные сорта, разные по срокам созревания, сбалансированные по вкусу и содержанию биологически активных веществ, с плотной мякотью, хорошо транспортируемые и дающие качественные плоды [2].

Рассада frigo — это однолетние саженцы земляники садовой с открытой корневой системой в замороженном состоянии, необходимые при закладках промышленных плантаций. От посадки такой рассады до начала плодоношения саженцев проходит 8...10 недель (приблизительно 65 дней).

Время получения урожая можно планировать в зависимости от потребности, высаживая саженцы в любое время в грунт или под укрытие. В последующие годы растение плодоносит уже в обычный срок, присущий определённому сорту. Данная технология хранения растений frigo является уже давно обычным делом для Западной Европы и приобретает всё большую популярность у нас [3]. Это даёт возможность управлять сроками получения урожая, а также планировать его. Так, например, помня о том, что первые ягоды появляются через 8...10 недель после посадки frigo, нетрудно подсчитать, что, посадив саженцы в июне, урожаем можно получать в августе—сентябре и т. д.

Основная часть. Технология производства рассады frigo включает несколько этапов. Вначале в лаборатории *in vitro* (в пробирке) получают посадочный материал, который высаживается на поля и выращивается до ноября. Затем растения извлекают из почвы, удаляют листья, что придаёт необычный внешний вид. По сути, остаётся только мощная корневая система и пара сантиметров стебля (3...4 см). После рассаду сортируют в зависимости от сорта и размера рожка, укладывают в ящики с целлофановыми мешками и помещают в холодильную камеру, где она замораживается и хранится при строго определённой температуре. Когда розетки, находящиеся в состоянии покоя, будут высажены в землю, они бурно пойдут в рост, и вся накопленная энергия начнёт работать на урожай. Кроме того, своевременный рост саженцев после посадки позволяет безопасно применять гербициды [4].

Рассада земляники садовой frigo является растением более усовершенствованным, приспособленным, отвечающим требованиям потребителя и технологического развития.

В результате проведённых исследований по комплексу хозяйственно ценных признаков (зимостойкость, общее состояние растений, урожайность, крупноплодность) в Государственный реестр сортов для производства рассады frigo включены сорта земляники садовой: Вима Занта, Вима Гарда, Вима Ксима, Кимберли [5].

Рассмотрим преимущества технологического процесса производства рассады frigo по сравнению с традиционными зелёными саженцами:

– возможность управляемого выращивания земляники садовой во внесезонное время, которое производитель считает оптимальным в экономическом или агротехническом отношении. Если ранее рассаду земляники садовой можно было сажать только весной и осенью, то технология frigo позволяет выбирать период посадки с апреля по август. При наличии холодильного оборудования высаживать рассаду можно практически круглогодично как в теплицах, так и в открытом грунте;

– хранение рассады в охлаждённом состоянии позволяет предупредить преждевременную растрату саженцами энергии, необходимой им впоследствии для роста в грунте, следствием чего является прекрасное (практически 100%) укоренение рассады после посадки, а также избежание риска зимнего вымерзания;

– удобная, нетрудоёмкая транспортировка (рассаду можно поставлять в больших объёмах на длительное расстояние, при этом не нужно беспокоиться о повреждённых при перевозке корневой системе и листьях);

– соответствие рассады существующим стандартам. Полученный в лаборатории посадочный материал является изначально чистым от болезнетворных микроорганизмов и вредителей, что способствует его дальнейшей устойчивости к болезням и частичной экономии материальных затрат на средства защиты;

– ценовая политика на ягоды [6].

Ягоды можно выращивать в закрытом и открытом грунтах. В Китае ягоды выращивают в теплицах на уровне пола. В странах Европы и Америки — либо в пакетах с искусственно созданным питательным субстратом, которые выкладываются на гребни, либо с использованием гидропонии, когда рассада помещается в пластиковые короба с наполнителем (вермикулит, кокосовое волокно и др.), питательные вещества в который подаются с помощью растворов автоматически.

Заключение. Технология производства рассады frigo и использование новых сортов земляники садовой дают белорусским производителям уникальный шанс получить отличные урожаи и избавиться от импортирования. На территории Беларуси данную культуру выращивает и реализует ООО «БелАгриПлантс».

Список цитируемых источников

1. Витновский В. Л. Земляника в странах мира // Плодовые растения мира. М. : Лань, 2003. С. 304—314 ; Гусакова Н. В. Клубничный эксклюзив: витамины круглый год // Хозяин. 2013. № 8. С. 8—10.
2. Клакоцкая Н. В. Результаты сортоизучения земляники садовой в условиях Беларуси // Плодоводство : науч. тр. / РУП «Институт плодородия»; редкол. : В. А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. Самохваловичи, 2008. Т. 20. 398 с.
3. Всё о frigo рассадe [Электронный ресурс]. URL: <http://klubnika.eto-ya.com/vse-o-frigo-rassade/> (дата обращения: 11.09.2015).
4. Гусакова Н. В. Клубничный эксклюзив: витамины круглый год // Хозяин. 2013. № 8. С. 8—10.
5. Клакоцкая Н. В. Результаты сортоизучения земляники садовой в условиях Беларуси ; Рассада frigo [Электронный ресурс]. URL: http://belagriplants.ru/?245_2 (дата обращения: 11.09.2015).
6. Рассада frigo [Электронный ресурс].

УДК 631.811.98:581.1:[633.11+633.14]

Е. М. Ритвинская

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

В. И. Кочурко,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

Е. Э. Абарова,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ

В статье приводятся результаты исследований за 2013—2015 гг. по изучению влияния на урожайность озимого тритикале сорта Прометей предпосевной обработки семян регуляторами роста. Установлено, что наиболее эффективной была обработка семян препаратами эпин плюс и агростимулин, которая обеспечила повышение урожайности на 5,8...7,4 ц / га.

The article presents the results of research for 2013—2015 to study the effects on the yield of winter triticale variety Prometej pre-sowing treatment of seeds by growth regulators. Found that the most effective was seed treatment with drugs epin plus and agrostimulin, which provided higher yields of 5.8 to 7.4 c / ha.

Введение. В Беларуси в последнее время значительно возрос интерес к озимому тритикале, которое превосходит по продуктивности другие зерновые культуры [1]. Для реализации потенциальной продуктивности высокоурожайных сортов озимого тритикале уже недостаточно обычных технологических приёмов; нужны такие элементы технологии, которые влияют на физиологические процессы

в растении, стимулируют процессы роста и развития, активизируют защитные реакции растений к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам внешней среды. Таким элементом технологии является применение регуляторов роста [2]. В настоящее время имеется широкий спектр отечественных и импортруемых физиологически активных веществ, оказывающих как стимулирующий, так и ингибирующий эффект на ростовые процессы. Однако количество регуляторов роста, зарегистрированных на озимом тритикале, ограничивается лишь несколькими препаратами [3].

Основная часть. Исследования проводились в учебно-полевом севообороте обособленного структурного подразделения «Ляховичский государственный аграрный колледж» учреждения образования «Барановичский государственный университет» в течение 2013—2015 гг. Объектом исследования служили семена и растения озимого тритикале сорта Прометей. В качестве регуляторов роста использовали эпин (эпибрассинолид, 0,25 г/л), эпин плюс (гомобрассинолид, 0,25 г/л), агростимулин (2,6-диметилпиридин-1-оксид, 25 г/л + комплекс биологически активных веществ, 1 г/л: фитогормоны ауксиновой и цитокининовой природы, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, полисахариды, аминокислоты, ионы биогенных микроэлементов) и эмистим С (комплекс биологически активных веществ, 1 г/л: фитогормоны ауксиновой и цитокининовой природы, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, полисахариды, аминокислоты, ионы биогенных микроэлементов). Предпосевная обработка семян регуляторами роста проводилась совместно с протравливанием препаратом скарлет. Регуляторы роста применяли в следующих дозах: эпин — 40 мл/т, эпин плюс — 40 мл/т, агростимулин — 10 мл/т, эмистим С — 10 мл/т. Расход рабочей жидкости — 10 л/т семян. Общая площадь делянки — 40 м², учётная — 25 м², повторность в опыте четырёхкратная. Почва участка дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая мореной, со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса — 2,7%, подвижных форм фосфора (P₂O₅) — 200 мг/кг, калия (K₂O) — 276 мг/кг, рН_{KCl} — 5,86. Предшественник — однолетние травы на зелёный корм. Обработка почвы, проведение работ по уходу за посевами — согласно отраслевого регламента. Учёт урожая — сплошной поделочный. Исследования проводились по общепринятым методикам закладки и проведения опытов [4].

Результаты полевых опытов показали, что регуляторы роста оказали существенное влияние на урожайность озимого тритикале сорта Прометей (таблица 1).

Предпосевная обработка семян препаратом эпин повышала урожайность зерна озимого тритикале в 2013 г. на 3,5 ц/га, в 2014 г. — на 2,3 ц/га, в 2015 г. — на 3,2 ц/га. В среднем за три года прибавка урожайности зерна в этом варианте составила 3,0 ц/га, что на 4,8% выше, чем в контрольном варианте. Обработка семян препаратом эпин плюс повышала урожайность зерна озимого тритикале по сравнению с контрольным вариантом в среднем за 2013—2015 гг. на 5,8 ц/га. Использование для предпосевной обработки регулятора роста эмистим С также было эффективным. Так, в 2013 г. прибавка урожайности зерна при его применении составила 4,1 ц/га, в 2014 г. — 2,0 ц/га, в 2015 г. — 2,3 ц/га, а в среднем за три года — 2,9 ц/га по сравнению с контролем.

Наиболее эффективным было применение стимулятора роста агростимулин, который в среднем за три года исследований повысил урожайность зерна озимого тритикале по сравнению с контрольным вариантом на 7,4 ц/га.

Для сравнения экономической эффективности использования регуляторов роста для предпосевной обработки семян озимого тритикале были рассчитаны производственные затраты на возделывание этой культуры, которые наряду с эксплуатационными затратами включали стоимость семян, минеральных удобрений, пестицидов и топлива. Экономическая эффективность определялась в соответствии с ценами, существующими в республике по состоянию на 1 января 2015 г. По нашим расчётам, производственные затраты на возделывание озимого тритикале изменялись по вариантам опыта в пределах 11 532...12 197 тыс. белорус. р./га (таблица 2).

Необходимо отметить, что использование всех исследуемых препаратов способствовало получению большего чистого дохода по сравнению с контрольным вариантом. При этом рентабельность в зависимости от применяемого регулятора роста увеличилась на 1,2...8,4%. Анализ основных показателей экономической эффективности показал, что наибольший чистый доход (5 172 тыс. белорус. р./га) был получен в варианте с использованием агростимулина. Рентабельность в этом случае составила 42,6%, а себестоимость производства зерна — 175 тыс. белорус. р./ц.

Т а б л и ц а 1 — Влияние предпосевной обработки регуляторами роста на урожайность озимого тритикале сорта Прометей

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	средняя	ц/га	%
Контроль	57,3	63,4	65,2	61,9	—	—
Эпин	60,8	65,7	68,4	64,9	3,0	4,8
Эпин плюс	62,5	68,2	72,3	67,7	5,8	9,4
Эмистим С	61,4	65,4	67,5	64,8	2,9	4,7
Агростимулин	63,8	70,1	74,1	69,3	7,4	12,0
НСР ₀₅	1,3	1,9	2,1	—	—	—

Т а б л и ц а 2 — Экономическая эффективность применения регуляторов роста

Показатель	Контроль	Эпин	Эпин плюс	Эмистим С	Агростимулин
Урожайность, ц / га	61,9	64,9	67,7	64,8	69,3
Прибавка урожая, ц	—	3,0	5,8	2,9	7,4
Стоимость продукции, тыс. белорус. р.	15 475	16 225	16 925	16 200	17 325
Производственные затраты, тыс. белорус. р. / га	11 532	11 984	12 197	11 807	12 153
Себестоимость продукции, тыс. белорус. р. / ц	186	185	181	182	175
Чистый доход (прибыль), тыс. белорус. р. / га	3 943	4 241	4 728	4 393	5 172
Уровень рентабельности, %	34,2	35,4	38,8	37,2	42,6

Заключение. В среднем за 2013—2015 гг. обработка семян регуляторами роста (эпин, эпин плюс, эмистим С и агростимулин) повышала урожайность зерна озимого тритикале сорта Прометей на 2,9...7,4 ц / га. Максимальная урожайность (67,7...69,3 ц / га) в среднем за три года была получена при обработке семян препаратами эпин плюс и агростимулин.

Применение регуляторов роста эпин плюс и агростимулин способствовало получению большего чистого дохода по сравнению с контрольным вариантом на 785...1 229 тыс. белорус. р. / га. Рентабельность при этом увеличилась на 4,6...8,4%, а себестоимость зерна уменьшилась на 3,2...5,9%.

Список цитируемых источников

1. Кочурко В. И., Абарова Е. Э. Оценка влияния совместного применения природных регуляторов роста и микроэлементов на продуктивность озимого тритикале в почвенно-погодных условиях южной зоны республики // Специалист XXI века : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию со дня образования ун-та, 4—5 июня 2014 г., г. Барановичи, Респ. Беларусь. Барановичи : РИО БарГУ, 2014. С. 179—181.
2. Деева В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях. Минск : Беларус. наука, 2008. 133 с. ; Ритвинская Е. М., Судник А. Ф., Сельманович В. Л. Особенности действия регуляторов роста на устойчивость и зерновую продуктивность тритикале (*Triticosecale* Wittm.) // Природ. среда Полесья и устойчивое развитие агропромыш. региона : материалы Междунар. науч. конф. Брест, 2012. С. 222—224 ; Ритвинская Е. М., Абарова Е. Э. Физиологические особенности действия биологически активных веществ на начальные этапы развития, устойчивость и зерновую продуктивность тритикале // Современные технологии сельскохозяйственного производства : материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. Гродно : ГГАУ, 2014. Ч. 1. С. 223—225.
3. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешённых к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, гос. учреждение «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» ; сост. Л. В. Плешко [и др.]. Минск : Промкомплекс, 2014. 626 с.
4. Дудук А. А., Мозоль П. И. Научные исследования в агрономии : учеб. пособие. Гродно : ГГАУ, 2009. 336 с.

УДК 621.431.7:631.3

И. И. Школко

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

АППАРАТНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТ ВОДЫ

В статье рассматривается вопрос аппаратной защиты топливной системы автотракторных двигателей от негативного воздействия воды, проведён анализ основных способов очистки топлива, представлена конструктивная схема работы мембранного топливного фильтра.

The article discusses the hardware protection of the fuel equipment automotive engines from the adverse effects of water, conducted analysis of the basic ways to clean fuel, represented by structural scheme of a membrane fuel filter.

Введение. Актуальность исследования подтверждается тем, что в процессе эксплуатации большая часть наиболее дорогостоящих узлов топливной аппаратуры автотракторных дизелей (топливного насоса высокого давления и форсунок) выходит из строя из-за работы на загрязнённом топливе. Наибольшее влияние на изнашивание прецизионных деталей топливоподающих систем оказывают такие загрязнения, как твёрдые механические частицы и мелкодисперсная вода. Повышение эксплуатационной надёжности двигателя и, следовательно, топливной аппаратуры является важной задачей тракторостроения. Процесс усовершенствования конструкций топливной аппаратуры дизелей идёт по пути оптимизации топливоподачи в целях достижения максимальной экономичности и снижения токсичности на всех режимах работы двигателя. Это вызывает необходимость интенсификации процесса

подачи топлива в цилиндры с повышением давления до 100...200 МПа, уменьшения зазоров в сопряжениях до 0,5 мкм, усложнения всей системы топливоподачи с введением электронного регулирования основных параметров впрыска в зависимости от нагрузки и частоты вращения коленчатого вала двигателя, ужесточения требований к стабильности работы топливной аппаратуры в течение всего срока службы. Проявляется тенденция к увеличению относительной стоимости топливоподающих систем в стоимости двигателя, следовательно, и всей машины в целом. Поэтому для повышения эксплуатационной надёжности и срока службы прецизионных деталей топливной аппаратуры необходимо существенно повысить степень очистки топлива от находящихся в нём загрязнений [1].

Основная часть. Ведущие в области дизелестроения фирмы, которые разрабатывают и выпускают новые (перспективные) системы топливоподачи, применяют различные способы, технические решения и конструкции систем и устройств, позволяющих отделить воду от топлива, контролировать её содержание в нём, автоматически удалять отстой из фильтров-очистителей. Проведённый анализ различает два основополагающих способа отделения воды от топлива: очистка в силовых полях и очистка в пористых перегородках [2].

Очистка в силовых полях осуществляется путём воздействия на микрокапли воды и другие загрязнения внешних полей. Наибольшее распространение получили фильтры-очистители с использованием различных сочетаний гравитационного, электрического, магнитного, ультразвукового полей.

В большинстве систем топливоподачи наиболее широко применяется метод гравитационного отстаивания. Следует отметить, что отстойники имеют преимущество в простоте конструкции и надёжности работы. Однако в таких фильтрах задерживаются только капли и частицы большого размера, поэтому их применение возможно только в сочетании с фильтром, отделяющим мелкодисперсную воду.

Центробежные очистители выполняются в виде центрифуг или гидроциклонов. В гидроциклонах поток топлива, подаваемый насосом, закручивается таким образом, что микрокапли воды и частицы загрязнений за счёт центробежных сил отбрасываются к крайним стенкам фильтра и выпадают в грязесборник. Недостатком гидроциклонов является то, что для получения достаточной степени очистки топлива необходимо применять гидроциклоны малого диаметра, которые обеспечивают высокую скорость вращения потока. Поэтому фильтры-сепараторы с гидроциклонами имеют большое гидравлическое сопротивление в системе топливоподачи.

В центрифугах топливо подаётся в специальный ротор, который вращается за счёт привода и обеспечивает удаление мелкодисперсной воды в периферийные зоны. Однако применение центрифуг для очистки топлива значительно усложняет конструкцию системы топливоподачи.

Применение электрического поля связано с разделением эмульсии в процессе электрообработки жидкости. Для очистки топлива применяют различные системы электродов, которые создают однородное или неоднородное поле. Электрообработка жидкостей связана с такими процессами, как электрофорез, диполофорез и биполярная коалесценция. Они вызывают электрокоагуляцию микрокапель, их укрупнение и тем самым позволяют удалить из топлива мелкодисперсную воду.

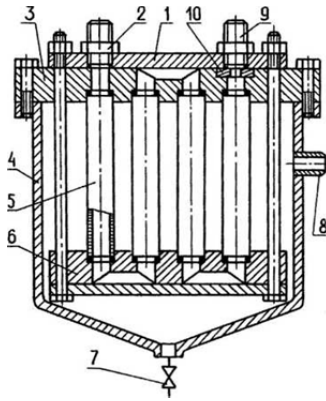
Очистку в пористых перегородках (фильтрацию) можно разделить на очистку с применением коагулирующих материалов, водоотталкивающих перегородок и полупроницаемых перегородок. Следует отметить, что для достижения максимального эффекта в конструкции фильтрующего элемента применяется, как правило, комплексное сочетание различных способов и средств очистки.

Коагулирующие перегородки представляют собой композицию гидрофильных и гидрофобных волокон различного диаметра, которые обеспечивают укрупнение мелкодисперсных капель воды. Механизм коагуляции осуществляется следующим образом: при движении эмульсии через перегородку происходит сближение микрокапли с волокном малого диаметра, вытеснение плёнки топлива с его поверхности и адгезия к нему микрокапли. Затем происходит укрупнение осевших капель за счёт их соударения с теми микрокаплями, которые находятся во взвешенном состоянии. Когда размер укрупнившихся капель достигает критической величины, происходит их отрыв от волокна под действием гидродинамических сил потока. Процесс коагуляции повторяется на волокнах большего диаметра до тех пор, пока капли не достигают размеров, при которых они под действием гравитационных сил не выпадают в отстой.

Водоотталкивающие перегородки служат в основном для разделения крупнодисперсных эмульсий. Для их изготовления применяют различные гидрофобные материалы, которыми пропитывают бумажную, картонную или тканевую основу, либо наносят на металлическую сетку в виде специального покрытия. Разделение эмульсии обеспечивается тем, что топливо свободно проходит через перегородку, а капли воды отталкиваются гидрофильной поверхностью.

Новым направлением в развитии систем очистки топлива от мелкодисперсной воды является применение полупроницаемых перегородок — мембран. Материал мембран выбирается таким образом, что при прохождении эмульсии мелкодисперсная и растворённая вода отделяются, а очищенное топливо поступает далее в систему. Материалом может служить фторопласт.

Доктором технических наук, профессором А. Н. Карташевичем был изготовлен экспериментальный фильтр [3]. В нём устанавливалось восемь трубчатых фторопластовых мембранных фильтрующих элементов длиной по 33 см. При этом суммарная площадь фильтрующей поверхности составила около 0,1 м².



1 — корпус; 2, 8, 9 — штуцеры;
3 — крышка; 4 — отстойник;
5 — пористая фильтрующая
трубка; 6 — днище; 7 — сливной
кран; 10 — дроссельная шайба

Рисунок 1 — Конструктивная
схема мембранного
топливного фильтра

Приведём конструктивную схему фильтра (рисунок 1). Пористые трубки 5 изнутри покрыты гидрофобной фторопластовой мембраной, а крышка 3 и днище 6 имеют каналы, последовательно соединяющие пористые трубки 5.

Фильтр работает следующим образом: топливо, содержащее воду и механические примеси, нагнетается в фильтр по штуцеру подвода топлива 9 и проходит последовательно по пористым трубкам 5 и каналам днища 6 и крышке 3. Благодаря повышенному давлению в пористых трубках 5 топливо фильтруется сквозь их стенки, скапливается в отстойнике 4 и отводится через штуцер отвода топлива 8. Диспергированная вода удерживается гидрофобной мембраной и вместе с механическими примесями и остатками топлива поступает к штуцеру отвода воды 2.

Высокая скорость движения топлива по пористым трубкам предотвращает забивание пор мембран благодаря уносу потоком топлива дисперсных частиц, оседающих на поверхность мембраны. Для обеспечения необходимого давления в пористых трубках перед штуцером отвода воды может быть установлена дроссельная шайба 10. В случае проникновения микрокапель воды и механических примесей сквозь поры мембран они оседают в отстойнике 4 и могут быть удалены через сливной кран 7.

Заключение. Для проверки работоспособности мембранных фильтров в производственных условиях один фильтр был установлен на двигатель Д-240 дреноукладчика ЭТЦ-2011, работающего в основном при положительной температуре, а ещё пять — на двигателях тракторов МТЗ-80 и МТЗ-82, работающих всесезонно. Машины эксплуатировались в рядовых условиях. Наблюдения велись в течение двух лет. За это время отказов фильтров, требующих разборки, не фиксировалось. Фильтрующие элементы не заменялись. Их наработка в несколько раз превысила нормативную наработку замены штатных фильтрующих элементов и наработку проведения ТО-3. Регистрация отказов топливной аппаратуры показала, что в среднем наработка на отказ возросла для форсунок на 11,9%, для топливного насоса — на 9,1%, но для подкачивающего насоса снизилась на 12,2%. Значит, надёжность топливной аппаратуры повысилась при сохранении работоспособности двигателя и его технических, эксплуатационных и экологических показателей.

Анализируя полученные А. Н. Карташевичем данные и учитывая то, что данная модернизация не требует серьёзной переделки топливной аппаратуры, можно сделать вывод, что применение такого рода фильтров для усовершенствования существующего тракторного парка сельскохозяйственных предприятий Беларуси целесообразно и выгодно.

Список цитируемых источников

1. Интенсивная очистка топлив и масел в автотракторных двигателях : моногр. / А. Н. Карташевич [и др.]. Горки : БГСХА, 2009. 304 с.
2. Карташевич А. Н., Кожушко В. К., Крепе Л. И. Классификация и основные направления развития систем автоматической защиты от воды // Двигателестроение. 1989. № 7. С. 38—41.
3. Карташевич, А. Н., Мажугин Е. И. Интенсивная очистка жидкостей и газов в технических системах : моногр. Минск : Красико-Принт, 2002. 290 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

УДК 621.9

А. В. Алифанов,

доктор технических наук, профессор

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

В. В. Цуран

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ПРОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ОПЫТНОЙ ПАРТИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РУБИЛЬНЫХ НОЖЕЙ

Рубильные ножи подвергаются большим ударным нагрузкам и поэтому должны обладать оптимальным сочетанием твёрдости и вязкости. В качестве базовой выбрана сталь марки У8А, которая в результате ранее проведённых исследований структуры и механических свойств различных легированных сталей показала достаточно хорошие результаты, а с точки зрения низкой стоимости представляет большой интерес. Результаты проведения производственных испытаний рубильных ножей на ОАО «Минскдрев», изготовленных из стали У8А, позволяют рекомендовать её к использованию при изготовлении рубильных ножей для деревообрабатывающих предприятий.

Chipping knives are subject to greater impact and therefore should have the optimum combination of hardness and viscosity. The base is selected steel grade У8А that, as a result of previous studies of the structure and mechanical properties of various steel alloys, while room quite good results, but in terms of low cost of great interest. The results of the production tests chipper knives at JSC “Minskdrév”, made of steel У8А that allow to recommend it for use in the manufacture of chippers knives for woodworking enterprises.

Введение. В Беларуси высоко развита деревообрабатывающая промышленность. Широко используется переработка отходов древесины. Утилизация и переработка древесных отходов в целях применения вторичных ресурсов для производства новых изделий является одной из важнейших задач современных деревообрабатывающих предприятий. Обычно древесные отходы перерабатываются в технологическую щепу с помощью разнообразных рубильных машин зарубежного производства (отечественная промышленность таких машин не производит). Основным рабочим органом рубильных машин являются рубильные ножи. К рубильным ножам предъявляются высокие требования, так как они работают в условиях ударных нагрузок и должны обладать как высокой твёрдостью, так и пластичностью.

Самая ответственная задача — определение оптимальных режимов термической обработки для каждого вида ножей. В частности, необходимо путём правильно подобранного режима термообработки достичь главной задачи — идеального сочетания в рубильном ноже твёрдости и вязкости, чтобы он не терял остроту режущей кромки в течение длительного времени и выдерживал ударные нагрузки.

Основная часть. На механические свойства готовых инструментов, изготавливаемых из сталей, оказывает влияние большое количество факторов: химический состав, загрязнённость посторонними включениями, технологическая наследственность, режимы термической или термомеханической обработки, конструкционные особенности инструмента и др.

В связи с тем, что для производства инструментов на белорусских предприятиях, как правило, используют готовый прокат в виде листов, полос, кругов, квадратов, приобретаемый чаще всего в России и других странах СНГ и обладающий определённой химической чистотой и физико-механическими свойствами, определяемыми условиями получения проката, в данной работе основное внимание уделялось термообработке и конструкционным особенностям инструментов, т. е. тем факторам, которыми можно управлять в сложившихся условиях.

Большое влияние на образование внутренних напряжений оказывает конструктивная форма деталей. От неё, не менее чем от выбора материала и технологического процесса, зависит качество термической обработки. Для создания рациональной, с точки зрения металловеда и термиста, формы детали конструктор должен руководствоваться следующими основными соображениями:

1) по возможности избегать острых углов в деталях, так как они вызывают неравномерность охлаждения вследствие меньшей теплоотдачи и образования парового изолирующего мешка. Вместе с тем острые углы служат местом концентрации внутренних напряжений, а также рабочих напряжений во время службы детали. Закалочные трещины и трещины усталости начинают развиваться как раз

от вершин углов, поэтому вместо углов необходимо делать плавные закругления, понижающие концентрацию напряжений;

2) добиваться наибольшей равномерности сечения, делая при надобности специальные сверления для выравнивания толщины деталей;

3) избегать резких переходов от толстых сечений к тонким;

4) избегать разнородных неуравновешенных сечений и глухих отверстий [1].

В государственном научном учреждении «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» и учреждении образования «Барановичский государственный университет» разработана конструкторская документация и технологические процессы изготовления рубильных ножей для различных рубильных машин.

В зависимости от разновидности рубильных машин, на которых используются ножи, для их производства было предложено применять инструментальную легированную сталь марки 6ХВ2С ГОСТ 5950-73, из которой изготавливают ножи для холодной резки металла, резбонакатные плашки, пуансоны и обжимные матрицы при холодной работе, штампы сложной формы, работающие с повышенными ударными нагрузками; сталь марки У8А ГОСТ 1435-74, применяемую для инструмента, работающего в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: фрез, зенковок, топоров, стамесок, долот, пил продольных и дисковых, накатных роликов, кернеров, отвёрток, комбинированных плоскогубцев, боковых кусачек [2].

В соответствии с договором ОАО «Минскдрев» № 2013/119 от 30 мая 2013 г. в октябре—ноябре 2014 г. проведены предварительные испытания одного комплекта опытных образцов ножей ФТИ5.001.1674 для рубильной машины МРГ-20, которые были изготовлены из стали марок 6ХВ2С, У8А на опытном производстве в государственном научном учреждении «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» по ранее разработанной конструкторской и технологической документации (рисунок 1).

Для снятия внутренних напряжений ножи подвергались высокотемпературному отпуску (300°C).

Основные требования к проведению производственных испытаний заключаются в том, что любая рубильная машина должна соответствовать паспортным данным и нормам точности по требованиям ГОСТ, её необходимо готовить к проведению испытаний. Следует произвести следующие проверки на геометрическую точность: биение ножевого вала не более 0,02 по всей длине (не менее трёх плоскостей); неперпендикулярность оси ножевого вала к направлению подачи материала не более 5° на 1 000 мм; непараллельность оси ножевого вала плоскости контрножа не более 0,1 мм на 1 000 мм. При выявленных отклонениях от нормируемых величин выявить причины и устранить их (зазор в подшипниках, изгиб вала).



а)



б)



в)

а — изготовленные ножи; б — ножи установлены в диск рубильной машины; в — ножи после испытаний

Рисунок 1 — Опытные образцы ножей ФТИ5.001.1674 для рубки щепы

Подготовка рубильных ножей к испытаниям — это проверка на соответствие конструктивным параметрам машины, установка рубильных ножей при контроле точности установки, зазоров с контрожным [3].

В результате испытаний ножи обеспечили получение технологической щепы по ГОСТ 15815-83 [4], период стойкости при переработке окоренённой древесины хвойных пород (сосны) без металлических и минеральных включений влажностью не ниже 50% при температуре не ниже -10°C составил 400 мин. Рубка велась до затупления режущей кромки ножа.

По мере затупления ножей весь комплект демонтировался и подвергался перезаточке в цехе предприятия. Перезаточка ножей включает наладку заточного оборудования, контроль режимов заточки, контроль точности установки ножей на рубильную машину. Было произведено пять перезаточек. Результаты испытаний ножей заносились в протокол, они позволяют рекомендовать подобные ножи к использованию на соответствующих деревообрабатывающих предприятиях.

Заключение. В результате проведённых исследований установлено, что для изготовления высококачественных рубильных ножей, применяемых при производстве технологической древесной щепы, можно рекомендовать высоколегированную сталь 6ХВ2С, а также более дешёвую углеродистую сталь У8А с условием применения более высокой температуры отпуска (300°C).

Испытания опытной партии рубильных ножей, изготовленных из стали У8А по разработанной технологии, на ОАО «Минскдрев» показали их высокие эксплуатационные характеристики, что позволяет рекомендовать данную марку и технологию изготовления рубильных ножей для применения на различных деревообрабатывающих предприятиях республики при производстве технологической древесной щепы.

Список цитируемых источников

1. Алифанов А. В., Милюкова А. М., Цуран В. В. Определение оптимальных режимов термической и термомеханической обработки рубильных ножей // Вестн. БарГУ. Сер. Техн. науки. 2014. Вып. 2. С. 17—22.
2. Гуляев А. П. Металловедение. М.: Металлургия, 1966. 480 с.
3. Рекомендации по выбору материалов для ножей рубильных машин / А.В. Алифанов [и др.] // Тр. БГТУ. Сер. Лесная и деревообаб. пром-сть. 2014. Вып. 2 (166). С. 185—187.
4. ГОСТ 15815-83. Щепа технологическая. Технические условия. Введ. 01.01.1983. М.: Изд-во стандартов, 1983. 11 с.

УДК 541.486:546.185.46*712

Н. М. Антрапцева,

доктор химических наук, профессор

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина

Н. М. Манчук,

кандидат химических наук, доцент

Национальный авиационный университет, Киев, Украина

МАЛООТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТВЁРДОГО РАСТВОРА ГИДРОФОСФАТОВ МАГНИЯ И МАРГАНЦА

Изучена зависимость состава осаждённой твёрдой фазы от следующих основных параметров процесса: pH осаждения (в пределах 2,2...3,4), температуры ($25...75^{\circ}\text{C}$), концентрации H_3PO_4 (30...87%), соотношения Mg—Mn в составе исходных реагентов (0...100 мол. %). Определены оптимальные условия совместного осаждения гидрофосфатов магния и марганца, обеспечивающие получение целевого продукта — твёрдого раствора гидрофосфатов Mg—Mn — конкретного состава и свойств с минимальными ресурсозатратами.

Dependence of composition of the besieged hard phase is studied on such basic parameters of process: pH besieging (within the limits of 2,2...3,4), temperatures ($25...75^{\circ}\text{C}$), concentrations of H_3PO_4 (30...87%), correlations of Mg—Mn in composition initial reagents (0...100 mol. %). The optimal terms of coprecipitation of magnesium and manganese hydrophosphates are certain. They provide the receipt of having a special purpose product — solid solution of Mg—Mn hydrophosphates — concrete composition and properties with minimum feedstock.

Введение. Вопросам разработки энерго- и ресурсосберегающих технологий, позволяющих экономно использовать запасы энергии и сырья, в последнее время уделяется особое внимание. Это касается и технологии твёрдых растворов гидратированных фосфатов двухвалентных металлов, в частности, гидрофосфатов магния и марганца, являющихся основой для создания многих неорганических материалов для современной науки и промышленности [1]. Однако сведения об их ресурсосберегающей технологии в литературе отсутствуют.

Цель данной работы — определить условия, обеспечивающие получение твёрдого раствора гидрофосфатов магния и марганца с минимальными затратами фосфатного сырья.

Основная часть. Согласно рабочей гипотезы, получение твёрдого раствора проводили совместным осаждением катионов Mg^{2+} и Mn^{2+} гидрофосфат-ионом при взаимодействии механической смеси гидрокарбонатов магния и марганца (II) с фосфорной кислотой. Суть методики состояла в следующем: в раствор, подкисленный фосфорной кислотой до заданного значения pH и термостабилизированный при определённой температуре, подавали гомогенизированную механическую смесь гидрокарбонатов и фосфорную кислоту. Значение pH суспензии контролировали pH-метром ЕВ-74 и поддерживали постоянным, регулируя подачу H_3PO_4 (блок автоматического титрования БАТ-15) и гидрокарбонатов. Средняя продолжительность синтеза составляла 3...4 часа. Окончание взаимодействия устанавливали по отсутствию в осадке CO_2 . Твёрдую фазу отделяли от маточного раствора, промывали водой, высушивали при температуре 40...50°C. Фильтрат, содержащий ионы Mg^{2+} , Mn^{2+} , HPO_4^{2-} , после определения в нём их концентрации использовали в качестве исходного раствора. Для этих целей частично применяли и промывные воды.

В составе полученного осадка комплексометрическим титрованием, аналогично описанному в источнике [2], определяли содержание фосфора (весовой хинолинмолибдатный метод), магния и марганца. Для идентификации фосфатов использовали рентгенофазовый (ДРОН-4М, CuK_{α}) и инфракрасный спектроскопический (спектрометр Nexus-470, диапазон частот 400...4000 cm^{-1} , прессование фиксированной навески (0,05%) в матрицу бромид калия) анализы.

В ходе эксперимента в отдельных сериях опытов устанавливали зависимость состава осаждаемой твёрдой фазы от таких основных параметров процесса: pH осаждения (в пределах 2,2...3,4), температуры (25...75°C), концентрации H_3PO_4 (30...87%), соотношения Mg—Mn в составе исходных реагентов (0...100 мол. %).

Потенциометрические кривые нейтрализации суспензии гидрокарбонатов фосфорной кислотой различной концентрации не позволяют однозначно определить область значений pH, при которых образуются гидрофосфаты магния—марганца. Поэтому для определения конкретных значений pH, обеспечивающих совместное осаждение гидрофосфатов, устанавливали зависимость состава твёрдой фазы от pH осаждения.

Анализ экспериментальных данных показал, что гидрофосфаты магния—марганца осаждаются при pH в области 2,8...3,0. Понижение значения pH ниже 2,8 приводит к образованию в качестве примесной фазы дигидрофосфата магния дигидрата. Повышение pH осаждения нерационально, поскольку приводит к снижению скорости взаимодействия исходных реагентов. Температура осаждения влияет на состав твёрдой фазы и продолжительность процесса. При температуре выше 50°C наряду с фосфатами Mn (II) образуются фосфаты Mn (III). Концентрация фосфорной кислоты (30...87%) практически не влияет на состав гидрофосфатов.

Обобщая полученные данные, для совместного осаждения гидрофосфатов магния и марганца были выбраны следующие условия: pH — 2,8, температура — 45°C, 55%-й раствор H_3PO_4 . Содержание магния и марганца в смеси исходных реагентов изменяли от 0 до 100 мол. %.

Данные химического анализа полученной твёрдой фазы показали, что мольное соотношение в ней $\Sigma Mg—Mn / P$ составляет 1,00 (таблица 1). Это соответствует расчётному значению для гидрофосфатов. Содержание Mg, Mn, P, H_2O в гидрофосфатах закономерно изменяется в зависимости от состава исходных реагентов.

Рентгенофазовым и инфракрасным спектроскопическим анализами установлены фазовая однородность полученных гидрофосфатов и идентичность их структур со структурами индивидуальных $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$ и $MnHPO_4 \cdot 3H_2O$ [3].

Т а б л и ц а 1 — Характеристика гидрофосфатов магния—марганца (условия осаждения: pH — 2,8; температура — 45°C; 55%-й раствор H_3PO_4)

Состав исходных реагентов, мол. %		Состав твёрдой фазы					
		мас. %				химический	фазовый
MgO	MnO	MgO	MnO	P ₂ O ₅	H ₂ O		
100	—	22,65	—	40,75	35,96	$MgHPO_4 \cdot 3H_2O$	$MgHPO_4 \cdot 3H_2O$
92	8	21,55	3,64	39,85	35,45	$Mg_{0,9}Mn_{0,1}HPO_4 \cdot 3H_2O$	Твёрдый раствор общей формулы $Mg_{1-x}Mn_xHPO_4 \cdot 3H_2O$ ($0 < x < 1,00$)
91	9	18,32	6,36	39,45	35,15	$Mg_{0,8}Mn_{0,2}HPO_4 \cdot 3H_2O$	
83	17	16,44	10,72	39,02	34,09	$Mg_{0,75}Mn_{0,25}HPO_4 \cdot 3H_2O$	
75	25	11,12	19,24	38,04	33,39	$Mg_{0,5}Mn_{0,5}HPO_4 \cdot 3H_2O$	
50	50	6,67	25,02	37,08	32,30	$Mg_{0,3}Mn_{0,7}HPO_4 \cdot 3H_2O$	
42	58	4,65	27,04	36,38	31,75	$Mg_{0,25}Mn_{0,75}HPO_4 \cdot 3H_2O$	
33	67	2,67	31,72	34,27	30,25	$Mg_{0,1}Mn_{0,9}HPO_4 \cdot 3H_2O$	
—	100	—	34,82	33,73	30,47	$MnHPO_4 \cdot 3H_2O$	$MnHPO_4 \cdot 3H_2O$

Рентгенограммы полученных гидрофосфатов по набору дифракционных отражений полностью совпадают с рентгенограммами индивидуальных изоструктурных $\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и $\text{MnHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Они отличаются только перераспределением интенсивностей отдельных дифракционных отражений. Закономерное изменение значений межплоскостных расстояний характеризует их как непрерывный твёрдый раствор, структурно однотипный с $\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и $\text{MnHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Общую формулу твёрдого раствора гидрофосфатов можно представить в виде $\text{Mg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x < 1,00$). Значение x определяется составом исходных гидрокарбонатов и изменяется от 0 для $\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ до 1,00 для $\text{MnHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Полученные гидрофосфаты магния—марганца (II) представляют собой достаточно хорошо ограниченные кристаллы в форме усечённых гексагональных бипирамид размером до 0,6...0,8 см. Кристаллизуются они в орторомбической сингонии (пространственная группа *Pbca*).

Значения параметров и объёма элементарной ячейки, плотности, показателя преломления поликристаллических $\text{Mg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x < 1,00$) определяются их составом и изменяются по линейной зависимости, характеризуя высокую степень гомогенности твёрдого раствора на всём протяжении составов.

Содержание магния и марганца в составе твёрдого раствора возможно управляемо изменять от 22,00 до 1,60 мас. % (MgO) и от 1,50 до 34,00 мас. % (MnO), варьируя для этого во время синтеза содержание их в исходных реагентах.

Заключение. Оптимальными для получения твёрдого раствора гидрофосфатов магния и марганца общей формулы $\text{Mg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x < 1,00$) являются такие условия процесса: pH — 2,8, температура — 45°C, 55%-й раствор H_3PO_4 . Изменяя во время синтеза содержание магния и марганца в смеси исходных реагентов, возможно целенаправленно варьировать состав твёрдого раствора.

Разработанная технология твёрдого раствора гидрофосфатов магния и марганца практически исключает потери сырья. Выход готового продукта достигает 98...99%.

Список цитируемых источников

1. Kanazawa T. Inorganic Phosphate Materials. Amsterdam, 1989. 298 p. ; Щегров Л. Н. Фосфаты двухвалентных металлов. Киев : Наук. думка, 1987. 216 с.
2. Антрапцева Н. М., Дегтяренко Л. Н., Рябцева Н. В. Определение марганца, кобальта, цинка в двойных фосфатах // Изв. ВУЗов. Химия и химич. технология. 1992. Т. 35. № 10. С. 40–45.
3. Атлас инфракрасных спектров фосфатов. Ортофосфаты / [В. В. Печковский и др.]. М. : Наука, 1981. 248 с. ; Durif A. $\text{MnHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, unisotype de la newberyite // Bull. Soc. franc. miner. et cristallogr. 1971. V. 94. № 5/6. P. 556–557 ; Sutor D. J. The Crystal and Molecular Structure of Newberyite, $\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ // Acta Crystallogr. 1967. V. 23. № 3. P. 418–422.

УДК 543.226:546.185.47'46

Н. М. Антрапцева,

доктор химических наук, профессор

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина

Л. Б. Коваль,

кандидат химических наук

*Институт общей и неорганической химии имени В. И. Вернадского
Национальной академии наук Украины, Киев, Украина*

НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ КОНДЕНСИРОВАННЫХ ФОСФАТОВ ЦИНКА—МАГНИЯ

Установлен анионный состав, температурные интервалы образования и термической стабильности продуктов термообработки дигидрофосфатов общей формулы $\text{Zn}_{1-x}\text{Mg}_x(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x < 1,00$). Определены условия направленного синтеза конденсированных фосфатов цинка—магния с линейным (от ди- до октафосфата) и циклическим (циклотетрафосфат) строениями аниона. Предложена последовательность физико-химических и структурных превращений, сопровождающих их образование.

Anionic composition, temperature intervals of education and thermal stability of products of heat treatment of dihydrogenphosphates with the general formula of $\text{Zn}_{1-x}\text{Mg}_x(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x < 1,00$) is studied. The terms of the directed synthesis of the condensed phosphates of zinc—magnesium with linear (from di- to octaphosphate) and with cyclic (cyclotetraphosphate) structure of anion are certain. The sequence of physical and chemical and structural transformations accompanying their education is offered.

Введение. Неорганические фосфатные материалы на основе конденсированных фосфатов двухвалентных металлов, в том числе цинка, магния, широко используют в различных областях современного производства в качестве катализаторов, пигментов, протонпроводящих электролитов и т. д. [1].

Одним из наиболее технологичных и рациональных методов их получения является термообработка соответствующих кристаллогидратов. Для практической реализации синтеза конденсированных фосфатов обезвоживанием гидратированных солей и управления этим процессом необходимы надёжные сведения о составе продуктов частичного и полного обезвоживания, температурные интервалы их образования и термической стабильности, о термических твёрдофазных преобразованиях, сопровождающих термообработку кристаллогидратов. Такие данные для дигидрофосфатов цинка—магния в литературе отсутствуют.

Цель настоящей работы — изучить последовательность физико-химических и структурных превращений, сопровождающих термообработку дигидрофосфатов цинка—магния, определить состав, температурные интервалы образования и термической стабильности полимерных продуктов обезвоживания.

Основная часть. В качестве основного объекта исследования использовали дигидрофосфат состава $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$. Получали его взаимодействием механической смеси гидроксокарбонатов цинка (73,31% ZnO) и магния (42,68% MgO) с фосфатной кислотой (64,13% P_2O_5). Термические превращения изучали с помощью дериватографа Q-1500D при нагревании на воздухе в условиях динамического и квазиизотермического режимов. Продукты термообработки, полученные на каждой стадии обезвоживания, изучали аналогично исследованиям [2] с помощью рентгенофазового (ДРОН-4М, CuK_α) и инфракрасного спектроскопического (спектрометр Nexus-470, диапазон частот $400 \dots 4000 \text{ см}^{-1}$, прессование фиксированной навески (0,05%) в матрицу бромида калия) анализов. Анионный состав устанавливали, используя количественную хроматографию на бумаге.

Согласно результатам дифференциально-термического анализа, $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ устойчив при нагревании на воздухе со скоростью 2,5 град / мин до 70°C. Дальнейшее повышение температуры приводит к потере его массы, которая происходит в три основные стадии, характеризующиеся на кривой дифференциально-термического анализа эндотермическими эффектами в интервалах 70...150, 150...180, 180...240, 240...340 и 340...410°C с максимумами скоростей процессов при 105, 170, 210, 285 и 400°C.

Обезвоживание $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ в условиях квазиизотермического режима, при котором парциальное давление паров воды над образцом близко к равновесному, сопровождается повышением термической устойчивости образца до 130°C и также протекает в три основные стадии. Первая из них соответствует удалению двух молекул воды конституционной воды. Удаление каждой из них фиксируется отдельной ступенью и происходит при постоянных температурах (215 и 380°C), практически соответствующих таковым для динамического нагрева. Полное удаление воды заканчивается при 380°C.

Результаты комплексного исследования состава продуктов термообработки $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ показали, что состав твёрдой фазы, образующейся в результате удаления двух молекул кристаллизационной воды (первая стадия дегидратации), представлен двумя новыми кристаллическими фазами. Основной из них является безводный дигидрофосфат $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2$, аналогичный по структуре $Mg_{0,5}Mn_{0,5}(H_2PO_4)_2$. На рентгенограммах фиксируются также дифракционные отражения ($d = 12,1, 2,43 \text{ \AA}$), характеризующие образование кристаллической фазы, идентифицированной как $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$. Кроме того, на рентгенограммах твёрдой фазы, полученной при 110°C, присутствуют рефлексы, свидетельствующие о наличии незначительных количеств исходного $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ и кристаллогидратов меньшей гидратности, образующихся в результате частичного обезвоживания дигидрата. Наряду с многокомпонентной твёрдой фазой в составе продуктов термообработки присутствует свободная фосфорная кислота 2,2 и 3,7% (в пересчёте на P_2O_5) при 110 и 150°C соответственно (таблица 1).

Нагревание $Mg_{0,5}Zn_{0,5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ до 180°C сопровождается частичной конденсацией монофосфатного аниона. В составе как солевого, так и кислотного компонентов образуются дифосфатные анионы: 7,4% в твёрдой фазе и 1,8% — $H_4P_2O_7$ (см. таблицу 1). Дальнейшее увеличение температуры нагрева характеризуется глубоким эндотермическим эффектом (180...240°C), соответствующим второй стадии дегидратации исходного $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$. Ступенчатое удаление из образца 0,83 моля приводит к глубокой анионной конденсации; степень превращения монофосфатного аниона в полифосфатный при 240°C достигает 90%. Состав твёрдой фазы, полученной при 215...240°C, представлен сложной смесью конденсированных фосфатов линейного строения, включая гепта- и октафосфаты. Большая часть полимерных фосфатов представлена дифосфатным анионом (62% от общего содержания полифосфатов при 215°C и 94% — при 240°C).

Изменения в анионном составе твёрдой фазы продуктов термообработки сопровождаются значительными структурными превращениями. Кристаллическая решётка $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2$ разрушается, происходит формирование новой кристаллической фазы, идентифицированной как $Zn_{0,5}Mg_{0,5}H_2P_2O_7$ с примесью $ZnMgP_2O_7$. Структура полученного соединения, судя по результатам рентгенофазового анализа, однотипна структуре индивидуального $MgH_2P_2O_7$ и твёрдого раствора $Mg_{0,5}Mn_{0,5}H_2P_2O_7$. Присутствующие наряду с дифосфатами высококонденсированные олигофосфаты с $n = 3 \dots 8$ рентгеноаморфны.

Т а б л и ц а 1 — Анионный состав и условия направленного синтеза конденсированных продуктов термообработки $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ (скорость нагрева 2,5 град / мин)

Температура, °С	Потери массы, моль H_2O	P_2O_5 общее, мас. %	Содержание полифосфатов (P_2O_5 , мас. %) в виде									
			моно-	ди-	три-	тетра-	цикло-тетра-	пента-	гекса-	гепта-	окта-	
110	1,50	<u>55,02</u> 2,17	<u>55,00</u> 2,20	<u>0,00</u> 0,00	—	—	—	—	—	—	—	—
150	1,98	<u>55,18</u> 3,71	<u>55,20</u> 3,70	<u>0,00</u> 0,00	—	—	—	—	—	—	—	—
180	2,13	<u>50,33</u> 9,01	<u>42,90</u> 7,20	<u>7,40</u> 1,80	<u>0,00</u> 0,00	—	—	—	—	—	—	—
215	2,66	<u>55,71</u> 4,52	<u>21,10</u> 0,60	<u>22,60</u> 2,30	<u>4,80</u> 1,60	<u>3,20</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00	<u>2,60</u> 0,00	<u>1,40</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00	—	—
240	2,96	<u>61,18</u> 3,02	<u>3,70</u> 2,10	<u>36,10</u> 1,00	<u>7,80</u> 0,00	<u>5,40</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00	<u>2,80</u> 0,00	<u>1,70</u> 0,00	<u>2,10</u> 0,00	<u>1,60</u> 0,00	—
340	3,18	<u>66,66</u> 0,00	<u>3,40</u> 0,00	<u>32,20</u> 0,00	<u>9,20</u> 0,00	<u>7,20</u> 0,00	<u>3,80</u> 0,00	<u>3,20</u> 0,40	<u>2,20</u> < 0,10	<u>1,00</u> 0,00	<u>1,30</u> 0,00	—
410	3,98	<u>70,00</u> 0,00	<u>1,80</u> 0,00	<u>0,30</u> 0,00	<u>0,40</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00	<u>67,50</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00	—	—	—	—
730	4,00	<u>70,50</u> 0,00	<u>1,30</u> 0,00	<u>1,20</u> 0,00	<u>0,90</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00	<u>67,10</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00	—	—	—	—

Примечание. В числителе приведено содержание P_2O_5 в солевом компоненте, в знаменателе — в свободных фосфорных кислотах.

Наиболее сложный состав имеют продукты термообработки, полученные при нагревании $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ до 340°C (см. таблицу 1). Удаление 0,22 моля конституционной воды, регистрируемое в интервале 240...340°C, приводит к образованию конденсированного фосфата кольцевого строения — циклотетрафосфата (до 3,8% P_2O_5), который присутствует в составе продуктов термолитиза наряду с полифосфатами с $n > 8$. Степень превращения монофосфатного аниона в полифосфатный достигает 96%.

Гетерофазный состав продуктов обезвоживания $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ упрощается в результате удаления второй молекулы воды в интервале 340...410°C. Линейные конденсированные фосфаты в составе конечного продукта термообработки практически отсутствуют (см. таблицу 1). В качестве полностью обезвоженного фосфата образуется новая кристаллическая фаза — циклотетрафосфат цинка—магния состава $ZnMgP_4O_{12}$. Структура его однотипна с индивидуальными $Mg_2P_4O_{12}$, α_1 - $Zn_2P_4O_{12}$ [3] и относится к моноклинной сингонии (пр. гр. C_2/c). Циклотетрафосфат $ZnMgP_4O_{12}$ устойчив при нагревании до 730°C.

Заключение. Комплексный анализ экспериментальных данных показал, что при термообработке дигидрофосфата $Zn_{0,5}Mg_{0,5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ образуются конденсированные фосфаты с линейным (от ди- до октафосфата) и циклическим (циклотетрафосфат) строением аниона. Эти процессы сопровождаются сложными твёрдофазными превращениями, протекающими одновременно по двум параллельным направлениям. Первое из них предусматривает образование до 85% $ZnMgP_4O_{12}$ в результате дегидратации промежуточно образовавшихся кислых низкомолекулярных конденсированных фосфатов. Согласно второму направлению около 15% $ZnMgP_4O_{12}$ образуется при участии промежуточно выделяющихся свободных фосфатных кислот.

Список цитируемых источников

1. Kanazawa T. Inorganic Phosphate Materials. Amsterdam, 1989. 298 p. ; Щегров Л. Н. Фосфаты двухвалентных металлов. Киев : Наук. думка, 1987. 216 с. ; Robertson L. Etude de pigments thermochromes autour du cobalt II. Bordeaux, 2010. 312 p.
2. Антрапцева Н. М., Ткачёва Н. В. Синтез и термические свойства $Co_2P_2O_7 \cdot 6H_2O$ // Журн. прикладной химии. 2009. Т. 82. № 7. С. 1153—1159.
3. Атлас инфракрасных спектров фосфатов. Конденсированные фосфаты / Р. Я. Мельникова [и др.]. М. : Наука, 1985. 240 с.

В. Ф. Барышников,

кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

И. А. Богданович,

кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШАГОВОГО КОНВЕЙЕРА

Рассмотрены конструкции шаговых конвейеров для транспортировки стружки, а также малогабаритных заготовок и деталей. Предложена конструкция шагового конвейера для удаления витой стружки, а также для транспортировки на участках цехов крупногабаритных деталей и заготовок.

Designs of step conveyors for shaving transportation, and also small-sized preparations and details are considered. The design of the step conveyor for removal of twisted shaving, and also for transportation on sites of shops of largesize details and preparations is offered.

Введение. Механизация вспомогательных операций в цехах и на участках, к которым относится уборка стружки, а также транспортирование к станкам заготовок и деталей, играет немаловажную роль в повышении эффективности машиностроительного производства. Поэтому разработка новых и совершенствование существующих транспортных средств для перемещения стружки, деталей и заготовок в технологических линиях является весьма актуальной.

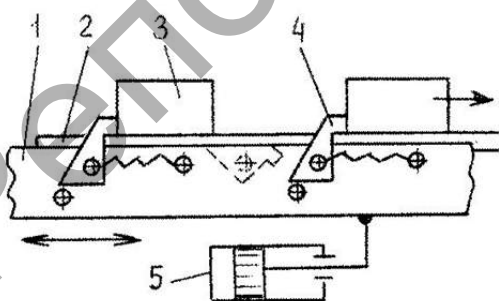
Основная часть. Для перемещения стружки и заготовок внутри цеха применяются конвейеры прерывистого действия: вибрационные, шаговые и штанговые. Эксплуатация вибрационных конвейеров приводит к вибрации соседних металлорежущих станков, что отрицательно отражается на качестве изделий. К наиболее распространённым относятся шаговые конвейеры прерывистого действия [1].

Представим схему шагового конвейера с убирающимися собачками (рисунок 1). Принцип его работы заключается в следующем. При движении штанги 1 вправо собачки 4 упираются в заготовки 3 и перемещают их на шаг. При обратном ходе собачки утапливаются в штангу и проходят под заготовкой, не передвигая её.

Основными недостатками конвейера являются засорение стружкой храповых собачек, а также то, что он предназначен для перемещения только мелких штучных заготовок.

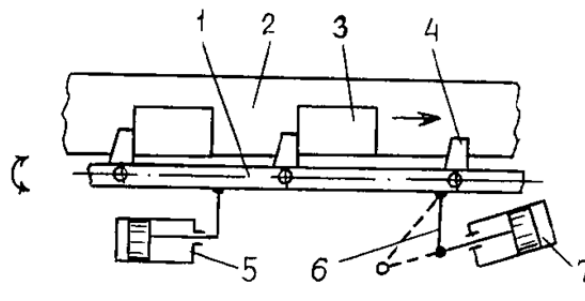
Далее представим схему шагового конвейера с поворачивающимися захватными устройствами (рисунок 2). Штанга 1 совершает последовательно возвратно-поступательное и вращательное движения с помощью гидравлических цилиндров 5 и 7 и рычага 6. При движении штанги 1 вперёд флажки 4, закреплённые на штанге, упираются в заготовки и перемещают их на шаг. Затем штанга поворачивается на угол (при котором флажки не задевают детали) и возвращается в исходное положение. Далее флажки опускаются и цикл повторяется.

Основными недостатками данной конструкции являются довольно сложный привод, который значительно удорожает стоимость машины и усложняет процесс её эксплуатации, а также то, что конвейер применим только для перемещения мелких штучных грузов.



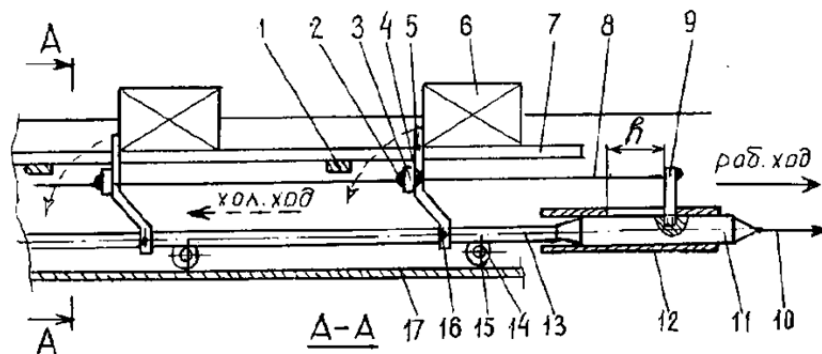
1 — штанга; 2 — направляющие; 3 — заготовка;
4 — захваты (подпружиненные храповые собачки);
5 — цилиндр гидравлический

Рисунок 1 — Шаговый конвейер с убирающимися собачками

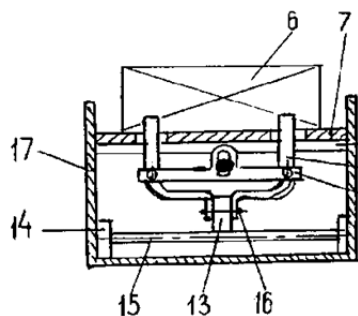


1 — штанга круглая; 2 — направляющие; 3 — заготовка;
4 — захват-флажок; 5 и 7 — цилиндр гидравлический;
6 — рычаг

Рисунок 2 — Шаговый конвейер с поворачивающимися захватными устройствами



а)



б)

а — продольный разрез; б — поперечный разрез

Рисунок 3 — Конвейер шаговый

На основании проведённого анализа существующих конструкций предлагается схема шагового конвейера для транспортировки сливной стружки и крупногабаритных заготовок и деталей (рисунок 3). При разработке данной схемы были использованы элементы конструкции, предложенной ранее [2].

Устройство предлагаемого конвейера следующее. Жёлоб 17 разделён на две секции. На днище 7 верхней секции со щелями для рычагов 5 располагаются заготовки, детали или витая (сливная) стружка 6. Днище 7 удерживается в жёлобе на поперечных пластинах 1. В нижней секции на осях 15 с роликами 14 смонтирована штанга 13. Штанга при рабочем ходе работает на растяжение, поэтому она должна иметь наименьшую площадь поперечного сечения и, следовательно, незначительную металлоёмкость. На штанге с определённым шагом на осях 16 с обеих сторон установлены рычаги 5 криволинейной формы, связанные между собой перемычкой 3 овальным вертикальным пазом. К штанге 13 с правого торца установлен ползун 11, размещённый в патроне 12. На ползуне закреплён кронштейн 9. К кронштейну крепится тяга 8 с упорами 2 и 4 (для перемычки 3). Штанга совершает возвратно-поступательное движение за счёт тягового органа 10, закреплённого на ползуне 11. При рабочем ходе (вправо) ползун 11 сдвигается в щели патрона 12 на величину h , кронштейн 9 за счёт тяги 8 и упоров 2 и 4 на перемычке 3 переводит рычаги 5 из холостого положения в рабочее. Рычаги 5, повернувшись на определённый угол относительно оси 16, проходят через щели днища 7, упираются в заготовки 6 и перемещают их на один шаг. Использование двух рычагов позволяет обеспечить прямолинейное перемещение заготовок и устранить их трение о боковые стенки жёлоба.

При холостом ходе (влево) ползун 11 смещается в патроне 12 вместе с кронштейном 9 и за счёт тяги 8, упоров 2 и 4 переводит рычаги 5 из рабочего положения в холостое под днище 7, а штанга продолжает движение на один шаг.

Заключение. Предложенная конструкция шагового конвейера позволяет механизировать процесс транспортирования крупногабаритных заготовок и деталей без их трения о боковые стенки жёлоба и удалять витую (сливную) стружку. Всё это приведёт к значительному улучшению эксплуатационных характеристик шагового конвейера.

Список цитируемых источников

1. Власов С. Н., Позднеев Б. М., Черпаков Б. И. Транспортные и загрузочные устройства и робототехника : учеб. для машиностроит. техникумов. М. : Машиностроение, 1988. 144 с.
2. Устройство для уборки стружки [Электронный ресурс]: пат. 9398 Респ. Беларусь, МПК В 65 G 25/10, 2013 / В. Ф. Барышников, Н. М. Федосов // База патентов Беларуси. URL: <http://bypatents.com/> (дата обращения: 09.09.2015).

О. М. Волчек, Н. Ю. Кондратчик

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

А. П. Разумцев

Закрываемое акционерное общество «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством», Солигорск

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ
ПРОИЗВОДСТВА ЗАО «СОЛИГОРСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ С ОПЫТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ»
НА РУДНИКАХ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛІЙ» (СОЛИГОРСК)**

Текст публикации не представлен по решению авторов.

Репозиторий БарГУ

УДК 621.762

А. К. Гавриленя,

кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

А. В. Кустинский

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ТВЁРДЫХ МАТЕРИАЛОВ В РОЛИКО-КОЛЬЦЕВЫХ МЕЛЬНИЦАХ

Предложена математическая модель силового взаимодействия размольных тел роliko-кольцевой мельницы с твёрдыми материалами. Указано условие, необходимое для недопущения заклинивания роliko-кольцевых мельниц.

A mathematical model of force interaction of bodies grinding roller-ring mill with the hard materials. Specify the condition required to prevent jamming of roller-ring mills.

Введение. Измельчение представляет одну из самых распространённых в природе и производстве операций воздействия на материалы, в результате которой они приобретают более высокие

потребительские свойства. Деформация и разрушение частиц порошка увеличивают его удельную поверхность и химическую активность с окружающей средой.

Одними из высокопроизводительных и энергоэффективных измельчителей являются мельницы валкового типа [1].

Основная часть. К основным недостаткам мельниц валкового типа относится ограничение размеров частиц исходного материала, определяемых углом их захвата $\alpha \leq 2 \arctg f$ [2]. Это обуславливает громоздкость их конструкции с валками диаметром до 1 000 мм и более. В роliko-кольцевых мельницах, в которых материал обрабатывается между валком и внутренней поверхностью кольца, этот недостаток отсутствует из-за однонаправленной кривизны размольных тел — кольца и расположенных в нём роликов. Размер обрабатываемых кусков в этих устройствах ограничивается разностью диаметра валка и внутренней поверхностью кольца. При этом значительно возрастает длина очага деформации и уплотнения, следовательно, и интенсивность проработки материала за один проход. Во избежание заклинивания прижим роликов к кольцу и измельчаемому материалу осуществляют через упругие элементы (пружинный механизм) или центробежными силами выполненных в виде втулок размольных тел, свободно насаженных на оси вращающегося в кольце ротора. Сравнительно невысокие технологические усилия при этом компенсируются многократным воздействием размольных тел на материал, позволяя получать высокодисперсные порошки из твёрдых и сверхтвёрдых материалов.

В условиях многороликовой мельницы для увеличения контактных с материалом напряжений при сравнительно низких технологических усилиях используют ролики малого диаметра, значительно меньшего диаметра внутренней рабочей поверхности кольца [3].

Представим схему обработки давлением роликом тонкого слоя H (рисунок 1).

Авторами Е. Б. Ложечниковым и Е. М. Дубовской получена формула для расчёта действующей на материал нормальной силы:

$$P_k = P_n (1 + f / \operatorname{tg} \beta) / (1 + f^2) = m_b \omega_0^2 (R - R_b - h)(1 + f / \operatorname{tg} \beta) / (1 + f^2), \quad (1)$$

где f — коэффициент трения; m_b — масса втулки; R — внутренний радиус кольца; R_b — радиус втулки; h — толщина слоя измельчаемого материала [4].

Обозначим коэффициент трения между роликом и измельчаемым материалом f_k , а между пальцем и роликом f_n . Тогда выражение (1) примет вид

$$P_k = m_k \omega_0^2 (R - R_b - h)(1 + f_n / \operatorname{tg} \beta) / [1 + f_n f_k - (f_k - f_n) / \operatorname{tg} \beta]. \quad (2)$$

Из формулы (2) очевидно, что с увеличением толщины h слоя обжимаемого роликом материала угол β и, следовательно, $\operatorname{tg} \beta$ уменьшаются и в пределе могут достигнуть нуля, при этом усилии P_k будет возрастать до бесконечности. Это свидетельствует о возможном заклинивании ротора или поломке наиболее слабого звена в конструкции (изгиб шпилек).

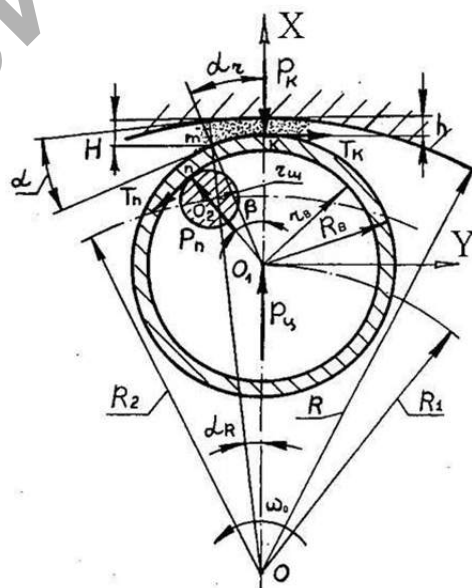


Рисунок 1 — Схема силового взаимодействия размольных тел с измельчаемым материалом

Во избежание этого подачу материала в зону размола необходимо дозировать и не допускать попадания кусков с размерами, превышающими или близкими к наибольшему возможному зазору между кольцом и роликом.

Заключение. Анализ силового взаимодействия размольных тел ролико-кольцевой мельницы с твёрдыми материалами даёт основание говорить о том, что для устойчивой работы ролико-кольцевой мельницы необходима дозированная подача исходного материала в зону размола, а в исходном материале нежелательны частицы с размером и прочностью, способными вызвать заклинивание роликов в кольце.

Список цитируемых источников

1. Сиденко П. Л. Измельчение в химической промышленности. М. : Химия, 1968. 382 с.
2. Акунов В. И. Валковые мельницы высокого давления // Строит. и дорож. машины. 1994. № 7. С. 10—11.
3. Ложечников Е. Б., Дубовская Е. М. Технология размола материалов в ролико-кольцевой мельнице центробежного типа // Материалы, технологии, инструменты. 1999. № 1. С. 79—81.
4. Там же.

УДК 621.74.047

В. П. Груша,

кандидат технических наук

*Государственное научное учреждение «Институт технологии металлов
Национальной академии наук Беларуси», Могилёв*

В. Ф. Бевза,

кандидат технических наук

*Государственное научное учреждение «Институт технологии металлов
Национальной академии наук Беларуси», Могилёв*

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ИЗ ЧУГУНА ЛИТЕЙНО-ТЕРМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Приведено описание и преимущества принципиально нового эффективного метода литья полых цилиндрических заготовок без применения стержня.

Description and advantages of the fundamentally new efficient method for casting of hollow cylindrical billets without application of the rod are presented.

Введение. Качество чугуновых литых изделий в основном определяется структурой и плотностью материала отливки. От этих параметров, в первую очередь, зависит надёжность, технико-экономические, эксплуатационные характеристики и ресурс работы готового изделия.

Известно, что более высокими прочностными характеристиками обладает чугун с плотной мелкодисперсной структурой. Поэтому в основе любой технологии лежит стремление обеспечить высокую интенсивность теплоотвода от поверхности затвердевающей отливки, однонаправленность затвердевания металла, постоянное обильное питание фронта кристаллизации перегретым расплавом в течение всего времени затвердевания. Традиционные способы литья не всегда могут обеспечить такие условия. Наиболее полно требованиям получения отливок высокого качества отвечают методы литья, в основу которых положены принципы организации направленного затвердевания металла.

Целью настоящей работы является представление результатов исследований по разработке и созданию принципиально нового литейно-термического метода формирования отливок.

Основная часть. Для производства деталей типа гильз, втулок и колец в ГНУ «Институт технологии металлов Национальной академии наук Беларуси» разработан метод получения полых отливок намораживанием (направленным затвердеванием) в непрерывно-циклическом режиме литья из чугунов различных типов [1].

При намораживании, как и при любом другом виде литья, качество заготовок, в первую очередь, определяется характером теплоотвода от затвердевающей отливки и условиями её взаимодействия с формой. Это взаимодействие начинается с момента контакта жидкого металла с рабочей поверхностью кристаллизатора. В месте контакта начинается и последовательно протекает затвердевание корочки металла в радиальном направлении в глубь расплава. При этом дендриты в структуре отливок растут перпендикулярно поверхности теплоотвода от наружной поверхности формирующейся отливки. Именно такое расположение структурных составляющих обеспечивает максимально высокую износостойкость рабочей поверхности деталей типа тел вращения.

При литье намораживанием скорость кристаллизации металла в наружных слоях отливки составляет около 2,5 мм / с. По мере удаления фронта затвердевания от стенки кристаллизатора скорость значительно снижается, и уже при толщине стенки отливки 12...14 мм она составляет примерно 0,3...0,4 мм / с [2]. Такие условия формирования отливок из серого чугуна способствуют образованию градиентной структуры по толщине стенки. В эвтектическом интервале температур при затвердевании наружных слоёв отливки в междендритных участках образуются аустенитно-цементитные колонии (ледебуритная эвтектика). Средняя и внутренняя зоны заготовки затвердевают с образованием аустенитно-графитных агрегатов.

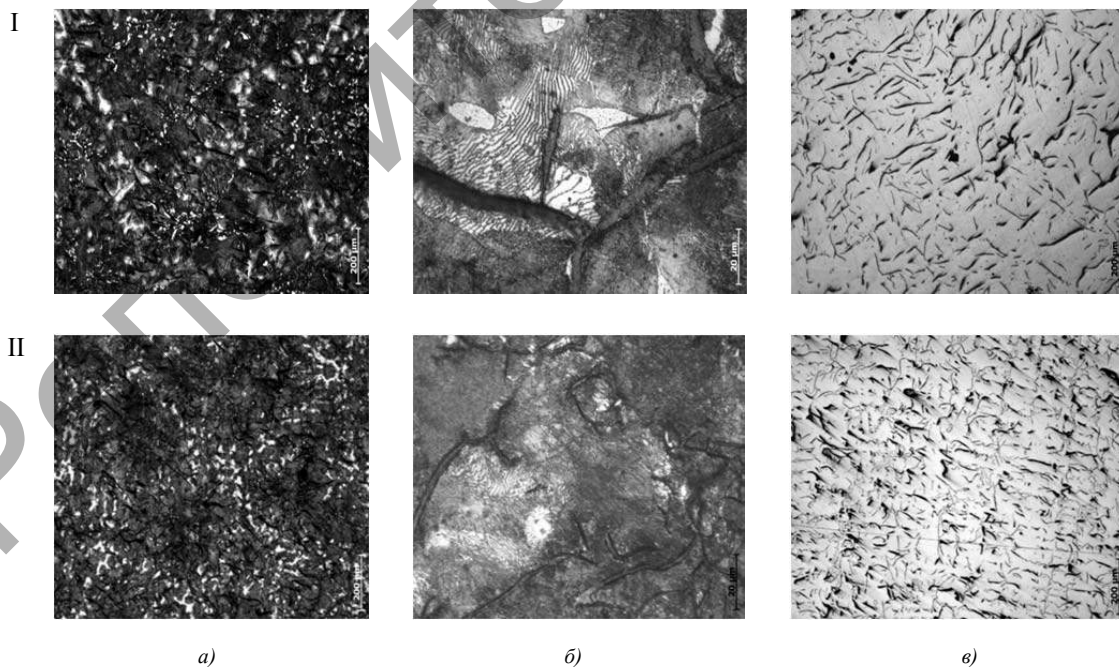
Этому методу присуща ещё одна важная особенность. В момент извлечения из кристаллизатора и расплава отливка имеет высокую температуру: на внутренней поверхности — температуру солидуса, на наружной — 900...1 000°C. Это даёт достаточно широкие возможности для управления процессом структурообразования на этапе вторичного охлаждения за счёт первичного тепла отливки без применения дополнительных источников энергии. При охлаждении на воздухе в естественных условиях в её наружной зоне процесс распада цементита не всегда успеваеет пройти полностью. Выдержка же извлечённой из кристаллизатора отливки в термокамере, выполняющей функцию термоса, обеспечивающего охлаждение со скоростью не более 0,5 К / с, способствует полному распаду эвтектического цементита в её наружном слое. После выемки отливки из термокамеры её охлаждение в области эвтектоидных превращений на воздухе в условиях естественной конвекции происходит со скоростью 1,5...1,2 К / с, что обеспечивает получение практически полностью перлитной матрицы (П96...П).

Анализ структуры отливок, полученных из чугуна одного и того же состава литьём в сухую стержневую форму и направленным затвердеванием, показал, что в первом случае дисперсность перлита (ПД) составляет 1,5...2,5, а во втором 0,5...1,0 (рисунок 1). Кроме того, размеры и характер распределения включений фосфидной эвтектики и графита предпочтительнее в отливках, полученных направленным затвердеванием.

Структура получаемых отливок из низколегированного серого чугуна перлитного класса в максимальной степени соответствует требованиям, предъявляемым к машиностроительным деталям ответственного назначения. Материал отливок, полученных методом намораживания, имеет высокую дисперсность металлической основы, благоприятное строение графитовой фазы и фосфидной эвтектики для деталей, работающих в условиях трения.

Твёрдость материала составляет 101...105 HRB. При этом изменение твёрдости по периметру отливки в поперечном сечении не превышает 2,5...3 единиц, а по высоте и толщине стенки отливки — 0,03%.

При степени эвтектичности ~0,85 предел прочности чугуна, легированного хромом, никелем и медью, в десятых долях процента составляет 295...305 МПа. Последующая термическая обработка деталей (закалка) позволяет получать твёрдость в диапазоне от 35 до 50 HRC.



a — металлическая матрица; *б* — дисперсность перлита; *в* — распределение и форма графитовых включений

Рисунок 1 — Структура чугуна, полученного литьём в стержневую форму (I) и методом намораживания (II)

Заключение. Принципиально новыми преимуществами описанной схемы литья и условий формирования отливок по сравнению со всеми существующими методами являются: 1) сочетание интенсивного одностороннего теплоотвода с постоянным избыточным питанием фронта затвердевания перегретым расплавом в течение всего времени формирования отливки в кристаллизаторе, определяющее получение плотной мелкодисперсной структуры и исключающее появление усадочной и газовой пористости, раковин, неметаллических включений и т. п.; 2) возможность управления процессом структурообразования чугуна вне формы за счёт использования первичного тепла отливки, температура которой после извлечения из кристаллизатора всегда выше A_{c3} ; 3) отсутствие внутреннего стержня определяет свободную усадку затвердевающей и охлаждающейся отливки и исключает возникновение больших напряжений и брака по горячим трещинам; 4) высокая производительность процесса литья за счёт большой скорости затвердевания металла и получения заготовок мерной длины в условиях непрерывной разливки.

Список цитируемых источников

1. Marukovich Y. I., Bevza U. F., Grusha V. P. Continuously — iterative casting by freezing — up of tube billets // *Advanced Sustainable Foundry* : proc. 71th World Foundry Congress. Bilbao, 2014 ; Marukovich Y. I., Bevza U. F. Fundamentally New Effective Process, of Casting of Hollow Cylindrical Billets of Cast Iron by the Method of Directional Solidification // *Key Engineering Materials*. 2011. Vol. 457. P. 465—469 ; Марукович Е. И., Бевза В. Ф., Груша В. П. Принципиально новый эффективный процесс литья полых цилиндрических заготовок из чугуна методом направленного затвердевания // *Литьё и металлургия*. 2010. № 3. С. 21—24 ; Формирование отливок из высокохромистого чугуна в металлической водоохлаждаемой форме / Е. И. Марукович [и др.] // *Двигателестроение*. 2014. № 1 (255). С.41—45.
2. Marukovich Y. I., Bevza U. F., Grusha V. P. Continuously — iterative casting by freezing — up of tube billets // *Advanced Sustainable Foundry* : proc. 71th World Foundry Congress. Bilbao, 2014 ; Marukovich Y. I., Bevza U. F. Fundamentally New Effective Process, of Casting of Hollow Cylindrical Billets of Cast Iron by the Method of Directional Solidification // *Key Engineering Materials*. 2011. Vol. 457. P. 465—469.

УДК 621:658.345.8

П. П. Дегтеров,

кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

В. А. Потапов

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

АНАЛИЗ АВТОМАТИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВ

В статье рассмотрены преимущества процесса автоматизации производств в целях повышения безопасной деятельности человека.

The article discusses the benefits of automation to improve the safety of human activity.

Введение. Технический прогресс и связанные с ним высокие темпы производства меняют условия труда, его процесс и организацию. Создание для работающих безопасных условий труда является одной из важных социально-экономических проблем в мире.

По оценкам Международной организации труда, общее количество пострадавших от несчастных случаев на производстве составляет 270 млн человек в год [1].

В Республике Беларусь ежегодно на производстве травмируется свыше 5 тыс. работников, из них около 160 погибает, а свыше 800 человек получают тяжёлые травмы из-за нарушений требований охраны труда.

Важнейшим фактором наряду с другими, способствующими сокращению числа несчастных случаев, является автоматизация производств в различных отраслях промышленности.

Наилучшим образом вопросы автоматизации производства, исключающие участие работников в выполнении технологических операций и повышающих их безопасность, решаются в машиностроении путём комплексной автоматизации производственных процессов.

Основная часть. Комплексная автоматизация производственных процессов рассматривается сегодня как система автоматизации, охватывающая всё производство — от проектирования изделий и технологии до изготовления продукции и доставки её потребителю. Промышленные роботы, робототехнические комплексы, гибкие производственные системы — это более совершенный этап в комплексной автоматизации производства. Начатая в начале 1980-х гг. интенсивная интеграция двух

сфер — автоматизации обработки информации и автоматизации технологических производств — привела к появлению и быстрому развитию нового направления, получившего название гибких автоматизированных производств (далее — ГАП), которых к концу XX в. в мире было создано около 600 [2].

Создание ГАП не является чисто технической задачей. На данном этапе научно-технического прогресса значительные изменения в технике и технологии неразрывно связаны с изменением характера труда человека, повышением требований к качеству, решением задач социально-экономического и психофизиологического характера. Поэтому для достижения ожидаемого от комплексной автоматизации эффекта необходимо, прежде всего, в основу оптимального функционирования любой автоматизированной производственной системы, её элементных технологий закладывать требование решения двух органически взаимосвязанных задач: обеспечения конечной цели производства и обеспечения безопасности трудового процесса. Если в основе решения первой задачи заложено получение необходимого конечного продукта определённого количества и качества, снижение его себестоимости и т. п., то при решении второй задачи, в первую очередь, предусматривается реализация важнейшей социальной функции производства — обеспечение безопасности трудового процесса. Поэтому наличие опасных и вредных производственных факторов, вероятность возникновения опасных, критических и аварийных ситуаций, формирующих несчастные случаи или аварии, степень и характер их отрицательного воздействия на окружающую среду или производственный персонал, представляют собой один из главных комплексных показателей качества любого роботизированного модуля, комплекса или гибкой производственной системы. Накопленный в мире опыт практического использования промышленных роботов свидетельствует о том, что в ряде случаев опасность их применения превышает пользу. Основные элементы ГАП как объекты проектирования и управления — гибкий производственный комплекс, система, гибкий технологический комплекс, участок, гибкий транспортно-складской комплекс, гибкий обрабатывающий модуль, складской модуль и др. — представляют собой системы нового класса, отличающиеся сложностью, комплексностью и многофункциональностью компонентов. В рамках оптимального функционирования ГАП и его элементов главное техническое направление работ связано с созданием комплекса наиболее высокопроизводительных и безопасных технических средств, а также программных средств обеспечения безопасности производственных процессов в целом. Основной базой технических средств для создания ГАП в настоящее время являются серийно выпускаемые в стране металлорежущие станки с числовым программным управлением [3]. Данные станки применяются также и на предприятиях в Барановичах, на базе которых было проведено комплексное курсовое исследование исходного состояния и возможности модернизации и улучшения качественных показателей производственного процесса в целом. Проведённое исследование показало, что в исходном состоянии станки предприятий не отвечают ни требованиям безопасности, ни требованиям гибкого автоматизированного производства, что обосновывается низкой материальной базой и оснащённостью. Расширение возможностей предприятий за счёт оснащения средствами робототехники, объединение их в управляемые от ЭВМ гибкие автоматизированные комплексы с автоматическими складами и транспортом без системного анализа, количественной оценки степени и характера отрицательного воздействия опасных и вредных производственных факторов на человека и окружающую среду, разработки эффективных методов контроля и управления средствами обеспечения безопасности производственного процесса может привести не только к появлению роботов-убийц или гибких производственных систем с высокими уровнями скрытой потенциальной опасности, но и к непредвиденным отрицательным социальным последствиям [4].

Заключение. Рассматривая безопасность гибких производственных систем как сложную систему с обратными связями и комплексный показатель безопасности, можно сделать вывод о том, что создание и развитие ГАП — современный и результативный этап в комплексной автоматизации производств, включающий в себя не только повышение безопасности на производстве, но и улучшение качества рабочих мест путём снижения уровня несчастных случаев, позволяющий проявлять углублённую инициативу, что, в свою очередь, приводит не только к повышению уровня и изменению характера человеческого труда, но и, по сути, приравнивается к решению психофизических, экономических и ряда других задач в различной степени. Данная политика даст возможность повысить рейтинг белорусских заводов и предприятий относительно других стран.

Список цитируемых источников

1. Волчкевич И. И. Автоматизация производственных процессов : учеб. пособие для студентов вузов. 2-е изд. М. : Машиностроение, 2007. 380 с.
2. Там же.
3. Автоматизация технологических процессов лёгкой промышленности : учеб. для вузов / Л. Н. Плужников [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Легпромбытиздат, 1993. 368 с.
4. Лазарева Г. Я., Мартеньянов Ю. Ф. Основы теории автоматического управления : учеб. пособие. Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2003. 308 с.

ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ НА АЗОТИРУЕМЫЙ СЛОЙ СТАЛЕЙ

Рассмотрен вопрос влияния среды защитных газов на азотируемый слой сталей. В работе были проведены исследования влияния состава рабочих газов на процесс азотирования и микротвёрдость поверхности образцов из сталей 38Х2МЮА, 40Х, 18ХГТ.

Considers influence of the environment of protective gases on anotherway layer of steel. In this work were investigated the effect of working gas composition on the nitriding process and the surface microhardness of samples of steel 38Х2МОА, 40Х, 18НГТ.

Введение. Ионно-плазменное азотирование. Метод химико-термической обработки изделий из стали и чугуна с большими технологическими возможностями, позволяющий получать диффузионные слои нужного состава путём использования разных газовых сред, т. е. процесс диффузионного насыщения управляем и может быть оптимизирован в зависимости от конкретных требований к глубине слоя и твёрдости поверхности [1].

Основная часть. Эксперименты проводили на универсальной полупромышленной установке ионного азотирования дверного типа, находящейся в лаборатории инженерного факультета учреждения образования «Барановичский государственный университет» (рисунок 1).

Толщина азотированного слоя определялась методом травления прямого микрошлифа. Замеры распределения микротвёрдости по глубине азотированного слоя проводились на косых шлифах. Эффективная толщина слоя измерялась по кривой распределения твёрдости до значения твёрдости неазотированного материала.

В работе были проведены исследования влияния состава рабочих газов на процесс азотирования и микротвёрдость поверхности образцов из сталей 38Х2МЮА, 40Х, 18ХГТ. В эксперименте в качестве рабочих газов использовалась смесь азота, аргона и водорода (N_2 — 50%, Ar — 45%, H_2 — 5%). Технологический режим P — 100 Па; напряжение горения разряда U — 500 В; ток разряда I — 500 мА, плотность тока разряда j — 15 мА / см². Температура T обрабатываемых образцов составляла 550°С, а длительность азотирования t — 8 ч.

В результате проведённых исследований были получены следующие результаты: для стали 38Х2МЮА — глубина слоя 0,25...0,30 мм, хрупкость слоя 1 балл (нехрупкий), микроструктура слоя $\alpha + \gamma' +$ карбиды + нитриды (зона внутреннего азотирования), твёрдость 1 049...1 145 HV5; для стали 40Х — глубина слоя 0,20...0,24 мм, хрупкость слоя 1 балл (нехрупкий), микроструктура слоя $\alpha + \gamma' +$ карбиды + нитриды (зона внутреннего азотирования), твёрдость 532...603 HV5; для стали 18ХГТ — глубина слоя 0,20...0,25 мм, хрупкость слоя 1 балл (нехрупкий), микроструктура слоя $\alpha + \gamma' +$ карбиды + нитриды (зона внутреннего азотирования), твёрдость 666...726 HV5.



Рисунок 1 — Универсальная полупромышленная установка ионного азотирования дверного типа

Заключение. С помощью ионно-плазменного азотирования можно улучшить следующие характеристики изделий: износостойкость, усталостную выносливость, антизадирные свойства, теплостойкость, а также коррозионную стойкость.

Список цитируемых источников

1. Зинченко В. М. Инженерия поверхности зубчатых колёс методами химико-термической обработки. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. 303 с.

УДК 621.778

Н. В. Чичкап,

кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОХОДНЫХ РЕЗЦОВ
С ТВЁРДОСПЛАВНЫМИ ПЛАСТИНКАМИ МАРОК Т15К6 И ВК8
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК ИЗ СТАЛИ 40Х13**

Текст публикации не представлен по решению автора.

Репозиторий БарГУ

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

УДК 330.322.01

М. В. Бобович, М. А. Панфило, И. С. Харкевич

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

МЕХАНИЗМ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В статье говорится о способах инвестирования, причинах, по которым выгодно инвестировать в экономику, а также о гарантиях инвесторам по законодательству Республики Беларусь.

In article it is told about ways of investment, the reasons on which it is favorable to invest in economy, and also about guarantees to investors by the legislation of Republic of Belarus.

Введение. Процесс инвестирования играет важную роль в экономике любой страны. Он в значительной степени определяет экономический рост государства и занятость населения, является важным элементом базы, на которой основывается экономическое развитие общества. Поэтому проблема, связанная с эффективным осуществлением инвестирования, заслуживает серьёзного внимания, особенно в настоящее время — время укрупнения субъектов рыночных отношений и передела собственности.

Основная часть. Термин «инвестиции» (лат. invest) означает «вкладывать». В более широкой трактовке инвестиции представляют собой долгосрочные вложения внутри страны и за рубежом. Реальные инвестиции — это вложения капитала в материальные и нематериальные активы, а финансовые представляют собой вложения в финансовые активы [1, с. 9]. При этом прирост капитала должен быть достаточным для того, чтобы компенсировать инвестору отказ от использования имеющихся средств на потребление в текущем периоде, вознаградить его за риск, возместить потери от инфляции в предстоящем периоде.

В соответствии с Законом Республики Беларусь от 12 июля 2013 г. № 53-З «Об инвестициях», «инвестиции — любое имущество и иные объекты гражданских прав, принадлежащие инвестору на праве собственности, ином законном основании, позволяющем ему распоряжаться такими объектами, вкладываемые инвестором на территории Республики Беларусь способами, предусмотренными настоящим Законом, в целях получения прибыли (доходов) и (или) достижения иного значимого результата либо в иных целях, не связанных с личным, семейным, домашним и иным подобным использованием, в частности:

- движимое и недвижимое имущество, в том числе акции, доли в уставном фонде, паи в имуществе коммерческой организации, созданной на территории Республики Беларусь, денежные средства, включая привлечённые, в том числе займы, кредиты;
- права требования, имеющие оценку их стоимости;
- иные объекты гражданских прав, имеющие оценку их стоимости, за исключением видов объектов гражданских прав, нахождение которых в обороте не допускается (объекты, изъятые из оборота)» [2, ст. 1].

«Под инвестиционной деятельностью понимается совокупность практических действий граждан, юридических лиц и государства, направленных на расширенное воспроизводство основного и оборотного капитала с целью удовлетворения потребностей общества и каждого его члена на основе привлечения и вложения всех видов имущественных и интеллектуальных ценностей в хозяйственно-коммерческие, научные, культурные, благотворительные и любые иные предприятия и проекты, цели которых не противоречат законодательству Республики Беларусь» [3, ст. 1].

«На территории Республики Беларусь инвестиции осуществляются следующими способами:

- 1) созданием коммерческой организации;
- 2) приобретением, созданием, в том числе путём строительства, объектов недвижимого имущества (за исключением случаев приобретения или строительства жилых домов, жилых помещений);
- 3) приобретением прав на объекты интеллектуальной собственности;
- 4) приобретением акций, долей в уставном фонде, паёв в имуществе коммерческой организации, включая случаи увеличения уставного фонда коммерческой организации;
- 5) на основе концессии;
- 6) иными способами, кроме запрещённых законодательными актами Республики Беларусь» [4, ст. 4].

Показатель	2012	2013	2014
Объём иностранных инвестиций, поступивших в реальный сектор экономики Республики Беларусь, млн дол. США	14 329,8	14 974,3	15 084,4
Инвестиции в основной капитал (в фактически действовавших ценах), млрд белорус. р.	154 442,4	209 574,6	225 658,9

Сегодня можно выделить следующие причины, по которым выгодно инвестировать в экономику Республики Беларусь: преимущества для инвесторов, компаний с участием иностранного капитала; защита прав иностранного инвестора; международно-правовое регулирование инвестиционной сферы; положительный опыт иностранных компаний в реализации инвестиционных проектов; выгодное экономико-географическое и геополитическое положение; макроэкономическая стабильность; развитый промышленный, научно-технический и экспортный потенциал; высококвалифицированные кадры, обладающие опытом работы на современных предприятиях; единое таможенное пространство с Россией; развитая транспортная инфраструктура; низкие производственные расходы (аренда, связь, коммуникации, электроэнергия, инфраструктура); свободные экономические зоны; отношения с международными финансовыми организациями; стабильная политическая и социальная ситуация; благоприятный инвестиционный климат с развитым инвестиционным законодательством.

Подтверждением перечисленных причин служат данные Национального статистического комитета Республики Беларусь (таблица 1).

Анализируя рост показателей, можно уверенно сказать, что страна создаёт все условия для выгодного инвестирования. Сегодня практически вся территория республики (порядка 95%) представляет собой совокупность успешно функционирующих различных преференциальных режимов для осуществления инвестиций, в рамках которых инвесторам предоставляются налоговые, таможенные льготы и иные преимущества для создания и ведения успешного бизнеса. Сфера деятельности таких режимов обширна — от стимулирования высокотехнологичных и экспортоориентированных производств до развития регионов республики без привязки к определённым видам деятельности в рамках инвестиционных договоров с Республикой Беларусь.

Законодательство Республики Беларусь гарантирует инвесторам следующие права: на льготы и преференции при осуществлении инвестиционной деятельности; равенство прав при осуществлении инвестиционной деятельности, а также равную защиту прав и законных интересов; собственности и иные вещные права, а также имущественные права, приобретённые законным способом; самостоятельно распоряжаться прибылью, полученной в результате осуществления инвестиционной деятельности; беспрепятственно переводить за пределы Республики Беларусь прибыль (доходы) и иные правомерно полученные денежные средства; инвестиции не могут быть безвозмездно национализированы, реквизированы, к ним также не могут быть применены меры, равные указанным по последствиям; на предоставление земельных участков в пользование, аренду и собственность; на привлечение в Республику Беларусь иностранных граждан и лиц без гражданства для осуществления трудовой деятельности; на заключение договора (договоров) с Республикой Беларусь; защиту имущества от национализации и реквизиции; на досудебное разрешение споров.

Всего за январь—июль 2015 г. в реальный сектор Республики Беларусь (без банков) поступило 5,7 млрд дол. США валовых иностранных инвестиций, из них прямых — 4,1 млрд, что составляет 71,6% от общего объёма, портфельных — 0,002 млрд, прочих — 1,6 млрд.

Заключение. Инвестиционная привлекательность страны — это больше, чем благоприятные налоговые и торговые режимы. Сюда относятся и вопросы взаимного доверия государства и бизнеса, частно-государственного партнёрства, определённости в экономической политике и стабильности «правил игры». Понимая острую борьбу за инвестора на мировом рынке, белорусское государство предпринимает беспрецедентные меры в данном направлении.

Сегодня Беларусь системно идёт по пути развития и совершенствования инвестиционного климата для дальнейшего продвижения сотрудничества со всеми странами и регионами мира.

Список цитируемых источников

1. Орлова Е. Р. Инвестиции : учеб. пособие. М. : Омега-Л, 2015. 240 с.
2. Об инвестициях [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 12 июля 2013 г., № 53-3 // Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь. URL: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=12551&p0=H11300053&p1=1> (дата обращения: 13.09.2015).
3. Об инвестиционной деятельности в Республики Беларусь : Закон Респ. Беларусь, 29 мая 1991 г., № 824-XII // Ведомости Верхов. Совета Белорус. ССР. 1991. № 22.
4. Об инвестициях [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 12 июля 2013 г., № 53-3.

УДК 656.029

В. А. Войтик

*Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Южный федеральный университет»,
Ростов-на-Дону, Российская Федерация*

**УПРАВЛЕНИЕ НЕФТЕГАЗОВОЙ КОРПОРАЦИЕЙ
В ГЛОБАЛЬНОЙ СРЕДЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ**

Текст публикации не представлен по решению автора.

Репозиторий Баргу

УДК 658.15

Ю. Е. Горбач, С. А. Волчѣк

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

Д. А. Лабоцкий,

кандидат экономических наук, доцент

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТНОГО МЕТОДА ПРИ ОЦЕНКЕ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Статья посвящена актуальной в современных экономических условиях проблеме оценки финансового состояния промышленного предприятия. Эти условия обуславливают проведение предприятиями политики по поддержанию и укреплению финансового состояния. Его оценка является частью финансового анализа, в основе которого лежит коэффициентный метод. Для оценки финансового состояния промышленного предприятия предлагается использовать определённую систему из 16 экономических показателей.

The article is devoted to current economic conditions assessment of the financial condition of the industrial enterprise. These conditions contribute to the conduct of the businesses of policies to maintain and strengthen the financial condition. Evaluation of this condition is part of the financial analysis. And at the heart of the financial analysis is ratio method. To assess the financial condition of the industrial enterprise it is proposed to use a system of 16 economic indicators.

Введение. В основе оценки финансового состояния предприятия чаще всего лежит метод финансовых коэффициентов. Такой метод позволяет достаточно быстро сделать объективное заключение о степени финансового благополучия промышленного предприятия. Коэффициентный метод является одной из главных составляющих финансового анализа как начального этапа обработки информации об объекте оценки. Удобство его применения обусловлено, главным образом, наличием необходимой исходной информации и информативностью получаемых в результате значений коэффициентов.

Основная часть. Система коэффициентов для оценки финансового состояния предприятия позволяет решать следующие задачи: выявлять сильные и слабые стороны управления финансовыми потоками, диспропорции в структуре капитала; служить одним из источников информации об уровне

риска, присущем предприятию; обеспечивать базу для сравнения с другими предприятиями. При этом выбранные для анализа коэффициенты должны иметь ясный экономический смысл и быть слабо коррелированы между собой, количество коэффициентов — минимально, однако не в ущерб качеству оценки, система коэффициентов — такова, чтобы анализ позволял увеличить точность оценки и разработать необходимые мероприятия [1].

Для получения оперативной и объективной оценки общего финансового состояния промышленного предприятия считаем целесообразным и удобным использование следующих 16 коэффициентов и показателей: коэффициент прилива, оседания, абсолютной ликвидности, покрытия оттока, достаточности, автономии, финансовой зависимости, финансового риска, покрытия задолженности, обеспеченности собственными оборотными средствами, текущей ликвидности, коэффициент Бивера, а также рейтинговое число, двухфакторная модель, эффект финансового рычага и свободный поток.

Расчёт и анализ этих показателей следует проводить в четыре этапа: 1) классификация финансовых потоков предприятия и проверка сбалансированности; 2) общая оценка финансовых потоков предприятия; 3) оптимизация структуры по критерию максимизации уровня финансового рычага и одновременно по критерию максимизации свободного потока предприятия; 4) общие выводы и разработка мероприятий.

На первом этапе финансовые потоки промышленного предприятия классифицируются по различным признакам, а также проводится проверка сбалансированности положительных и отрицательных потоков. Для этого нужно рассчитать и проанализировать определённые показатели: коэффициенты прилива, оседания, абсолютной ликвидности, покрытия оттока, достаточности [2].

На втором этапе рассматривается система коэффициентов финансовой устойчивости и финансового состояния предприятия: коэффициенты автономии, финансовой зависимости, финансового риска, покрытия задолженности, обеспеченности собственными оборотными средствами, текущей ликвидности и коэффициент Бивера. При получении отрицательных результатов переходим к оценке вероятности банкротства. Эту оценку считаем целесообразным проводить по рейтинговому числу и двухфакторной модели [3].

На третьем этапе для проведения оптимизационных расчётов используются механизм финансового левериджа и формула свободного потока промышленного предприятия. При этом оптимизация будет многокритериальной и позволит точнее определить оптимальную структуру капитала предприятия [4].

На четвёртом этапе формулируются общие выводы по результатам расчётов.

Ещё одним важным моментом является учёт минимального прогнозного уровня экономической рентабельности. Построим линию изменения экономической рентабельности предприятия за несколько предыдущих периодов и выберем минимальные значения. Определим среднюю величину, которую и будем подставлять в формулу эффекта финансового рычага (рисунок 1). Минимальным будем считать значение 0,4.

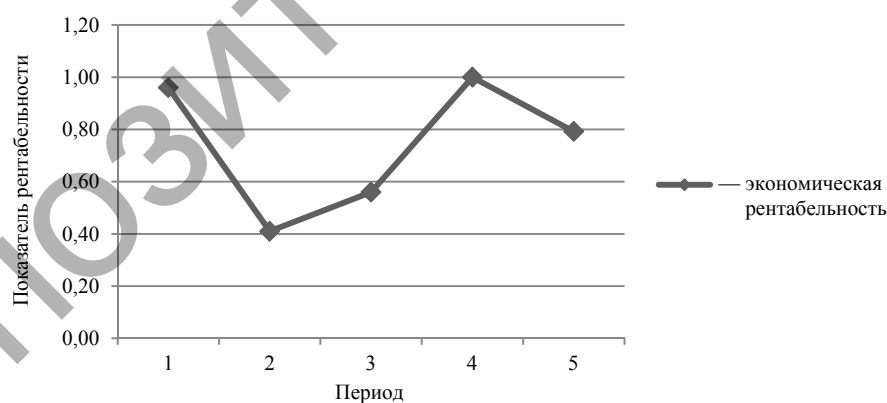


Рисунок 1 — Динамика экономической рентабельности промышленного предприятия за последние пять лет

Примечание. Источник: собственная разработка.

Заключение. Предложенная система коэффициентов и показателей будет давать оперативную, системную и качественную оценку общего финансового состояния промышленного предприятия. Коэффициентный анализ является ключевым методом анализа финансового состояния, поскольку на основе финансово-экономических коэффициентов проводится количественная оценка состояния промышленного предприятия и принимаются конкретные управленческие решения, разрабатываются мероприятия по повышению эффективности деятельности. Для оценки финансового состояния промышленного предприятия предлагалось использовать систему из 16 экономических показателей.

Список цитируемых источников

1. Мухаметшин А. Т., Антипов А. В. Коэффициентный анализ: сложности и ограничения практического применения. URL: http://afdanalyse.ru/news/koefficientnyj_metod_analiza/2011-06-26-161 (дата обращения: 12.09.2015).
2. Горбач Ю. Е. Совершенствование организационно-экономического механизма управления финансовыми потоками предприятия // Экономика и управление. 2015. № 2 (42). С. 36—39.
3. Там же.
4. Там же.

УДК 330.38

В. В. Климук

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

МОДЕРНИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ МАТЕРИАЛОПОТРЕБЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье предлагается система автоматического мониторинга использования материальных ресурсов для внедрения на промышленном предприятии и обеспечения сокращения материалоёмкости, снижения трудоёмкости изготовления продукции.

The paper proposes a system of automatic monitoring of the use of material resources for implementation of an industrial plant and ensure the reduction of materials, reduction of the complexity of manufacturing products.

Введение. Эффективное использование материальных ресурсов позволяет снизить материалоёмкость продукции и, как результат, себестоимость продукции в целях повышения её конкурентоспособности. Изучению проблем оптимизации ресурсопользования принадлежат научные работы таких учёных, как Г. В. Астратова, З. К. Анаева, В. В. Климук, Ю. А. Кузнецова, Л. В. Латыпова, И. Г. Павленко, И. А. Светкина, Д. В. Ходос, В. С. Юрина и др. [1].

Основная часть. В целях увеличения отдачи от затраченных материальных ресурсов предлагается система автоматического мониторинга использования материальных ресурсов на промышленном предприятии (рисунок 1).

Предложенная система включает передатчики и сервер по обработке информации. Передатчиками информации являются пульта с типовым интерфейсом, установленные на рабочих местах в производственных подразделениях промышленного предприятия и связанные между собой и с сервером по обработке цифровой информации. Результаты обработки информации передаются на табло-информаторы. В качестве показателей, отражаемых на табло-информаторах, выступают текущий и прошлый (день, месяц) уровень материалоёмкости продукции, уровень производительности труда, текущая и планируемая месячная величина заработной платы, дефицит материальных ресурсов в количестве и по видам (см. рисунок 1).

Процесс функционирования предложенной системы следующий. В ходе выполнения производственного цикла рабочие с помощью пультов на рабочих местах отправляют в обрабатывающий центр информацию о величине расхода непосредственно используемых по своей деятельности видов материальных ресурсов, требуемые материальные ресурсы, количество обработанных (изготовленных) изделий и другие данные в зависимости от функциональных обязанностей.

Применение системы автоматического мониторинга позволит сократить простои от ожиданий поставки требуемого количества и видов материальных ресурсов. Также с помощью данной системы планируется сократить расходы материальных ресурсов. В результате действующей системы материального стимулирования рабочие будут заинтересованы в экономии материальных ресурсов (их рациональном использовании). При постоянстве остальных факторов производства снижение расходов материальных ресурсов на 1% позволит увеличить прибыль предприятия на соответствующую величину. Для эффективного функционирования предприятие при определении размера премии рабочему за экономии ресурсов должно устанавливать ограничения.

Так как важнейшим стимулом рабочих является материальное вознаграждение, с помощью данной системы рабочие в целях увеличения своего заработка (размер которого отражается на табло в цехе) будут стремиться обеспечить снижение расходов материальных ресурсов. Анализируя данные расходы, можно планировать, что количество премированных рабочих должно в среднем на 20% превысить численность оштрафованных. Это обеспечит экономии материальных средств. Для внедрения данной системы требуется: закупка табло-информаторов (по два широкоформатных монитора на одно подразделение); формирование инфраструктурной локальной сети и сетевого обеспечения для обмена информацией; закупка пультов дистанционного управления.

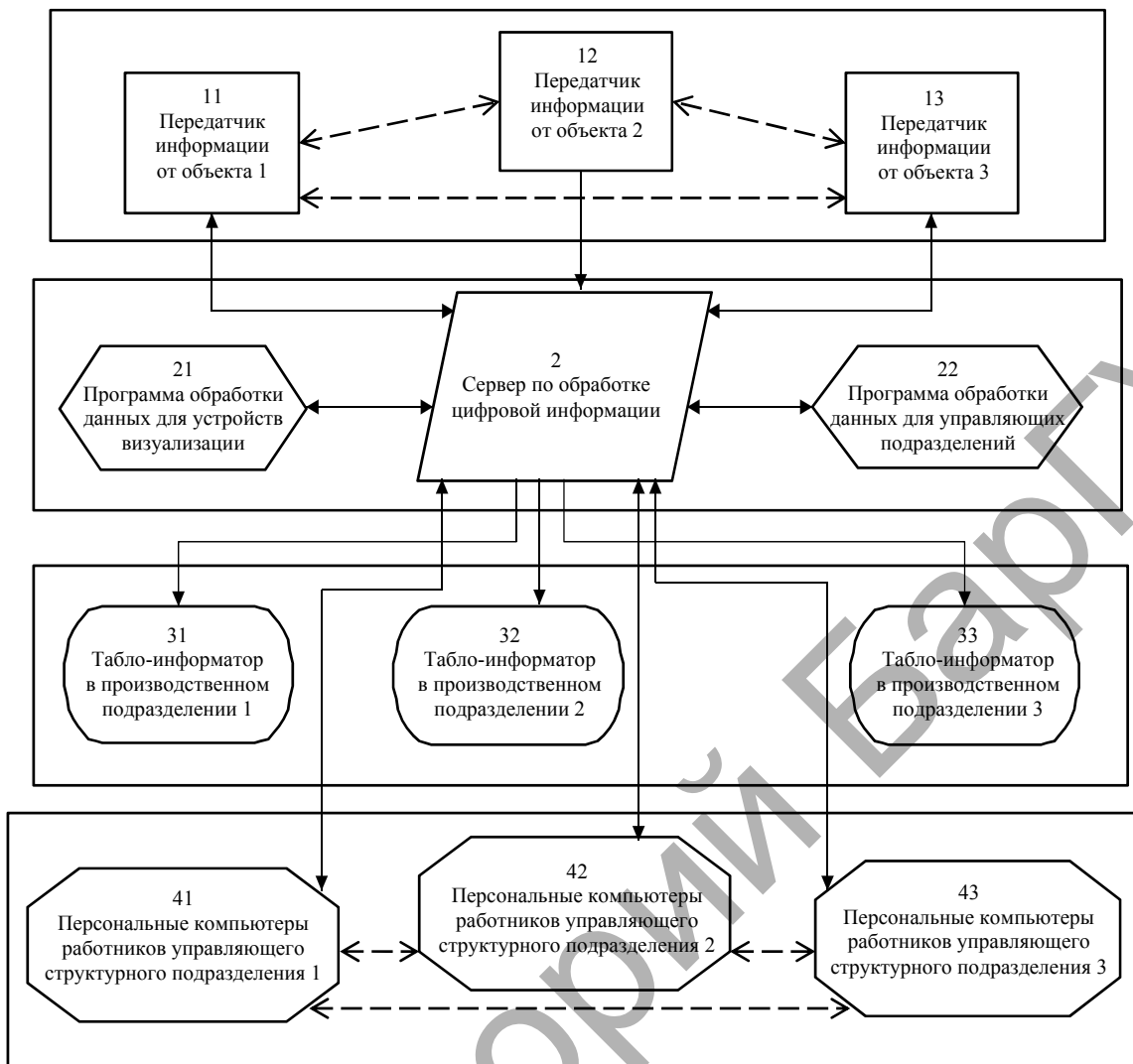


Рисунок 1 — Процесс автоматического мониторинга использования материальных ресурсов

Примечание. Источник: собственная разработка на основе патента на полезную модель по заявке № U 20140177 «Система автоматического мониторинга использования материальных ресурсов» [2].

Заключение. Предлагаемая система автоматического мониторинга использования материальных ресурсов позволит снизить уровень материалоёмкости примерно на 3,6%.

Список цитируемых источников

1. Климук В. В. Материалоёмкость как важный фактор управления региональной экономикой (на примере предприятий Калининградской и Брестской областей) // Вестн. КрасГАУ. 2014. № 3. С. 16—20 ; Латыпова Л. В., Климук В. В. Методика оценки уровня комплексного развития региональной экономики с применением метода «дерева соподчинённости» (на примере Республики Беларусь) // Экономика и предпринимательство. 2014. № 6 (47). С. 436—440.
2. Климук В. В. Система автоматического мониторинга использования материальных ресурсов : пат. 10532 U Респ. Беларусь, № U 20140177 ; заявл. 14.05.14 ; опубл. 28.02.15, Бюл. № 1 (102). 240 с.

И. Т. Корогодин,

доктор экономических наук, профессор

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет»,
Воронеж, Российская Федерация*

А. В. Ларионова

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет»,
Воронеж, Российская Федерация*

КАЧЕСТВЕННЫЙ ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ КАК СИСТЕМООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР ИННОВАЦИОННОГО РОСТА ПРОИЗВОДСТВА ЭКОНОМИКИ

В статье рассматриваются проблемы экономического роста и разные подходы к его консолидации. Определены приоритетные направления формирования качества роста производства. Раскрыта роль качественного человеческого капитала как системообразующего фактора инновационного роста производства экономики.

The article considers problems of economic growth and different approaches for its consolidation. Identify priority towards quality of growth. The role of quality of human capital as a strategic factor for innovation output growth of the economy.

Введение. Проблема экономического роста в современном обществе является весьма актуальной. Она стала главной составной частью социально-экономической политики государства, любой корпорации, поскольку лишь на основе её успешного решения возможна наиболее полная реализация целей, направленных на увеличение доходов и повышение благосостояния людей. Всё это объясняет необходимость в разработке новых теоретических и практических методов обеспечения роста экономики. Однако пока не применены соответствующие подходы для положительного решения данной проблемы. Об этом свидетельствуют и те положения социально-экономической политики хозяйствующих субъектов в последние годы, задача которых — выработка механизмов обеспечения высоких темпов роста.

Чаще встречаются сторонники двух подходов к консолидации экономического роста — дирижистского и институционального. Эти подходы имеют единую целевую задачу — выработать механизмы, основанные на использовании административных и институциональных инструментов воздействия на темпы роста производства. Причём не затрагивая его сущностной составляющей, выдвигаются приоритеты одностороннего характера, направленные на получение количественных результатов. Главный недостаток таких подходов заключён в том, что они не позволяют рассмотреть в этом сложном и противоречивом процессе его качественные стороны, в том числе внутренние источники роста, основанные на эндогенных факторах и, прежде всего, факторах человеческого капитала [1]. Но в данном случае целесообразнее применить воспроизводственный подход. Он исходит из концепции общественного воспроизводства, разработанной классической и марксистской теориями и представляющей собой изучение кругооборота движения ресурсов, продуктов и доходов, выражающего взаимосвязь фаз производства и потребления посредством распределения и обмена. Анализ этих процессов применительно к рассматриваемой проблеме даёт возможность выявить рациональность использования ресурсов, эффективность производства и всего воспроизводства, обеспечивающих необходимый рост. Базироваться этот подход, по нашему мнению, должен на использовании таких научных принципов, как принцип соответствия качественной определённости роста и развития, принцип синергетического эффекта от взаимодействия этих процессов и принцип доминирования творческой деятельности человека в производстве. Применение указанных принципов предполагает проведение двух основных взаимосвязанных анализов: системного и качественного.

Основная часть. Главным результатом качественного экономического роста является инвестирование в человеческий капитал, который приобретает способность за счёт инноваций повышать производительность труда, эффективность производства и конкурентоспособность экономики. В итоге человеческий капитал становится системообразующим фактором роста и развития экономики. Вместе с ним в данную экономическую систему входит совокупность взаимосвязанных и определённым образом упорядоченных элементов, взаимодействие которых обеспечивает качество экономического роста. Состав этих элементов: субъекты хозяйственной деятельности, отношения, возникающие между ними по формированию и развитию человеческого капитала, экономические процессы по созданию, обмену, распределению и потреблению жизненных благ, инструменты, регулирующие эти процессы, различные институты. В целом, функционирующую систему экономического роста можно представить в виде следующей упрощённой модели как взаимосвязи стадий воспроизводственного цикла: существующий

экономический рост, рост знаний, увеличение инвестиций в человеческий капитал, возрастание качества человеческого капитала, активизация инновационной деятельности, подъём производительности труда, повышение конкурентоспособности, расширенный экономический рост [2].

Эмпирически данная модель (при определённых условиях и содействии политики государства) может быть преобразована в конкретный механизм самодвижения и саморазвития системы качественного экономического роста в виде взаимодействия его эндогенных элементов и факторов. Важным принципом построения такого механизма является принцип доминирования творческой деятельности человека. На основе этого принципа выделим приоритетные направления формирования качества роста производства.

Во-первых, повышение профессиональных, квалификационных знаний, творчества и культурных ценностей человека, обладающих совокупностью свойств всеобщности и безграничности ресурсов.

Согласно неоклассической теории ограниченности ресурсов все факторы производства подвержены действию закона убывающей предельной производительности. Так, при неизменном состоянии техники рост применения труда ограничен, поскольку увеличение использования одного из факторов (при фиксированности остальных) приводит к последовательному снижению отдачи от его применения. В такой трактовке закон убывающей предельной производительности представляет собой чистую абстракцию и находится в явном противоречии с действительностью. Экономика, основанная на знаниях, на принципе доминирования творческой деятельности человека, приобретает способность к постоянным изменениям [3]. В современных условиях научного прогресса происходит смена источников роста. Физическое накопление уступает место накоплению знаний, которые представляют всеобщее благо. Знания — такой ресурс, который используется всеми и который при этом не убывает, а постоянно накапливается и возрастает. Основной формой накопления знаний становится человеческий капитал [4].

Во-вторых, опережающее увеличение инвестиций в человеческий капитал (по сравнению с физическим) и создание на этой основе условий для действия закона соответствия факторов производства по преимущественно качественному их развитию.

Рост органического (технического) строения постоянного капитала был присущ индустриальному обществу, когда преобладал ручной труд. В постиндустриальном обществе приоритетным становится опережающий рост инвестиций в человеческий капитал, прежде всего в развитие знаний, творческих способностей, укрепление здоровья. По мнению большинства исследователей, 60...80% человеческого капитала определяют уровень образования работника. В связи с этим трудно согласиться с мнением западных экономистов, которые считают, что человеческий капитал наряду с образованием включает врождённые способности и талант. Речь здесь идёт, в первую очередь, о врождённых свойствах человека, а затем уже о приобретённых способностях. Не принимая важной роли для человека природных качеств они, тем не менее, не могут быть его капиталом. Лишь природное качество рабочей силы является одним из основных факторов, влияющих на формирование человеческого капитала. Сам же этот процесс осуществляется путём инвестиций в человека. Происходит это на основе взаимодействия двух вышеуказанных принципов: соответствие качественной определённости предметов, процессов и доминирование творческой деятельности человека. Чем больше соответствуют качеству физический и человеческий капиталы как факторы производства, тем сильнее их взаимодействие и более развитой становится производительная сила труда [5].

В-третьих, стимулирование роста качества человеческого капитала, его интеллектуальных способностей, содействующих возрастанию производительной силы труда. Качество человеческого капитала можно представить в виде знаний, умений, навыков, опыта, а также здоровья, обогащающихся в процессе их накопления и обеспечивающих возрастание качества труда. Качество человеческого капитала зависит от природных свойств его живого организма и полностью определяется функциональностью рабочей силы.

В процессе труда качество рабочей силы и качество человеческого капитала преобразуются в новые свойства, определяющие качество труда. В труде происходит превращение способностей человеческого капитала в конкретные силы: энергетическую, производительную, нравственную и др. Чем больше накоплено способностей человеческого капитала и богаче их свойства, тем выше производительная сила труда. Следовательно, рост качества человеческого капитала и труда предполагает соответствующее возрастание стоимости и цены рабочей силы, что диктует необходимость возмещения данных затрат пропорционально вкладу каждого работника в доход фирмы.

В-четвёртых, внедрение инновационных технологий, обеспечивающих переход от капиталоемкого к капиталосберегающему технологическому прогрессу и создание новых видов продукта за счёт роста качества человеческого капитала.

Между качеством человеческого капитала и инновационным процессом существуют причинно-следственные и функциональные связи. Качественный человеческий капитал непосредственно воплощает новые научно-технические знания в инновационный процесс на стадии реализации теоретических разработок в виде использования новой или усовершенствованной технологии в практической деятельности либо в виде изготовления нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке.

Человеческий капитал высокого качества обладает совокупностью устойчивых свойств, образующих профессиональные, квалификационные и интеллектуальные способности учёных, инженерно-технических работников, предпринимателей, менеджеров к выполнению инновационной деятельности. Кроме того, качественный человеческий капитал своими способностями обеспечит высокую производительность труда, рост которой будет опережать рост капиталовооружённости труда, что способствует снижению затрат труда и средств производства в расчёте на единицу продукции [6].

В-пятых, создание эффективной структуры экономики, обеспечивающей приток капитала в развитие наукоёмких отраслей, а за счёт высокого качества человеческого капитала в них будет обеспечиваться рост сравнительных и конкурентных преимуществ, содействующих конкурентоспособности предприятий и фирм.

При анализе конкурентных отношений их целесообразно разграничивать на производственные и рыночные. Основываясь на принципе сравнительных преимуществ, вполне очевидным становится вывод о том, что исходные предпосылки для успешной конкурентной борьбы закладываются в самом производстве. Результатом действия производственных конкурентных отношений, опосредующих высокое качество человеческого капитала, являются преимущества данной фирмы по сравнению с другими в использовании нового или усовершенствованного продукта более высокого качества, реализованного на рынке. В результате действия рыночных конкурентных отношений сравнительные преимущества фирмы, созданные в производстве, воплощаются в конкурентные преимущества в виде конкурентоспособного товара по качеству и цене.

Заключение. Представленная система инновационного роста выражает взаимосвязь многих социально-экономических процессов, в центре которых находится человеческий капитал. Благодаря повышению качества человеческого капитала за счёт увеличения вложений в него инвестиций становится возможным активизировать инновационную деятельность, воплотив её в сравнительные и конкурентные преимущества, благодаря которым можно обеспечить качественный рост производства экономики в целом.

Список цитируемых источников

1. Рябушкин Т. В., Дадашев А. Э. Трудовые ресурсы и эффективность производства. М. : Знание, 1981. С. 128
2. Корогодин И. Т. Социально-трудовая система: вопросы методологии и теории. М. : ПАЛЕОТИН, 2005. С. 120.
3. Цыренова К. Д. Формирование и динамика человеческого капитала транзитивной экономики : автореф. дис. ... д-ра эконом. наук. Иркутск, 1996. С. 35.
4. Васильев П. П. Человеческий капитал и роль образовательной сферы в его развитии : дис. ... канд. эконом. наук. Ростов н/Д, 2000.
5. Корогодин И. Т. Качество труда: содержание, проблемы роста : моногр. Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1990. 223 с.
6. Балякина О. М. Роль человеческого капитала в развитии современной фирмы [Электронный ресурс]. URL: <http://sisupr.mrsu.ru/2008-2/pdf/110-Baliakin.pdf> (дата доступа: 05.09.2015).

УДК 334.7

В. Н. Кременевская, Т. А. Сергиеня

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД КАК СПОСОБ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье раскрываются теоретические аспекты внедрения кластерного подхода. Определено влияние органов государственного управления на функционирование и развитие кластеров в промышленности. Проанализировано промышленное производство Республики Беларусь по видам экономической деятельности. Выявлены основные направления совершенствования внедрения кластеров.

The article describes the theoretical aspects of the cluster's implementation. The influence of government on the functioning and development of clusters in the industry is defined. Author analyzes the industrial production of the Republic of Belarus on economic activities. The basic directions of cluster's improvement are identified.

Введение. Как показывает практика, на данном этапе развития мировой экономики кластеры являются наиболее эффективным способом развития промышленных предприятий. В последнее десятилетие изучение формирования и успешного функционирования кластеров вызывает растущий

интерес экономистов и органов государственного управления в разных странах. Отличительной чертой использования кластеров в организации производства является динамичное развитие региональной экономики, что актуально и имеет высокую практическую значимость.

Экономическое развитие регионов и повышение их конкурентоспособности является наиболее важной задачей для Республики Беларусь, что отмечается во многих нормативных правовых актах и программных документах. На данном этапе развития экономики страны наиболее целесообразным способом эффективного функционирования предприятий является кластерный подход.

Основная часть. Концепция формирования и развития инновационно-промышленных кластеров в Республике Беларусь, а также мероприятия по её реализации утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 16 января 2014 г. № 27 [1]. Документ разработан в целях оценки имеющегося в Республике Беларусь потенциала и определения перспектив и организационно-экономического механизма стимулирования кластерного развития национальной экономики в 2013—2015 гг. и на период до 2020 г.

Для эффективного внедрения кластерных образований промышленных предприятий в Республике Беларусь, в первую очередь, необходимо чётко определить цели и возможные результаты в перспективном разрезе. При этом важный момент — понимание того, что образование кластеров является не конечной целью, а возможностью выявить отсутствующие звенья в эффективном функционировании предприятий.

Промышленность Беларуси представляет собой наиболее крупную отрасль народного хозяйства, оказывающую существенное влияние на динамику всех показателей национальной экономики. Представим данные по видам экономической деятельности (таблица 1).

Необходимо отметить, что наибольший удельный вес в объёме промышленного производства Республики Беларусь занимает обрабатывающая промышленность — 605 038 645 млн белорус. р. в 2014 г. Объём промышленного производства горнодобывающей промышленности, а также производства и распределения электроэнергии, газа и воды в 2014 г. составил 9 864 882 млн белорус. р. и 58 946 608 млн белорус. р. соответственно (см. таблицу 1).

Можно сделать вывод, что обрабатывающая промышленность является наиболее перспективным направлением для кластеризации промышленных предприятий в Республике Беларусь.

Также необходимо отметить, что формирование полноценной кластерной схемы возможно лишь при участии органов государственного управления. Результатом применения кластерного подхода должно стать развитие не отдельных направлений, а комплекса взаимосвязанных отраслей и сфер деятельности, создающих в совокупности значительную прибавочную стоимость и способных, благодаря целостной структуре, к постоянному совершенствованию и обновлению.

Основными характерными чертами кластеров являются: наличие конкурентоспособных предприятий; наличие в регионе конкурентных преимуществ для развития кластера; географическая концентрация и близость (участники кластеров находятся в географической близости друг к другу и активно взаимодействуют); ориентация продукции кластера на экспорт; широкий набор участников и наличие «критической массы»; наличие конкуренции внутри кластера; инновационная направленность кластера (быстрая реакция на потребности покупателя); открытость кластера как системы [2, с. 90].

Неоспоримые преимущества кластерного подхода в управлении развитием территории и кластерные инициативы учитывают документы территориального планирования, играющие важную роль в стратегическом развитии страны и каждого её региона. При этом основной проблемой учёта стратегических приоритетов кластерного развития территории является отсутствие возможности установить чёткие границы кластера, выделить для него отдельную промышленную площадку [3]. Чтобы решить проблему определения границ промышленного кластера, необходимо понять, каким образом и с каким уровнем детализации следует учитывать кластерное развитие при разработке различных документов стратегического планирования территориального развития региона.

Однако сложившаяся в Республике Беларусь система государственного управления весьма серьёзно ограничивает возможности использования кластерной модели развития, что влечёт за собой необходимость пересмотра государственной политики в сфере промышленного производства.

Т а б л и ц а 1 — Объём промышленного производства по видам экономической деятельности за 2011—2014 гг., млн белорус. р.

Показатель	2011	2012	2013	2014
Вся промышленность	347 655 490	615 861 869	605 634 486	673 850 135
Горнодобывающая промышленность	5 099 820	8 643 815	9 755 359	9 864 882
Обрабатывающая промышленность	316 231 758	563 588 645	546 738 543	605 038 645
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	26 323 912	43 629 409	49 140 584	58 946 608

Примечание. Источник: [4].

Хорошим примером является формирование и функционирование кластеров в Германии, где государство играет только сопровождающую роль. По словам В. Дюрига, эксперта Института экономических исследований земли Северный Рейн-Вестфалия (Германия): «В Германии кластеры возникают в результате того, что предприятия образуют сетевую структуру и соглашаются на определённую кооперацию и сотрудничество. Если они решают, что им нужна господдержка, то по существующей процедуре подают заявку, в которой описывают цели проекта и какие преимущества возникнут в результате кооперации и кластерной работы» [5].

Необходимым является определение баланса между государственным управлением и кооперацией с частным бизнесом. Доминирование государства в реализации кластерного подхода может привести к ограничению возможностей участников кластера, обеспечивающих его гибкость и эффективное функционирование. Использование аутсорсинга для передачи непрофильных производств госпредприятий частным компаниям позволило бы постепенно снизить концентрацию госпредприятий в цепочках добавленной стоимости и тем самым предоставить шансы для более продуктивного сотрудничества двух секторов.

Заключение. Формирование и развитие кластеров выступает важнейшим фактором повышения эффективного функционирования как отдельных предприятий, так и экономического роста регионов Республики Беларусь. В нашей стране ещё нет чётко сформированного направления развития экономики, соответственно, создание кластеров является актуальной потребностью. Внедрение кластерного подхода может стать инструментом обеспечения высоких темпов экономического роста и диверсификации экономики Республики Беларусь. Получение статуса кластера повышает конкурентоспособность региона, поскольку привлекает внимание инвесторов и способствует развитию отдельных предприятий.

Список цитируемых источников

1. Об утверждении Концепции формирования и развития инновационно-промышленных кластеров в Республике Беларусь и мероприятий по её реализации [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 16 января 2014 г., № 27 // Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь. URL: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=12551&p0=C21400027&p1=1> (дата обращения: 23.09.2015).
2. Попова Л. А. Особенности формирования и тенденции развития взаимодействия участников рекреационного кластера // Теория и практика развития предпринимательской деятельности в современных условиях : сб. материалов кругл. стола. Петропавловск-Камчатский : Дальневосточ. фил. ВАВТ, 2012. С. 90—97.
3. Пенъевский И. М., Шлендер Р. А., Романов А. А. Кластерный подход к управлению и развитию региона [Электронный ресурс] // Территория и планирование. 2014. URL: <http://terraplan.ru/arhiv/78-4-40-2012/1136-klasternyj-podkhod-k-upravleniyu-razvitiem-regiona.html> (дата обращения: 23.09.2015).
4. Объём промышленного производства по видам экономической деятельности [Электронный ресурс] // Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. URL: http://belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/otrasli-statistiki/promyshlennost/godovye_dannwe_prom/promyshlennogo-proizvodstva-po-vidam-ekonomicheskoi-deyatelnosti (дата обращения: 23.09.2015).
5. Что мешает развитию кластеров в Беларуси? [Электронный ресурс] // Совет по развитию предпринимательства в Респ. Беларусь. URL: <http://ced.by/ru/news/~shownews/czto-meshaet-razvitiu-klasterov-v-belarusi> (дата доступа: 23.09.2015).

УДК 338.761

С. Ф. Куган,

кандидат экономических наук, доцент

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», Брест

УПРАВЛЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ ОРГАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Современное бескризисное функционирование всех отраслей национальной экономики возможно при переходе всех её отраслей к функционированию в рамках концепции устойчивого развития. В свою очередь, устойчивое развитие отрасли и её конкурентоспособность возможны только при эффективном функционировании первичных звеньев экономической системы — предприятий и организаций, которые играют главную роль в жизнедеятельности современного общества.

Modern crisis-free functioning of all branches of national economy possibly upon transition of all its branches to functioning within the concept of a sustainable development. In turn, the sustainable development of branch and its competitiveness are possible only at effective functioning of primary links of economic system — the enterprises and the organizations which play a major role in activity of modern society.

Введение. Структура управления формируется для того, чтобы выполнять его процессы. Системы управления конкурентоспособностью организации представляют собой совокупности процессов управления, направленных на достижение целей предприятия путём реализации определённых процедур

и функций с использованием методов и принципов управления. Целью системного управления конкурентоспособностью является повышение эффективности деятельности и достижение предприятием устойчивого развития на основе разработки механизма комплексной оценки и обоснованности всех принимаемых управленческих решений.

Основная часть. В глобальных масштабах понятие «устойчивое развитие» означает развитие, при котором удовлетворение нужд нынешнего поколения происходит без ущемления возможностей будущих поколений удовлетворять свои потребности. Эта формулировка из доклада «Наше общее будущее», подготовленного Всемирной комиссией по вопросам окружающей среды и развития в 1987 г., стала сутью новой парадигмы развития человечества [1]. В принятой на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. представителями 179 стран «Повестке дня на XXI век» концепция устойчивого развития приобрела статус важнейшего принципа существования земной цивилизации.

Современное бескризисное функционирование всех отраслей национальной экономики возможно при их переходе к деятельности в рамках концепции устойчивого развития, которое, в свою очередь, реально только при эффективном функционировании первичных звеньев экономической системы — предприятий и организаций, играющих главную роль в жизнедеятельности современного общества.

Устойчивое же развитие организации как понятие раскрывается в качестве условия обеспечения непрерывного расширенного воспроизводства продукции, товаров и услуг в целях удовлетворения потребностей человека нынешнего поколения, не создавая в производственных процессах условий для появления угроз в возможностях удовлетворения потребностей человека в системе будущих поколений.

Неустойчивое развитие организации — развитие, определяемое нехваткой ресурсных возможностей обеспечения роста воспроизводственных процессов, что порождает нестабильность, ведёт к снижению эффективности производства, уровня удовлетворения потребностей человека нынешнего поколения и создаёт угрозы для устойчивого социально-экономического и экологического развития будущих поколений [2].

Таким образом, подсистема социально-экономических отношений, которую выражает категория «устойчивое развитие организации», направлена на создание условий, обеспечивающих воспроизводственные процессы на расширенной основе всех составляющих устойчивого развития: устойчивое развитие человеческого потенциала, социально-экономическое и экологическое развитие.

Категория «устойчивое развитие» раскрывает систему отношений между действующими субъектами хозяйствования, способствует совершенствованию их форм связей по поводу обеспечения устойчивости и безопасности социально-экономической системы в целом.

Анализ факторов и условий экономической безопасности государства и устойчивого развития предприятий и организаций к наиболее вероятным угрозам экономической безопасности Республики Беларусь в настоящее время позволяет отнести следующие: 1) высокая изношенность производственных мощностей, использование устаревших технологий, характеризующихся повышенной энергоёмкостью и ресурсоёмкостью; 2) малая инновационность проектов; 3) неравенство условий хозяйствования для субъектов государственной и частной форм собственности; 4) наличие барьеров и условий по осуществлению экспортно-импортных операций; 5) отток наиболее квалифицированных и талантливых специалистов и руководящего состава за рубеж; 6) несовершенство правового регулирования экономических отношений; 7) низкая заинтересованность иностранных инвесторов в отечественных предприятиях; 8) рост внешнего долга страны, а также приближающиеся сроки выплат по многочисленным займам; 9) зависимость от импорта некоторых видов продукции и сырья [3].

Учитывая вышеперечисленные факторы риска, возникает необходимость управления конкурентоспособностью организации, чтобы исключить вариант её неустойчивого развития. Обобщим и дополним систему факторов, оказывающих влияние на устойчивое развитие и конкурентоспособность организации (таблица 1).

Помимо внешних факторов на конкурентоспособность организации влияет целая группа внутренних, составляющих конкурентное преимущество организации: структурные, ресурсные, технические и управленческие.

Т а б л и ц а 1 — Внешние факторы, влияющие на устойчивое развитие и конкурентоспособность организации

Общэкономические группы	Факторы
Финансовые	Рост объёма национального дохода; снижение уровня инфляции; ускорение платёжного оборота; стабильность налоговой системы
Социальные	Рост реальных доходов населения; снижение уровня безработицы
Рыночные	Увеличение ёмкости внутреннего рынка; рост активности фондового рынка; стабильность валютного рынка
Прочие	Политическая стабильность; демографическая ситуация; благоприятные условия для ведения предпринимательской деятельности

Примечание. Источник: собственная разработка.

В результате проведённого анализа установлено, что исследование понятия сущности системы управления конкурентоспособностью организации в условиях устойчивого развития может вполне обоснованно базироваться на последовательном рассмотрении её наиболее существенных категорий: процессов и процедур. Управление конкурентоспособностью организации в условиях устойчивого развития осуществляется по тем же основным функциям управления, что и управление другими объектами. К общим функциям управления относятся следующие: стратегический маркетинг, планирование, организация процессов, учёт, контроль, мотивация и регулирование.

Любая система управления — это взаимодействие двух систем (подсистем): управляющей и управляемой. Взаимодействие основано на комплексе взаимосвязанных между собой процессов и процедур этих систем.

Осуществление оценки каждого процесса системы управления конкурентоспособностью основывается на процедурах — устойчивых группах взаимосвязанных между собой элементов (действий) субъекта управления: основных функций управления (планирование, организация, регулирование, мотивация, контроль, координация) и специальных (стратегия, маркетинг, закупки, производство, реализация, человеческие ресурсы, система качества, финансы), исходя из выбранных видов и методов конкурентной борьбы в рамках разработанных стратегии и тактики.

Заключение. Процесс управления конкурентоспособностью, как и управление любым другим объектом, носит циклический, относительно замкнутый характер. Этот процесс, взятый в его единичном виде, начинается с постановки цели, задач и заканчивается выполнением этих задач, т. е. достижением определённого результата. На основе полученной информации о результатах (достигнута цель или нет) конкретизируются и уточняются ранее поставленные задачи, ставятся новые, возможно, выдвигается новая цель, и цикл начинается заново.

Другими словами, управление представляет собой динамическую систему, состоящую из большого количества процессов и процедур, взаимосвязанных между собой потоков рабочей силы, сырья и материалов, информации, финансов и др. Связи и взаимозависимости в системе управления конкурентоспособностью организации можно описать средствами теории множеств, матричного исчисления или теории графов.

Список цитируемых источников

1. Наше общее будущее : докл. Всемир. комис. по вопр. окружающей среды и развития // Офиц. отчёты Генер. Ассамблеи ООН. 42-я сес. Доп. 25 (A/42/427). Нью-Йорк, 1987. 412 с.
2. Афанасьева Н. В. Управление процессом снабжения на предприятии. М. : Инфра-М, 2011. 342 с.
3. Высоцкий О. А. Теория измерения управляемости хозяйственной деятельностью предприятий. Минск : Право и экономика, 2004. 396 с.

УДК 331.1

О. А. Лабейко

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

УПРАВЛЕНИЕ ТРУДОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Функционирование промышленных предприятий в условиях трансформации экономики предполагает эффективное использование конкурентных преимуществ, к которым, в первую очередь, относится трудовой потенциал. Эффективное использование трудового потенциала детерминирует формирование современной инновационной модели управления трудовыми ресурсами на предприятии.

The operation of industrial enterprises in the conditions of transformation of the economy presupposes the effective use of competitive advantages, first of all, is employment potential. Effective use of labor potential is determined by the forming of modern innovative model of workforce management in the enterprise.

Введение. Развитие промышленного комплекса Республики Беларуси проходит в условиях подавленного роста экономики страны. Неблагоприятная внешнеэкономическая конъюнктура и снижение внешнего спроса стали причинами спада производства и замедления макроэкономической динамики отрасли. В 2014 г. прирост промышленного производства составил 1,9% (при прогнозном темпе роста 3,7%), оценки прироста валовой добавленной стоимости промышленности — 2,3% (прогнозное значение показателя — 103,7%). Сохранение высокого уровня товарных запасов к среднемесячному объёму производства (75,8% на 1 января 2015 г.) и отношения дебиторской задолженности

к среднемесячной выручке от реализации продукции (1,9% на 1 января 2015 г.) также свидетельствуют о сохранении кризисной ситуации со сбытом продукции и нивелируют успехи в увеличении её производства. Следствием накопления оборотных средств в товарных запасах и дебиторской задолженности во втором полугодии 2014 г. стало постепенное ухудшение финансового положения и снижение инвестиционной активности самих промышленных предприятий. Рентабельность продаж в промышленности в целом за 2014 г. сложилась на уровне 7,8%, что ниже прогнозного значения на 1,7 процентных пункта. Убыточными стали 26,1% организаций промышленности, что больше, чем за аналогичный период 2013 г. (16,8%) [1].

Основная часть. Внутренние негативные факторы экономического развития промышленных предприятий: опережающий рост номинальной начисленной заработной платы за январь—декабрь 2014 г. к аналогичному периоду 2013 г. (116,2%) по сравнению с ростом производительности труда (106,9%); превышение числа увольнений работников над их приёмом в 1,6 раза. В этой связи особенно актуальным становится исследование некоторых теоретических и методологических подходов к решению проблемы управления трудовым потенциалом предприятия.

В последние годы в научной экономической литературе наряду с вопросами сущности и использования трудовых ресурсов всё чаще выдвигаются проблемы поиска современных инновационных форм и методов управления трудовым потенциалом предприятия. Полемика и дискуссии по вопросам места и роли трудового потенциала личности в повышении эффективности производства переросли границы узкого круга учёных-экономистов и приобретают особое значение в условиях перехода предприятий к работе в рыночных условиях. Существенный вклад в исследование этих вопросов внесли В. В. Адамчук, А. И. Архипов, А. М. Бабич, Б. М. Генкин, А. С. Головачёв, М. Н. Ким, Н. Н. Морозова, Т. Г. Озерникова, Ю. М. Остапенко, О. В. Ромашов, М. Е. Сорокина, Р. А. Фатхутдинов.

Анализ научной литературы показал, что несмотря на достаточно большое количество публикаций, посвящённых исследованию понятия и структуры трудового потенциала предприятия, нет однозначного толкования данной категории. Проведённые автором статьи исследования дали возможность выразить собственное отношение к данной проблеме. На наш взгляд, трудовой потенциал является социально-экономической категорией, в которой заключён двойственный характер его содержания. С одной стороны, он выступает как важнейший компонент экономического (ресурсного) потенциала предприятия. С другой стороны, трудовой потенциал — это источник удовлетворения материальных, духовных и социальных потребностей человека. Таким образом, трудовой потенциал — интегрированная категория, отражающая совокупность физических и интеллектуальных способностей трудовых ресурсов в конкретных производственно-экономических условиях хозяйствования.

Ядром трудового потенциала предприятия является трудовой потенциал личности, который включает в себя: психофизиологический потенциал — способности и склонности человека, состояние его здоровья, работоспособность, выносливость, тип нервной системы и т. п.; квалификационный потенциал — объём общих и специальных знаний, трудовых навыков и умений, обуславливающих способность к труду определённого качества; личностный потенциал — уровень гражданского сознания и социальной зрелости, степень усвоения работником норм отношений к труду, ценностные ориентиры, интересы, потребности и запросы в сфере труда [2, с. 32].

Результативность труда рабочих зависит от степени взаимного согласования в развитии производственно-квалификационного, психофизиологического и личностного потенциала, механизм управления каждым из которых должен быть интегрирован в общую систему управления трудовым потенциалом организации.

Считаем верной позицию, согласно которой модель управления трудовым потенциалом промышленного предприятия должна рассматриваться во взаимосвязи и взаимообусловленности со средствами производства, а также включать все стадии воспроизводства трудовых ресурсов. С этой точки зрения система управления трудовым потенциалом может быть представлена следующим образом (рисунок 1).



Рисунок 1 — Системная модель управления трудовым потенциалом предприятия

Примечание. Источник: собственная разработка.

Заключение. Уяснив механизм воздействия каждого из указанных компонентов на формирование, использование и развитие трудового потенциала предприятия, в управленческой деятельности весьма важно разработать систему взаимосвязанных мер, нацеленных на наиболее полное и эффективное его использование.

Список цитируемых источников

1. Социально-экономическое развитие Республики Беларусь в 2014 г. // Эконом. бюл. НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь. 2015. № 2. С. 24—29.
2. Козлов А. А. Управление трудовыми ресурсами предприятий в условиях трансформации экономики : моногр. Брест : Изд-во БрГУ им. А. С. Пушкина, 2000. 156 с.

УДК 339.92

Е. В. Майсюк

Белорусский государственный университет, Минск

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ КАК ПУТЬ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рассмотрен экономический закон вертикальной интеграции как кардинальный способ повышения эффективности и конкурентоспособности отечественных предприятий.

The economic law of vertical integration as a cardinal way of increasing the efficiency and competitiveness of domestic enterprises is considered in the article.

Введение. Интеграция есть объективный процесс углубления в масштабах всей планеты многообразных связей, достижения качественно нового уровня взаимодействия, целостности и взаимозависимости в экономике, финансах, политике, науке и культуре [1, с. 178].

Тот факт, что интеграция стала общемировой тенденцией, требует серьезного осмысления. Сегодня традиционная состязательная, рыночно-конкурентная доктрина развития уходит в прошлое, становится актуальной интеграционная, основанная на реализации системного, кооперационного, синергетического эффекта парадигма экономической науки и практики [2]. Об этом свидетельствует то, что интеграция протекает не только на глобальном уровне в очевидной для нас форме создания и укрепления межгосударственных союзов и блоков (ЕС, ОЭСР, НАТО и т. д.), но и в рамках национальных экономик, отраслей и даже отдельных фирм и предприятий [3, с. 137].

В последнее время учёные много внимания уделяют вопросам научного осмысления проблем интеграции. Рассмотрим мнения некоторых из них.

Основная часть. В экономической теории различают две основные разновидности интеграции: горизонтальную и вертикальную.

По определению профессора В. Г. Гусакова, горизонтальная интеграция — это внутриотраслевое кооперирование предприятий и производств одной или нескольких подотраслей, обеспечивающее углубление специализации отдельных звеньев единого технологического процесса. Вертикальная интеграция — межотраслевое кооперирование и комбинирование организаций и производств различных отраслей, обеспечивающее оптимальное прохождение товарной массы в едином технологическом процессе из одной фазы производства в другую. Как горизонтальная, так и вертикальная интеграции способствуют снижению издержек производства, росту его эффективности и повышению качества продукции [4].

Рассматривая исторические аспекты интеграционной динамики, можно отметить, что первая волна слияний и поглощений осуществлялась по принципу горизонтальной интеграции, т. е. практически в каждой из отраслей господствовали монополии. Горизонтально интегрированные монополии оказались неэффективными из-за быстрого роста бюрократических издержек. Кроме того, реализуя один из этапов единой цепочки передела сырья в конечную продукцию, они попадают в зависимость от поставщиков ресурсов, которые через неуклонный рост цен на свою продукцию имеют возможность влиять на всю цепочку. Поэтому такая модель интеграции чревата угнетением обрабатывающих и выпускающих производств. Помимо этого, она порождает инфляцию — чем эффективнее работают обрабатывающие и выпускающие производства, тем больше у них прибыли. Следовательно, сырьевые компании, располагающиеся в самом начале единых цепочек создания стоимости, получают возможность ещё больше увеличивать цены и тарифы на свою продукцию, порождая самовоспроизводящуюся инфляцию. Поэтому государства стали вмешиваться в этот процесс посредством совершенствования

антимонопольного законодательства. Таким образом, вторая волна слияний и поглощений носила характер уже вертикальных слияний и диверсификации, а в отраслях стали доминировать несколько компаний. Данная волна интеграционных процессов положила начало так называемой вертикальной интеграции, т. е. объединению звеньев единой цепочки создания стоимости в одну корпорацию.

Сегодня экономисты рассматривают вертикальную интеграцию как путь развития. Государственно-корпоративный капитализм — такое определение экономики вертикально интегрированных образований с элементами горизонтальной интеграции предлагает профессор МГУ имени М. В. Ломоносова С. С. Губанов.

Ещё в 1996 г. С. С. Губанов открыл фундаментальный экономический закон вертикальной интеграции. Согласно данному закону, несколько взаимосвязанных производств, последовательно осуществляющих передел сырья в конечную продукцию, функционируют с максимальной эффективностью только в том случае, если прибыль снимается со всей цепочки в целом, а не с каждого из её звеньев. Нулевая рентабельность всего промежуточного производства — такова суть закона вертикальной интеграции. По мнению автора, вертикальная интеграция — это воспроизводственная интеграция науки, добывающих и обрабатывающих производств со специализацией на выпуске конкретных видов конечной наукоёмкой продукции [5].

Значительным преимуществом вертикальной интеграции, считает профессор С. А. Пелих, является возможность минимизации или исключения потерь, связанных с остановкой производства, так как в таком случае вырабатывается совместная стратегия и тактика, увеличивается предсказуемость делового цикла всего объединения.

Выгоды от использования вертикальной интеграции достигаются в результате: сокращения затрат от объединения нескольких бизнесов для создания законченного производственного цикла; сокращения вынужденных простоев; повышения мотивации оптимизировать затраты; изменения степени влияния на размер и структуру отрасли; обеспечения стабильных поставок и продаж; улучшения информационного обеспечения каждого из бизнесов; технологической взаимосвязанности; возможности проведения научно-исследовательских работ и инноваций для решения комплексных задач; стимулирования активного роста предприятия; улучшения контроля качества; улучшения системы создания добавленной стоимости; снижения транзакционных затрат; улучшения возможности для роста инвестиций благодаря снижению фактора неопределённости [6, с. 20].

Значение интеграции применительно к агропромышленному производству описывает в своих научных работах профессор Г. М. Лыч. По мнению автора, интеграция позволяет выстроить завершённую вертикально интегрированную цепочку по всему производственно-торговому циклу, охватывающему все стадии производства и реализации готового продукта, начиная от изготовления исходного сельскохозяйственного сырья и заканчивая продажей созданного на его основе готового продукта конечному потребителю через сеть розничной торговли [7, с. 56].

Экономической выгоды от международной кооперации и интеграции намного больше, чем от внутренней, подчёркивает В. Г. Гусаков. Национальное производство становится неотъемлемой частью мирового, имеется устойчивый сбыт, формируются стабильные доходы, обеспечивается быстрое обновление производства, государство получает хорошие дивиденды в виде платежей в бюджет от доходов компаний, стабильной занятости населения, высокой заработной платы и т. п. [8, с. 4].

Приоритет вертикальной интеграции отдан не случайно. 1 января 2015 г. был создан и начал свою деятельность Евразийский экономический союз трёх государств — Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации (ЕАЭС). 2 января 2015 г. к ним присоединилась Республика Армения, а 12 августа 2015 г. полноправным членом союза стала Республика Кыргызстан.

Открыто данное объединение и для присоединения к нему новых членов, в первую очередь из числа бывших советских республик. Более глубокая региональная интеграция даст серьёзные выгоды, связанные с более ёмкими рынками, ростом прямых иностранных инвестиций, внедрением современных технологий и общим усилением конкуренции, позволит обеспечить модернизацию экономики и её дальнейшее развитие.

В ЕАЭС обеспечивается свобода движения товаров, услуг, капитала и рабочей силы, проводится скоординированная, согласованная или единая политика в отраслях экономики. Союз должен способствовать развитию взаимовыгодного и равноправного экономического сотрудничества стран-участниц, в особенности в таких сферах, как сельское хозяйство, промышленность, энергетика, транспорт. Экономический союз открывает широкие возможности для формирования вертикально интегрированных корпораций с участием белорусского, российского, казахстанского, армянского, киргизского капиталов. Такие корпорации должны быть белорусско-российскими, белорусско-казахстанскими, казахстанско-российскими, белорусско-российско-казахстанскими и т. п. При этом важно обеспечить взаимное дополнение производств, исключить их нерациональное дублирование, сконцентрировать совместные ограниченные ресурсы на осуществлении прорывных научно-исследовательских работ, а также научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в тех странах и на тех предприятиях, где они принесут наибольшую отдачу.

Экономический закон вертикальной интеграции доказывает, что цепочка взаимосвязанных предприятий, последовательно перерабатывающих сырьё в конечный продукт, функционирует с максимальной экономической эффективностью только в том случае, если все взаимосвязанные производства реализованы в рамках одной организации — транснациональной корпорации. Кардинальным способом повышения эффективности и конкурентоспособности отечественных предприятий является их интеграция в крупные межгосударственные вертикально интегрированные холдинги, создаваемые соответствующими предприятиями стран ЕАЭС. Фундаментальным принципом их функционирования является отказ от внутренней конкуренции предприятий друг с другом, объединение ресурсов и активов ради достижения конкурентоспособности на внешних рынках.

Заключение. Вертикальная интеграция создаёт возможность формирования таких организационно-производственных структур, которые способны выжить и успешно развиваться даже в условиях нынешней конкурентной борьбы. Игнорирование закона вертикальной интеграции приведёт к отсталости.

Список цитируемых источников

1. Беларуский путь / О. В. Пролесковский [и др.]. Минск : Маст. літ., 2012. 559 с.
2. Клюня В. Л., Матрунич А. А. Синергетический эффект национальной инновационной системы в транзитивной экономике : моногр. Минск : РИВШ, 2009. 204 с.
3. Байнев В. Ф., Винник В. Т. Интеграция как императив развития в XXI веке: есть ли будущее у Союзного государства? // Будущее Союз. государства и потенц. модели его развития : материалы медиафорума (Москва, 14 дек. 2012 г.). М., 2013. С. 137—146.
4. Продовольственная безопасность: термины и понятия : энцикл. справ. / В. Г. Гусаков [и др.], Минск : Беларус. наука, 2008. 535 с.
5. Губанов С. С. Державный прорыв. Неоиндустриализация России и вертикальная интеграция. М. : Книж. мир, 2012. 224 с.
6. Пелих С. А., Забродская В. В. Выбираем стратегию: интеграция в переходной экономике // Новая экономика. 2009. № 11/12. С. 15—24.
7. Лыч Г. М. Вертикальная агропромышленная интеграция: постановка проблемы // Иппокрена : науч.-метод. журнал Ин-та парламентаризма и предпринимательства. 2013. № 2. С. 56—71.
8. Гусаков В. Г. Какими быть кооперативно-интеграционным объединениям в АПК Беларуси // Беларус. сел. хоз-во. 2010. № 2. С. 4—11.

УДК 338.45

Н. В. Носова, М. А. Панфило

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Приводится анализ чистой прибыли и рентабельности продаж предприятий промышленности Республики Беларусь. Рассмотрены основные направления развития промышленных предприятий.

The article provides an analysis of the net profit and return on sales of industrial enterprises of the Republic of Belarus. The author describes the main directions of development of industrial enterprises.

Введение. Рентабельность — относительный показатель, который характеризует степень доходности, прибыльности хозяйственной деятельности организации. Рентабельность дополняет прибыль, расширяет её возможности как ориентира при выборе оптимальных хозяйственных решений, так как прибыль, будучи абсолютным показателем, не может корректно использоваться для сравнения результатов работы организаций, различающихся по величине капитала, производственному потенциалу, составу и структуре численности работников, оборачиваемости средств и т. д.

Основная часть. Рассмотрим динамику показателей эффективности деятельности предприятий промышленности Республики Беларусь за 2009—2014 гг. (таблицы 1 и 2) [1].

Т а б л и ц а 1 — Рентабельность продаж по видам экономической деятельности за 2009—2014 гг., %

Показатель	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Промышленность — всего	6,9	6,9	12,7	11,3	7,5	7,6
Производство машин и оборудования	9,1	9,6	17,2	14,4	10,1	5,9
Производство транспортных средств и оборудования	7,6	8,9	24,5	12,4	6,8	2,4
Промышленные предприятия г. Барановичи	7,6	6,8	15,2	9,4	9,2	5,8

Примечание. Источник: собственная разработка.

Т а б л и ц а 2 — Чистая прибыль (убыток) по видам экономической деятельности (в фактически действовавших ценах) за 2009—2014 гг., млрд белорус. р.

Показатель	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Промышленность — всего	5 653,0	8 065,9	28 474,1	47 231,1	22 035,3	17 443,7
Производство машин и оборудования	656,1	1 058,7	3 346,6	6 552,0	2 811,3	-1 900,0
Производство транспортных средств и оборудования	229,3	546,4	4 079,7	1 961,1	656,7	-1 435,8

Примечание. Источник: собственная разработка.

Т а б л и ц а 3 — Рентабельные организации промышленности по уровню рентабельности продаж в 2014 г., %

Показатель	Организации с различным уровнем рентабельности продаж					
	0...5%	5...10%	10...20%	20...30%	30...50%	> 50%
Промышленность — всего	43,2	22,7	20,6	7,8	4,1	1,6
Производство машин и оборудования	34,3	28,8	20,7	8,5	4,8	3,0
Производство транспортных средств и оборудования	50,0	21,0	18,0	7,0	1,0	3,0

Примечание. Источник: собственная разработка.

Т а б л и ц а 4 — Удельный вес убыточных организаций в общем числе организаций промышленности по видам экономической деятельности за 2011—2014 гг., %

Показатель	2011	2012	2013	2014
Промышленность — всего	15,2	16,6	21,0	25,8
Производство машин и оборудования	15,0	13,1	19,3	27,5
Производство транспортных средств и оборудования	18,9	27,5	26,1	35,2

Примечание. Источник: собственная разработка.

По показателю рентабельности продаж прослеживается отрицательная динамика, начиная с 2012 г., при этом в машиностроении наблюдается отставание от показателей в целом по промышленности. В аналогичной ситуации находятся и промышленные предприятия г. Барановичи.

По показателю чистой прибыли также отмечена отрицательная динамика, начиная с 2013 г., а по машиностроительным предприятиям и вовсе наблюдается убыток по результатам работы в 2014 г.

Если рассматривать рентабельные организации в 2014 г., то наибольшая их часть имеет рентабельность продаж в пределах 0...5% (таблица 3). При этом с каждым годом увеличивается число убыточных организаций в промышленности (таблица 4).

Таким образом, в промышленности существует острая проблема повышения эффективности работы предприятий отрасли. Кроме того, на развитии предприятий сказались мировой кризис и проблемы в экономике соседних стран, в частности, России, являющейся основным потребителем продукции машиностроения.

Правительством Республики Беларусь постоянно разрабатываются программы, концепции развития промышленного комплекса, направленные на обеспечение экономической безопасности страны. Так, например, согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 5 июля 2012 г. № 622 «Об утверждении Программы развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года» предусмотрены следующие мероприятия:

- укрепление рыночных позиций белорусских производителей машин, оборудования и транспортных средств предусматривается путём повышения качественного уровня этой продукции, достижения её соответствия международным стандартам;

- основной акцент в производстве машин и оборудования, транспортных средств будет сделан на опережающие темпы роста неметаллоёмких производств, выпуск технически сложных узлов и деталей в Республике Беларусь и перенос сборочных производств в регионы — потребители продукции, применение современных конструкционных материалов с использованием нанотехнологий, электро-механических и гибридных силовых установок, внедрение интеллектуальных систем контроля и управления технологических процессов на всех этапах производства;

- развитие производства машин и оборудования для горнодобывающей промышленности и разработки карьеров будет направлено на сохранение рыночных позиций отечественных производителей в условиях усиления конкуренции путём обновления товарной номенклатуры и улучшения топливосберегающих характеристик за счёт создания нового поколения экономичной карьерной и горнодобывающей

техники, освоения в производстве новых моделей карьерных самосвалов повышенной грузоподъемности и дизель-троллейбусов, создания техники для работы в условиях сверхглубоких карьеров, а также выпуска импортозамещающих высокопроизводительных образцов строительной и дорожно-строительной техники;

– решение проблемы повышения технического уровня выпускаемых машин и оборудования будет осуществляться путём развития станкостроения через расширение ассортимента выпускаемых станков с учётом спроса мирового рынка и перспективных направлений развития технологий металлообработки, разработку и освоение производства новых типов станкостроительной продукции с высокой точностью обработки;

– в целях развития современных направлений технологий металлообработки предусматривается создание производств по выпуску наукоёмкого станочного оборудования мирового уровня с адаптивными системами управления и применением лазерных технологий для увеличения точности обработки, а также оборудования для микроэлектронного производства;

– в производстве транспортных средств для преодоления сдерживающих факторов (необходимость укрепления своих позиций на рынках, достижения оптимального соотношения в выпускаемой продукции цены и качества, адаптации продукции к существующим и перспективным экологическим стандартам) намечается разработка и освоение производства новых конкурентоспособных по ценовому фактору моделей автобусов, троллейбусов, автомобильной техники, соответствующих требованиям перспективных европейских экологических стандартов, имеющих повышенные уровни безопасности, тягово-динамические и топливосберегающие характеристики [2].

Заключение. В целях повышения рентабельности продаж необходимо: снизить уровень материалоёмкости (внедрение современного металлообрабатывающего, сварочного оборудования для изготовления изделий, общее снижение потребления металлопроката за счёт совершенствования технологии и более полного использования отходов); снизить затраты на топливно-энергетические ресурсы; расширить ассортимент и повысить качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Список цитируемых источников

1. Промышленность Республики Беларусь, 2015 : стат. сб. // Нац. стат. ком. Респ. Беларусь : [сайт]. URL: http://belstat.gov.by/bgd/public_compilation/index_690/ (дата обращения: 24.08.2015).

2. Об утверждении Программы развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 5 июля 2012 г. № 622 // Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь. URL: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3961&p0=C21200622> (дата обращения: 24.07.2015).

УДК 338.33(476):339.137:621

А. С. Почерный

Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск

Э. А. Савенок,

кандидат экономических наук, доцент

Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

На основе анализа организационно-экономических условий диверсификации производства ОАО «Минский автомобильный завод» (ОАО «МАЗ»), а также стратегического анализа автором предложены направления по совершенствованию диверсификации производства данного предприятия.

The essence and economic nature of production diversification, its goals and motives, the organizational and economic conditions of the diversification of JSC «MAZ» are analyzed in the article. The author has revealed directions for improvement of production diversification of this company.

Введение. Процессы глобализации и интеграции, происходящие в современной экономике, обострили внутренние и внешние проблемы, оказывающие влияние на конкурентоспособность предприятий отрасли машиностроения, и обозначили общие слабые стороны автопроизводителей. Одной из ключевых стратегий обеспечения конкурентоспособности предприятия является диверсификация производства, которая способствует повышению эффективности производственного портфеля, что является перспективной задачей промышленных предприятий в условиях интеграционных процессов.

Влияние диверсификации двойственно. С одной стороны, она открывает для предприятий возможности повысить эффективность производства, получить экономическую выгоду, с другой — определяет направления реструктуризации экономики страны.

Целью данного исследования является выявление роли диверсификации производства для эффективного социально-экономического развития предприятия и совершенствование направлений процесса диверсификации производства современного машиностроительного предприятия в условиях евразийской интеграции.

В рамках поставленной цели необходимо решить следующие задачи: дать характеристику сущности и экономической природы диверсификации производства, её направлений; выявить цели и мотивы диверсификации, определить показатели её состояния и эффективности; провести стратегический анализ диверсифицированной компании с использованием матричного анализа хозяйственного портфеля.

В результате научного исследования были предложены направления совершенствования процесса диверсификации ОАО «МАЗ» (управляющая компания «БЕЛАВТОМАЗ»), реализация которых позволит ослабить зависимость от колебаний конъюнктуры рынка, рационально распорядиться своими ресурсами, снизить риски предпринимательской деятельности, повысить конкурентоспособность предприятия, смягчить последствия экономических кризисов.

Основная часть. Диверсификация производства (лат. *diversus* разный, *facio* делать) — процесс разностороннего развития новых видов производства с изменением номенклатуры выпускаемой продукции и услуг в целях обеспечения стабильности функционирования предприятия, получения экономической выгоды, повышения уровня конкурентоспособности, уменьшения предпринимательского риска, удовлетворяющий новую для данного предприятия общественную потребность, сопровождающийся качественными изменениями разнообразных структур предприятия и приводящий к появлению новых конкурентов. Под разнообразными структурами предприятия понимаются технологическая структура, производственная структура и структура управления.

Процесс диверсификации производства, прежде всего, касается перехода на новые технологии, рынки и отрасли, к которым ранее предприятие не имело никакого отношения. Кроме того, разнообразие выпускаемой предприятием продукции делает эффективность функционирования предприятия в целом независимой от жизненного цикла отдельного товара и обеспечивает ему устойчивый поступательный рост [1, с. 15].

Цель диверсификации производства — создание условий стабильного и эффективного социально-экономического развития предприятия, которое заключается в повышении рентабельности, обеспечении финансовой устойчивости и сбалансированности стратегического набора предприятия [2, с. 113].

Диверсификация производства создаёт предпосылки организационно-экономического характера для развития наиболее конкурентоспособных форм и направлений производства, ведёт к оптимизации и повышению конкурентоспособности предприятия, его финансовой устойчивости. Диверсификация производства становится подвижной и гибкой частью воспроизводства, что делает предприятие более чувствительным к изменениям внешней среды, чутким к восприятию новых потребностей рынка, следовательно, готовым к завоеванию новых сегментов рынка, отраслей, регионов.

Аналитическое исследование организационно-экономических условий диверсификации производства ОАО «МАЗ» позволяет сделать определённые выводы.

ОАО «МАЗ» представляет собой диверсифицированную компанию, реализующую автомобильную технику широкого ассортимента и стремящуюся к постоянному наращиванию объёмов экспорта.

В 2013 г. в товарной структуре экспорта произошли изменения, связанные с выходом предприятия на новые рынки сбыта, что повлияло на изменение общей структуры спроса на производимую продукцию. Наибольшую долю в экспорте занимают автомобили грузовые, пассажирская и прицепная техника, автокраны. Во многом спрос на продукцию продиктован разницей в цене, которая в настоящее время является главным фактором продаж автомобильной техники. Вследствие более низкой цены восточноевропейские покупатели и покупатели из стран ЕАЭС отдают предпочтение автотехнике производства ОАО «МАЗ», а не западным аналогам, имеющим более высокие качественные и технологические характеристики.

Основным рынком сбыта продукции предприятия является рынок стран — членов ЕАЭС, значительные позиции на котором по-прежнему принадлежат Российской Федерации, несмотря на существующие тенденции к снижению его доли в общей структуре реализации. Также следует отметить увеличение в отчётном периоде доли поставок в страны Латинской Америки и Юго-Восточной Азии, что свидетельствует о наличии возможностей данных регионов к сотрудничеству с ОАО «МАЗ».

Необходимым условием при определении потенциала возможных направлений бизнеса является проведение стратегического анализа диверсифицированной компании, отправной точкой которого выступает качественная оценка каждого вида её деятельности посредством выполнения матричного анализа хозяйственного портфеля компании. Для оценки хозяйственного портфеля ОАО «МАЗ» были использованы модифицированная БКГ-матрица и модель GE/McKinsey. Проведённый стратегический анализ дал определённые результаты.

В сложившейся ситуации руководству необходимо предпринять решительные шаги либо по ликвидации устаревших товаров, либо по разработке новых методов и вариантов улучшения имеющегося ассортиментного ряда. Стратегические усилия ОАО «МАЗ» должны быть направлены на оживление товарной группы машинокомплектов автомобилей при максимальном внимании к грузовым автомобилям и автобусам. С позиции осуществления дополнительных инвестиций наиболее привлекательными и многообещающими являются следующие виды производств: автокраны, автоподъёмники, машинокомплекты автомобилей и пассажирская техника.

Основными направлениями совершенствования и повышения эффективности процесса диверсификации производства ОАО «МАЗ» являются своевременный инновационный процесс, совершенствование товарной политики и послепродажного обслуживания. Реализация данных направлений позволит избежать рисков, реализовать потенциал роста, рационально распорядиться своими ресурсами, а также повысить управляемость бизнеса, обеспечить устойчивое развитие предприятия в условиях конкурентной среды. Планомерное развитие рынков сбыта продукции — неотъемлемый элемент процесса диверсификации производства современного промышленного предприятия. К основным направлениям повышения эффективности сбытовой деятельности рассматриваемой компании следует отнести: сохранение старых и завоевание новых рынков сбыта, а также совершенствование товаропроводящей сети.

Заключение. Диверсификация производства всегда имела место в промышленности, а в настоящее время необходимость приспособления к новым экономическим условиям, поиску наиболее выгодных сфер приложения созданного производственного потенциала повышает её значимость. На основании проведённого исследования можно утверждать, что диверсификация производства в современных условиях является одним из важнейших организационных процессов развития промышленности и, в частности, машиностроения. Процесс диверсификации помогает повысить конкурентоспособность и расширить присутствие машиностроительных предприятий на мировом рынке. В то же время с развитием диверсификации промышленных предприятий и машиностроительного производства будет происходить диверсификация белорусской экономики, а это является актуальной тенденцией развития Республики Беларусь на современном этапе.

Список цитируемых источников

1. Немченко Г. Диверсификация производства. Благовещенск : Дальневосточ. отделение РАН, 1994. 301 с.
2. Коно Т. Стратегия и структура японских предприятий. М. : Прогресс, 1987. 598 с.

УДК 338.984

Н. И. Сидорович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

А. И. Ильин,

кандидат экономических наук, профессор

Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет», Минск

Н. С. Коваленко,

доктор физико-математических наук, профессор

Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет», Минск

НАПРАВЛЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНО-КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рассмотрены вопросы особенностей современного развития предприятий промышленности. Определена проблема планирования деятельности предприятия и выделены направления рационализации производства. Предлагается реализация принципов поточного производства для партионного выпуска продукции.

Questions special modern development of the enterprises of the industry are considered. The problem of planning of activity of the enterprise is defined and the directions of rationalization of production are allocated. Realization of the principles of line production for partionny output is offered.

Введение. Когда речь идёт о характеристике условий функционирования субъектов хозяйствования, часто можно встретить термин «сложная экономическая ситуация». Изменившиеся факторы внешней среды (политические, экологические, социальные, демографические, внешнеэкономические) для предприятия могут рассматриваться и как угрозы, и как возможности. Неизменным остаётся тот

факт, что условия хозяйствования никогда не были статичны, а нарастающие темпы научно-технического прогресса с каждым годом увеличивают скорость изменений. Если предприятие не научится оперативно реагировать и подстраиваться к новым условиям, оно не сможет «выжить» на современном рынке. Как говорят китайские философы, когда дует ветер перемен, не нужно строить стены, нужно строить ветровые мельницы. А перемены в современном мире существенные. Значительно уменьшилась временная амплитуда проходящих финансово-экономических кризисов, что заставляет предприятия реагировать быстрее, эффективнее использовать дорожающие ресурсы (одним из которых стало время), бороться за инновации и информацию.

Основная часть. Каковы результаты работы современной отечественной промышленности, можно оценить на основе статистических данных.

Как сообщает пресс-служба Национального статистического комитета, сумма чистого убытка организаций Беларуси за январь—июль 2015 г. составила 15 трлн белорус. р. — в два раза больше, чем за январь—июль 2014 г. За семь месяцев текущего года убыточными были 1 589 организаций (20,1% от общего количества организаций, учитываемых в текущем порядке), за январь—июль 2014 г. — 1 139 (14,4%).

Удельный вес убыточных организаций составил: в сельском хозяйстве — 13,8% (в январе—июле 2014 г. — 7%); промышленности — 31,1% (в январе—июле 2014 г. — 26,2%); строительстве — 20,8% (в январе—июле 2014 г. — 8,7%); торговле — 22,7% (в январе—июле 2014 г. — 16,8%); транспорте — 18,5% (в январе—июле 2014 г. — 13,6%); образовании — 12,2% (в январе—июле 2014 г. — 4,1%).

По данным раздела «Экономика и бизнес» новостей на портале TUT.BY за 14 сентября 2015 г. видно, что больше всего убыточных организаций было в Витебской обл. (27,6%), меньше всего — в Гомельской (10,4). В Брестской обл. убыточными являлись 20,3% организаций, Гродненской — 19,9, Минской — 21,5, Могилёвской — 14,8, в Минске — 23,3% [1].

Анализ представленной информации позволяет сделать выводы об ухудшении финансовых результатов работы субъектов хозяйствования, особенно в промышленности. Одной из причин такого положения можно назвать введение западными странами санкций против России, основного торгового партнёра Беларуси, что привело к сокращению поставок продукции на экспорт. Данный факт указывает на низкую конкурентоспособность (как по цене, так и по качеству) белорусской промышленной продукции на мировом рынке и, как следствие, низкий уровень диверсификации экспорта с чётким перевесом в сторону России. Отечественные предприятия не смогли оперативно отреагировать на изменения внешней среды и оптимизировать свои производства. Оценим работу отдельных промышленных предприятий.

Практическая реализация предлагаемого механизма поможет осуществлять процесс стратегического планирования на практике, разработанная стратегия будет учитывать как внешние возможности предприятия, так и внутренние.

Лидирует по объёму чистой прибыли, причём традиционно и с большим отрывом, ОАО «Беларуськалий», увеличивший её до 6,7 трлн белорус. р. (92,3% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года). На втором месте, как и в первом квартале, оказался ОАО «Газпром трансгаз Беларусь».

Ещё один участник тройки лидеров — ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод». Его прибыль выросла до 2,4 трлн белорус. р. (87,8%). В рейтинг 25 лучших вошли крупные частные экспортёры продовольствия — ОАО «Смолевичи Бройлер» и ОАО «Савушкин продукт». Предприятия-лидеры по величине прибыли позволяют выделить успешно функционирующий вид экономической деятельности — химическое производство.

Далее рассмотрим деятельность наиболее неуспешных предприятий. Как и в первом квартале, лидером остаётся ОАО «МАЗ» с его чистым убытком 872,8 млрд белорус. р. (убыток в первом полугодии прошлого года — 91,4 млрд белорус. р.). На втором месте — ОАО «Гомсельмаш» (убыток 690,7 млрд белорус. р., хотя год назад был в незначительном, но плюсе). В первом квартале текущего года ОАО «МТЗ» входило в тройку убыточных, но по итогам полугодия предприятие вышло в плюс (чистая прибыль составила 18,5 млрд белорус. р.), хотя это и далеко от позиций, которые компания занимала год назад (72,6 млрд белорус. р. и 25-е место среди самых прибыльных предприятий страны). Именно МАЗу, Гомсельмашу и МТЗ государство в июне оказало серьёзную финансовую поддержку. Десятка наиболее убыточных компаний чётко выделила проблемную отрасль — машиностроение, хотя данная отрасль — одна из важнейших в экономике Беларуси.

Переход к рыночной экономике тяжело и болезненно сказался на машиностроительном комплексе: объём производства в 1995 г. по сравнению с 1990 г. сократился в 1,46 раза. Однако в результате адаптации машиностроительных предприятий к рыночным условиям, активизации их усилий в поисках рынков сбыта в 1996—2008 гг. обеспечивался ежегодный прирост общего объёма продукции, но уже в 2009 г. он показал тенденцию к снижению, причиной которого явились последствия мирового финансово-экономического кризиса. Но есть и множество других факторов как внешней, так и внутренней среды компаний, которые оказали своё влияние. Основные крупные машиностроительные предприятия были построены во времена Советского Союза. Тогда не было проблем

с ресурсами и энергоносителями, вопрос качества в плановой экономике носил второстепенный характер. Но союз распался, и в наследие получены уже морально устаревшие, физически изношенные, материало- и энергоёмкие огромнейшие производства. Крупные машиностроительные производства были ориентированы на союзный спрос, внутреннее потребление их конечной продукции ничтожно мало по сравнению с производственным потенциалом. Большинство машиностроительных предприятий являются градообразующими, от чего важность их загрузки и эффективное функционирование по выпуску конкурентной на мировом рынке продукции увеличивается.

Перспективы развития машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности базируются на реализации мероприятий Указа Президента Республики Беларусь от 14 мая 1998 г. № 246 «Об утверждении концепции и программы развития промышленного комплекса Республики Беларусь на 1998—2015 годы», в соответствии с которыми целевыми ориентирами определены: ежегодный прирост объёмов производства не менее 5% при опережающих темпах роста экспорта; снижение материалоёмкости продукции на 2...3%; достижение уровня рентабельности не ниже 25% [2, с. 98].

Проведённый анализ состояния машиностроительной отрасли говорит о необходимости изменения подхода к организации производственного процесса. Если не вносить изменений в механизм управления производством, кризисное состояние усугубится. В сложившихся условиях ограниченных производственных ресурсов машиностроительные предприятия Республики Беларусь вынуждены для сохранения и повышения эффективности работы активизировать внутренние резервы организационно-технического характера.

Для эффективного функционирования современного производства, основанного на применении сложной техники и технологий, необходимы чёткая организация трудового процесса, применение прогрессивных норм и нормативов, являющихся основой не только организации труда на рабочих местах, но и планирования основных производственных процессов и оперативного управления производством.

Организация машиностроительного производства в Республике Беларусь была построена на принципах массового и крупносерийного, а сложившийся тип фактически соответствовал мелкосерийному и серийному. Это породило простои и неполную загрузку оборудования, эффективным средством ликвидации которых служит оперативно-календарное планирование, базирующееся на основе экономико-математических методов.

Предлагается использовать модели и алгоритмы, которые позволяют оптимизировать важнейшие параметры производства по каждому изделию, цеху, участку, рабочему месту, операции, включая: календарно-плановые нормативы движения производства; очерёдность (календарную последовательность) выполнения работ на основании фактического хода производства, имеющихся ресурсов и согласованности работы подразделений по всему производственному циклу; график-расписание, указывающий сроки начала и окончания сборки изделий или узлов, обработки деталей и выполнения отдельных операций.

В основе расчёта указанных параметров: планы выпуска изделий; технологические маршруты по операциям; нормы затрат времени, труда, ресурсов; режимы работы структурных подразделений. Источник эффекта данной системы моделей состоит в том, что эти нормы, рассчитанные на определённых условиях производства, отличаются от фактических. К тому же при разработке технологии не всегда учитываются степень загрузки и взаимозаменяемость оборудования, возможность параллельного выполнения операций.

Предлагаемый подход позволяет: распределить плановый годовой выпуск продукции по внутри-календарным периодам в соответствии со сроками портфеля заказов; рассчитать производственный цикл выполнения заказов и построить объёмно-календарный график выполнения отдельных заказов и сводный по всем заказам; определить календарные сроки опережений в работе структурных подразделений предприятия; рассчитать загрузку оборудования и производственных площадей; построить логистические схемы движения предметов труда; обосновать меры по ликвидации «узких мест» и догрузке оборудования.

Заключение. В настоящее время значение оперативно-календарного планирования неизмеримо выросло. Динамика рыночной конъюнктуры и спроса вызывает довольно частые отклонения фактического хода производства от запланированных цеховых заданий. Поэтому одним из главных требований, предъявляемых к организации, является гибкость, которая может быть достигнута с помощью совершенствования оперативного управления.

Список цитируемых источников

1. Марина Н. Чистый убыток организаций Беларуси за январь—июль увеличился в два раза [Электронный ресурс] // Новости Беларуси. URL: <http://news.tut.by/economics/464345.html> (дата обращения: 14.09.2015).
2. Шимов В. Н. Национальная экономика Беларуси: потенциалы, хозяйственные комплексы, направления развития, механизмы управления. Минск: БГЭУ, 2005. 430 с.

ФОРМИРОВАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В статье говорится о необходимости ускорения инновационных процессов, приоритетных направлений, в которых должны быть получены наиболее значимые результаты от использования инновационных технологий.

In article it is told about need of acceleration of innovative processes, about the priority directions in which the most significant results have to be received from use of innovative technologies.

Введение. Белорусская экономика сегодня в силу объективных причин всё больше интегрируется в европейские и мировые экономические процессы. При этом повышение её конкурентоспособности возможно лишь при условии целенаправленной разработки и формирования национальной инновационной системы, рыночной трансформации действующего научно-технического потенциала Беларуси с ориентацией на мировые тенденции в инновационной сфере при обязательном учёте собственных особенностей и интересов.

Основная часть. Успешное решение стратегических задач ускорения экономического и социального развития Республики Беларусь, перевода экономики на инновационный путь напрямую зависят от эффективности процессов трансформации научных знаний в передовые разработки и их коммерциализации, от степени инновационной восприимчивости основных отраслей хозяйственного комплекса страны.

Беларусь не имеет больших запасов полезных ископаемых. Структура её экономики, в основном, сложилась в период дешёвых сырьевых и топливно-энергетических ресурсов и огромного рынка сбыта всего Советского Союза. В таких условиях, чтобы двигаться вперёд, необходимо в максимальной степени использовать и развивать интеллектуальный потенциал. Для этого в Беларуси существуют некоторые предпосылки.

Кроме того, в республике накоплен опыт программно-целевого решения задач развития экономики и её важнейших отраслей, выбора приоритетных направлений научно-технической и инновационной деятельности и концентрации на этих направлениях интеллектуальных, материальных и финансовых ресурсов.

Данные предпосылки служат основой для ускорения инновационных процессов и формирования национальной инновационной системы. Основными её элементами являются: соответствующее законодательство; генерация и распространение знаний; производство наукоёмкой продукции и услуг; образование и профессиональная подготовка кадров; инновационная инфраструктура, включая механизмы финансового обеспечения [1].

В республике созданы основы нормативной правовой базы, регулирующей отношения в сфере инновационной деятельности. В течение последних нескольких лет принято более 50 нормативных правовых актов, регламентирующих вопросы организации научно-технической и инновационной деятельности, её финансового обеспечения, создания, охраны и использования объектов интеллектуальной собственности.

С точки зрения повышения конкурентоспособности отраслей наиболее значимые результаты от использования инновационных технологий должны быть получены по нескольким приоритетным направлениям.

Во-первых, ресурсосбережение. Безусловно, важнейшим фактором низкой конкурентоспособности отечественных производств в абсолютном большинстве отраслей промышленности являются высокие издержки производства и, в первую очередь, затраты топлива и энергии [2, с. 66].

Во-вторых, увеличение доли продукции высокой степени переработки. Изменение структуры производства в этом направлении рассматривается как одна из ключевых задач промышленной политики. Поэтому особое значение приобретает освоение новейших технологий конечных переделов, а также технологий, позволяющих повысить глубину переработки сырья и степень технологической готовности продукции к последующей переработке.

Наконец, в-третьих, обеспечение гибкости производства. Высокие темпы обновления продукции как условие сохранения конкурентных позиций на рынке предъявляют повышенные требования к технологической структуре производств, которая должна обеспечить их адекватную реакцию на изменения рыночной конъюнктуры. Проблема гибкости производства, его способности к быстрому обновлению номенклатуры продукции во многом обуславливает выбор перспективных технологий в ряде отраслей.

В настоящее время формирование инновационной экономики — приоритетное направление для Беларуси. Это подтверждает и «Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011—2015 годы», в которой отмечается, что в данный период предусматривается переход от экономики директив к экономике инноваций, основанной на деловой инициативе и личной заинтересованности в создании и повсеместном внедрении новых идей [3].

Разработка оптимальной инновационной политики имеет особое значение для Республики Беларусь. Основной целью государственной политики в области развития науки и технологий является переход на инновационный путь развития страны, обеспечение конкурентоспособности отечественных научных исследований и разработок, ускорение их использования в интересах развития экономики, человека и окружающей среды. На основе национальной стратегии устойчивого развития до 2020 г. [4], комплексного прогноза научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2006—2025 гг. [5] была разработана концепция национальной инновационной системы [6].

Государственное воздействие на развитие реального сектора экономики и, в первую очередь, промышленности целесообразно осуществлять с использованием программно-целевых методов, позволяющих сконцентрировать средства в интересах её технологического развития. Здесь можно выделить основные задачи:

– создание научно-технического задела по важнейшим направлениям развития науки и техники, непосредственно ориентированных на решение конкретных социально-экономических задач, технологическое обновление производственного аппарата промышленности;

– формирование возможностей технологического развития страны на долгосрочную перспективу, новых поколений конкурентоспособной наукоёмкой продукции с качественно более высокими функциональными возможностями [7]. Речь идёт, прежде всего, о развитии базовых макротехнологий: технологий новых материалов, нано- и микроэлектронных, оптоэлектронных, радио- и акустоэлектронных, уникальных ядерных технологий, технологий тепловых двигателей, энергетики и энергобережения, химии и катализа, технологий подготовки кадров для национальной технологической базы. Это позволит обеспечить основу для создания конкурентоспособной высокотехнологичной наукоёмкой продукции в области важнейших технических систем (транспорта, связи и коммуникаций, машиностроительного, медицинского оборудования и др.), создать научные и технологические предпосылки для кардинального изменения структуры экспорта, обеспечить устойчивую работу крупнейших предприятий промышленности;

– создание финансовых и организационных условий и предпосылок для усиления конкурентных позиций отечественных товаропроизводителей на внутреннем и внешнем рынках за счёт реализации инновационного потенциала промышленности. Значимость проблемы вытекает из того факта, что повышение конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей — ключевая проблема экономики, от решения которой определяющим образом зависит подъём не только промышленности, но и практически всех отраслей материального производства, а частично и непродуцированной сферы и удовлетворение социальных запросов населения.

Заключение. Современные экономические преобразования, осуществляемые в Республике Беларусь, обусловили превращение инновационного фактора развития в один из важных элементов структурной перестройки, ориентированной на использование интеллектуальных ресурсов и развитие высокотехнологических производств. Для этого необходимо формирование условий, способствующих непрерывному совершенствованию технологий путём инноваций, основанных на новейших научных знаниях.

Список цитируемых источников

1. Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2011—2015 годы : утв. постановлением Совета Министров от 26 мая 2011 г., № 669 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. 2011. № 64. 5/33864.
2. Ермасов С. В., Ермасова Н. Б. Инновационный менеджмент : учеб. для вузов. М. : Высш. образование, 2007. С. 66—70.
3. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011—2015 годы : утв. Указом Президента Респ. Беларусь от 11 апр. 2011 г., № 136 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. 2011. № 43. 1/12462.
4. О разработке Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 27 июня 2003 г., № 863 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. 2003. № 5/12698.
5. Комплексный прогноз научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2006—2025 годы : в 5 т. / Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь ; Ин-т экономики НАН Беларуси. Минск : Право и экономика, 2005.
6. Концепция национальной инновационной системы [Электронный ресурс] : одобрена на заседании комис. по вопр. ГНТП при Совете Министров Респ. Беларусь, протокол № 05/47пр от 8 июня 2006 г. URL: <http://belisa.org.by/ru/nis/gospr/documgospr/d8a0dea58da824fd.html> (дата обращения: 15.09.2015).
7. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011—2015 годы.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЛЬНЯНОГО ПОДКОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА ПРИМЕРЕ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье проанализированы особенности развития и показатели деятельности льняного подкомплекса Брестской обл., выявлены проблемы эффективного развития каждой из его сфер.

The article analyzes the characteristics of flax subcomplex Brest region, performance and identify problems of effective development of each of its spheres.

Введение. Лен был и остаётся традиционной белорусской сельскохозяйственной культурой благодаря своим уникальным потребительским свойствам, стабильному спросу внутри страны и за её пределами, а также оптимальному сочетанию почвенно-климатических условий его возделывания. Надёжное и эффективное функционирование льняного подкомплекса Республики Беларусь имеет стратегическое значение для сохранения независимости отечественного рынка текстильной продукции, поскольку льняное волокно является единственным отечественным натуральным сырьём для текстильной промышленности.

Основная часть. В настоящее время льняной подкомплекс Брестской обл. включает в себя сельскохозяйственные предприятия всех категорий, которые производят льнотресту и льносемена, предприятия по первичной переработке льняного сырья — льнозаводы, а также предприятия, занимающиеся заготовкой, очисткой и подготовкой к севу семян льна — льносемянницы. В 2015 г. на территории области в рамках льняного подкомплекса осуществляют свою деятельность три льносеющих хозяйства, две льносемянницы и два льнозавода. Так, льняной подкомплекс области представлен предприятиями, составляющими единый цикл производства льнопродукции, за исключением вторичной переработки короткого и длинного волокна, которую осуществляет единственное в республике предприятие — РУПТП «Оршанский льнокомбинат», расположенное в Витебской обл.

По данным сводных отчётов предприятий льняного подкомплекса Брестской обл., за период 2010—2014 гг. наибольший удельный вес в общем объёме продукции подкомплекса занимает льняная промышленность (таблица 1). Так, её удельный вес колеблется от 93 до 95%, тогда как на предприятия, занимающиеся выращиванием льна, приходится около 5...7%.

Т а б л и ц а 1 — Показатели эффективности деятельности предприятий льняного подкомплекса Брестской обл. за 2010—2014 гг.

Показатель	2010	2011	2012	2013	2014
Льносеющие предприятия					
Выручка от реализации льносырья (с субсидией), млн белорус. р.	1 234	1 103	2 045	3 270	5 592
Прибыль (убыток) от реализации льносырья, млн белорус. р.	140	-141	108	107	514
Уровень рентабельности (убыточности), %	12	-11	5	3	10
Льнозаводы					
Выручка от реализации льноволокна (с субсидией), млн белорус. р.	—	19 829,4	35 391,1	44 407,6	79 584,9
Прибыль (убыток) от реализации льноволокна, млн белорус. р.	—	-2 438,3	1 358	-8 939,7	217
Уровень рентабельности (убыточности), %	—	-12,9	4,7	-18,7	0,3
Льняной подкомплекс — всего					
Объём продукции, млн белорус. р.	—	20 932,4	37 436,1	47 677,6	85 176,9

Примечание. Источник: сводная отчётность предприятий Брестской обл.

В наиболее выгодном с экономической точки зрения положении находятся льносеющие предприятия области, их прибыль от реализации льноволокна за последние четыре года выросла на 655 млн белорус. р., а рентабельность с -11 до 10%. Средняя рентабельность льносеющих предприятий за анализируемый период составила 9%.

В 2014 г. посевные площади, занятые под лён в Брестской обл., составляли 4 687 га (10% от всех посевов льна по республике). В целом, доля льносеющих предприятий подкомплекса области

невелика в силу дефицита пригодных для выращивания льна почв. Следует отметить, что лён — достаточно капризная техническая культура и, в целом по республике, площадь почв, пригодных под лён, составляет лишь 28,1% от общей площади пахотных земель. За период 2007—2014 гг. посевные площади льна на территории области сократились на 2,9 тыс. га (в 1,6 раза) по причине низкой пригодности почвы (рисунок 1).

Произошло перераспределение удельного веса в общей площади посевов льна среди районов области. Так, в 2014 г. лён перестали сеять в Ивацевичском и Кобринском р-нах (рисунок 2).

В настоящее время наиболее крупными льносеющими районами области являются Ляховичский и Пружанский. Они дают около 91% валового сбора льноволокна в области при общей посевной площади 89%. В 2014 г. валовый сбор льноволокна в области составил 7 599 т (16% от всего сбора по республике). Так, за последние пять лет, невзирая на уменьшение посевных площадей, он вырос на 40%. При этом урожайность волокна в среднем по области увеличилась в 1,9 раза с 8,5 до 16,2 ц / га (рисунок 3).

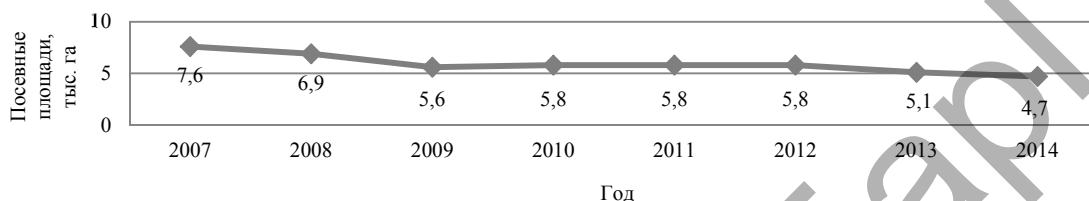


Рисунок 1 — Динамика изменения посевных площадей в Брестской обл., занятых под лён, за 2007—2014 гг.

Примечание. Источник: отчётность Национального статистического комитета Республики Беларусь [1].

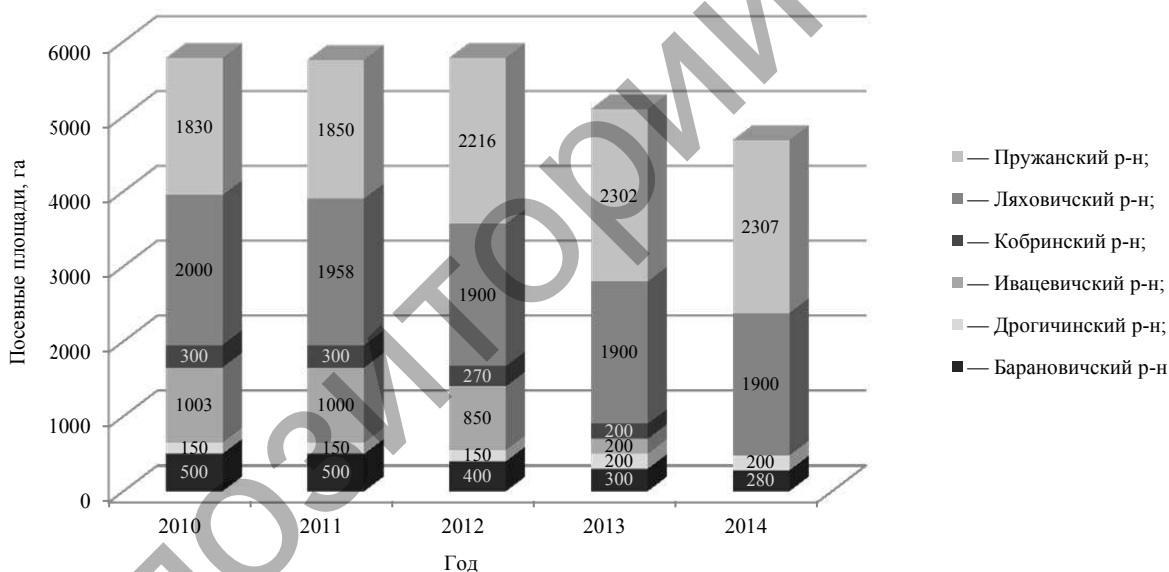


Рисунок 2 — Структура посевных площадей в Брестской обл., занятых под лён, за 2010—2014 гг.

Примечание. Источник: отчётность Национального статистического комитета Республики Беларусь [2].

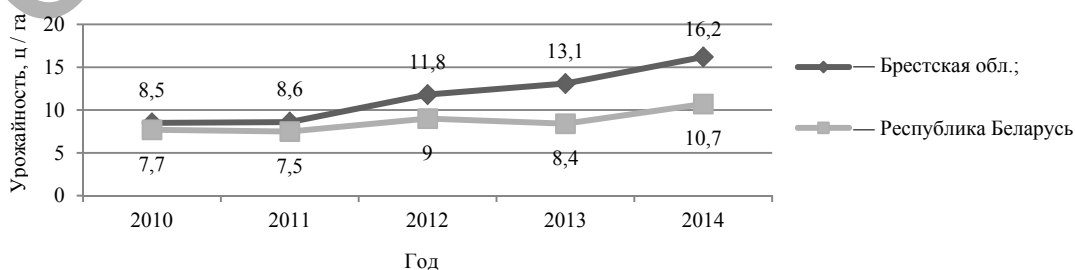


Рисунок 3 — Динамика урожайности льноволокна в Брестской обл. и Республике Беларусь за 2010—2014 гг.

Примечание. Источник: отчётность Национального статистического комитета Республики Беларусь [3].

Средняя урожайность по волокну льна в Беларуси находится в пределах 8 ц / га. В сравнении с Северной Францией, Бельгией и Голландией это является низким показателем (в этих регионах урожайность составляет 16...18 ц / га волокна). Наиболее эффективно выращивают лён в Китае — урожайность равна 30 ц / га, что свидетельствует о высоком уровне агротехники его возделывания и благоприятных погодных условиях.

Анализируя урожайность льна-долгунца, следует отметить, что льноводы области добились существенных результатов, сравнимых с результатами иностранных конкурентов. Так, в 2014 г. средняя урожайность волокна в области была в 1,5 раза выше, чем по всей республике, т. е. на уровне Франции и Бельгии. Обеспечение указанного параметра было достигнуто за счёт: жёсткого соблюдения организационных мер отраслевого регламента возделывания льна; соблюдения агротехнических сроков подготовки земель, сева и уборки льна, технологии вылежки и сроков подъёма тресты, а также выделения льноводам по большей части льнопригодных пахотных земель с учётом предшественников; обеспечения необходимыми качественными семенами районированных сортов не ниже III репродукции. Однако несмотря на рост урожайности качество льноволокна остаётся низким.

В сложной финансовой ситуации сегодня оказались льнозаводы области. Средняя рентабельность льнозаводов за период 2010—2014 гг. составила –6%. Перерабатывающие предприятия области испытывают определённые трудности с производством и реализацией своей продукции, периоды безубыточной работы в 2012 и 2014 гг. сменяются периодами работы с катастрофическими убытками. Так, убытки от реализации льноволокна в 2011 г. составили 2 438,3 млн белорус. р., а в 2013 г. — 8 939,7 млн белорус. р.

Главной причиной такого сложного финансового положения предприятий первичной переработки льна является технологическая отсталость оборудования. По оценкам экспертов, действующее технологическое оборудование большей части льнозаводов области физически и морально устарело. Другой немаловажной причиной, приводящей к отрицательным результатам деятельности льнозаводов, является низкое качество поставляемой для переработки льнотресты.

Заключение. Анализ современного состояния льняного подкомплекса Брестской обл. указывает на наличие проблем в каждой из его сфер. Основной причиной низкорентабельной работы предприятий подкомплекса является недостаточный уровень его технического и технологического оснащения. В решении этой задачи необходима помощь государства. Однако было бы неправильно считать, что государство должно осуществлять финансирование льняного подкомплекса в том объёме, который бы полностью удовлетворял его потребности. Необходимо делать упор на повышение финансовой самостоятельности предприятий подкомплекса за счёт привлечения внебюджетных источников финансирования, в том числе за счёт привлечения кредитов.

Список цитируемых источников

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Нац. стат. ком. Респ. Беларусь : [сайт]. URL: <http://www.belstat.gov.by/> (дата обращения: 01.09.2015).
2. Там же.
3. Там же.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ

УДК 004.457

А. Ю. Бузук, Е. Г. Шапович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

В статье рассмотрены условия контроля качества вычислительной техники и периферийных устройств на предприятии и его соответствие требованиям.

In article conditions of quality control of ADP equipment and peripheral devices at the enterprise and its compliance to requirements are considered.

Введение. Использование информационных систем и технологий позволило повысить эффективность работы различных предприятий. С ростом технологий стали востребованы более конкретизированные программные продукты, которые направлены на какую-нибудь конкретную отрасль деятельности предприятия. На данное время развитие информационных технологий позволило автоматизировать производимые операции.

Для управления средствами вычислительной техники на предприятии необходимо организовать постоянный мониторинг автоматизированной системы, разработать методики анализа эксплуатационных показателей в разрезе различных структур, обеспечить подготовку сводных показателей, характеризующих автоматизацию в масштабе предприятия, и ввести периодическое планирование развития автоматизированной системы [1].

С появлением системы контроля качества можно оптимизировать учёт вычислительной техники, предотвращать поломки и генерировать очередь обслуживания.

Автоматизация работы по учёту и анализу компьютерной техники позволит сэкономить время и более точно отразить все изменения, которые происходят в ней. Также появится возможность более быстрого поиска необходимой информации, так как все сведения будут занесены в базу данных.

Основная часть. Объектом исследования выступает процесс деятельности отдела автоматизированных систем управления, предметом — программные средства, позволяющие автоматизировать и усовершенствовать работу по обслуживанию и учёту вычислительной техники и периферийных устройств. Актуальность выбранной тематики работы обусловлена тем, что в настоящее время для большинства государственных организаций и коммерческих фирм характерно отсутствие упорядоченной системы учёта вычислительной техники и её обслуживания, поэтому возникает необходимость проведения объективного и всестороннего анализа имеющейся на предприятии компьютерной техники.

Любая информационная система (в данном случае — хранящая сведения об имеющейся вычислительной технике на предприятии) предполагает использование баз данных.

В качестве системы управления базами данных (СУБД) выбрана Microsoft SQL Server 2012, которая является реляционной системой, построенной на архитектуре «клиент—сервер». Microsoft SQL Server ориентирована на применение в операционных системах Windows и использует в своей работе системные функции этих систем, что значительно упрощает архитектуру Microsoft SQL Server в отличие от других СУБД, вынужденных дублировать некоторые функции ядра операционной системы для обеспечения межплатформенной переносимости.

Microsoft SQL Server является всеобъемлющим интегрированным сквозным решением, которое наделяет пользователей организации безопасной, надёжной и продуктивной платформой для обработки промышленной информации и приложений, касающихся интеллектуальных ресурсов предприятия.

Для разработки приложения использована среда Microsoft Visual Studio 2013 Ultimate, представляющая собой интегрированное комплексное решение для рабочих групп любого размера с высокими требованиями к качеству и масштабированию, которым необходимы универсальные инструменты и службы для определения, создания и управления сложными корпоративными приложениями и решениями, предназначенными для полнофункциональных корпоративных платформ Microsoft, а также кроссплатформенных технологий.

С учётом предъявляемых требований для разработки проекта применяется язык высокого уровня C#. Для обеспечения максимальной интеграции приложения и СУБД использована платформа .NET Framework 4.5.1.

C# относится к семье языков с C-подобным синтаксисом, имеет статическую типизацию, поддерживает полиморфизм, перегрузку операторов (в том числе операторов явного и неявного приведения типа), делегаты, атрибуты, события, свойства, обобщённые типы и методы, итераторы, анонимные функции с поддержкой замыканий, LINQ, исключения, комментарии в формате XML.

По средствам подключения соответствующих библиотек C# обеспечивает хорошее взаимодействие со всеми видами СУБД, в том числе Microsoft SQL [2].

Использование программного продукта «Автоматизированная система контроля качества вычислительной техники и периферийных устройств» позволяет вести учёт имеющегося на предприятии оборудования, прогнозировать, примерно в какое время произойдёт сбой или поломка техники. Следовательно, автоматизируется учёт оборудования и система заявок (например, заправка картриджа), составится прогноз на приблизительный срок службы того или иного оборудования.

Заключение. Разработанное приложение предназначено для упрощения и совершенствования работы отдела автоматизированной системы управления предприятия.

Список цитируемых источников

1. Коноплева И. А., Хохолова О. А., Денисов А. В. Информационные технологии : учеб. пособие. М. : ТК Велби : Проспект, 2007. 304 с.
2. Трелсен Э. C# и платформа .NET. СПб. : БХВ-Петербург, 2004. 796 с.

УДК 336.717

Л. П. Володько,

кандидат экономических наук, доцент

Учреждение образования «Полесский государственный университет», Пинск

О. В. Володько,

кандидат экономических наук, доцент

Учреждение образования «Полесский государственный университет», Пинск

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДИСТАНЦИОННЫХ БАНКОВСКИХ УСЛУГ И ЕЁ ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Текст публикации не представлен по решению авторов.

Репозиторий Баргу

УДК 622.23.08

В. Н. Галушко,

кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», Гомель

С. И. Бахур

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Гомель

А. А. Белятко

Локомотивное депо «Барановичи» транспортного республиканского унитарного предприятия «Барановичское отделение Белорусской железной дороги», Барановичи

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Результаты энергоаудитов, проведённых в вагонном и локомотивном депо, указывают на большой физический износ электрооборудования. При этом задачи по модернизации и замене устаревшего электрооборудования, выявлению причин отказов, а также расчёты оптимальных сроков профилактических работ необходимо рассматривать в комплексе с мероприятиями по совершенствованию технологии и повышению качества услуг по ремонту вагонов и локомотивов.

The results of energy audits carried out in wagons and locomotive depot, indicate great physical deterioration of electrical equipment. In this task of modernization and replacement of outdated electrical equipment, identify the causes of failures, as well as calculations of the optimal timing of preventive maintenance should be considered in conjunction with measures to improve the technology and quality of services to repair wagons and locomotives.

Введение. С проблемой надёжности в электроэнергетике связаны следующие практические задачи: прогнозирование надёжности оборудования и установок; нормирование уровня надёжности; испытания на надёжность; расчёт и анализ надёжности; оптимизация технических решений по обеспечению надёжности при проектировании, создании и эксплуатации электротехнического оборудования, установок, систем; экономическая оценка надёжности.

Теория надёжности вводит в практику инженерного исследования количественные оценки, которые позволяют: устанавливать требования и нормативы надёжности оборудования для установок и систем; сравнивать различные виды оборудования, установок и систем по их надёжности; рассчитывать надёжность установок по надёжности их элементов; оптимизировать величину необходимого резерва и структуру технических объектов; выявлять наименее надёжные элементы оборудования, установок и систем; оценивать сроки службы оборудования и установок.

Основная часть. Библиотека данных по результатам накопленных сведений и результатов проводимых приборных исследований включала анализ применяемого и предлагаемого при энергоаудитах нового оборудования.

На основании апробированных математических моделей и полученных результатов исследований реализуется веб-приложение анализа параметров надёжности.

Информационная составляющая математической модели включала влияние отклонений, несимметрии и несинусоидальности напряжения, отклонения частоты в энергосистеме на работу электрооборудования.

В состав объектов исследования входили следующие участки депо: вагоносорочный, ремонтно-комплектовочный, колёсно-роликовый, автоконтрольный, пункты технического обслуживания вагонов, ремонтно-механический, энергосиловой участки. Наибольшее количество ремонтов из записей журналов заявок связано с заменой ламп освещения, пультов управления кран-балками, вентиляторов.

Заключение. Результаты математического моделирования позволяют количественно оценить показатели эксплуатационной надёжности и величину необходимого резерва, оптимизировать сроки профилактических работ электрооборудования с учётом экономики и норм охраны труда.

УДК 476

В. Н. Галушко,

кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», Гомель

А. Г. Петров, А. В. Дробов

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», Гомель

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Реализация программного инструментария повышения энергоэффективности электрооборудования, основанная на электрических расчётах электрооборудования, анализе параметров надёжности и технических мероприятиях по экономии электроэнергии, представляется актуальной задачей для предприятий железнодорожной отрасли.

Implementation of software tools to improve energy efficiency of electrical equipment, electrical calculations based on electrical parameters of the analysis of reliability and technical measures for energy savings, it is an urgent task for railway enterprises.

Введение. Целью данной работы является создание программно-технологического инструментария повышения энергоэффективности оборудования, установок, систем, позволяющего: рассчитывать показатели надёжности; прогнозировать надёжность оборудования и установок; нормировать уровень надёжности; оптимизировать технические решения по обеспечению надёжности при создании и эксплуатации электротехнического оборудования, установок, систем; оценивать экономические показатели надёжности; повышать надёжность электрических объектов и систем с учётом условий и режимов работы; оценивать влияние различных факторов (колебаний и несимметрии напряжения, отклонения частоты сети и т. д.); принимать решения по результатам расчётов технических мероприятий повышения энергоэффективности на основании разработанных форм.

Основная часть. Созданы приложения программного инструментария повышения энергоэффективности электрооборудования, позволяющие: выбирать защитную аппаратуру; рассчитывать потери

мощности и электроэнергии в элементах системы электроснабжения; выбирать сечения проводов или жил кабеля; определять мощность электродвигателя для различных режимов работы; рассчитывать параметры трансформаторов, асинхронных двигателей и машин постоянного тока; принимать обоснованные решения по результатам расчётов технических мероприятий по повышению энергоэффективности на основании разработанных форм, внедрённых в практику энергоаудитов; использовать результаты расчётов в качестве исходных данных для анализа показателей надёжности.

Программно-технологический инструментарий реализуется отдельными программами и в виде веб-приложения для персонального компьютера.

Заключение. Применение программного инструментария совместно с программами расчёта надёжности позволяет повысить энергоэффективность применяемого электрооборудования и оценить показатели эксплуатационной надёжности. Практическое использование результатов расчётов в разработанных и апробированных программах позволит принимать обоснованные решения для различных технических мероприятий повышения энергоэффективности, а также при планировании и нормировании потерь электроэнергии в электрооборудовании и энергетических системах.

УДК 65.011.55

А. В. Гладышева,

кандидат экономических наук, доцент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Тамбовский государственный университет
имени Г. Р. Державина», Тамбов, Российская Федерация*

О. Н. Горбунова,

кандидат экономических наук, доцент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Тамбовский государственный университет
имени Г. Р. Державина», Тамбов, Российская Федерация*

И. Ф. Чепурова,

кандидат экономических наук, доцент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Тамбовский государственный университет
имени Г. Р. Державина», Тамбов, Российская Федерация*

МОДИФИКАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЙ

В статье рассматривается влияние современных условий на трансформацию информационных систем управления предприятием. Определение исторического изменения роли информационных технологий организации, по мнению авторов, возможно через изучение пяти эпох, в которых использовались информационные системы управления.

The article examines the impact of current conditions on the transformation of enterprise information management systems. Determination of the historical changes in the role of the IT organization according to the authors is possible through the study of five epochs, which used management information systems.

Введение. Существует прочная взаимосвязь оптимизации управления и повышения эффективности производства. Совершенствование форм и методов управления происходит на основе достижений научно-технического прогресса, развития информатики, занимающейся изучением законов, методов и способов накопления, обработки и передачи информации с помощью различных технических средств, а также её систематизирование.

Управление предприятием или другим экономическим объектом возможно только при обмене информацией между компонентами системы, а также информацией системы и окружением. Процесс управления системой неизбежно связан с получением информации о состоянии системы на каждый контрольный момент времени, достижении (или не достижении) цели управления (применительно к экономическим объектам целью может являться наибольшая прибыль, наименьшая себестоимость, оптимальная занятость работников, достижение необходимой безопасности и т. д.) или нескольких целей сразу, об отклике системы на управляющее воздействие.

Основная часть. Несмотря на существующие национальные и региональные различия в информационном обеспечении менеджмента, принятом в типовой экономической и финансовой отчетности, можно сформулировать общие требования, предъявляемые к информации для управления.

Совокупность этих требований предполагает описание характеристик качества информации как исходного ресурса для исследования процесса управления с различных сторон, отражающих различные этапы процесса коммуникации.

Функционирование предприятий в условиях рыночной экономики поставило новые задачи по совершенствованию управленческой деятельности на основе комплексной автоматизации управления всеми производственными и технологическими процессами, а также трудовыми ресурсами. Рыночная экономика приводит к возрастанию объёма и усложнению задач, решаемых в области организации производства, процессов планирования и анализа, финансовой работы, связей с поставщиками и потребителями продукции, оперативное управление которыми невозможно без организации современной информационной системы управления.

Эволюция зарубежных информационных систем управления началась несколько раньше, чем российских [1].

В целях оптимального управления производством от поставки сырья и комплектующих до удовлетворения запросов конечных потребителей была разработана первая концепция управления, которая стала стандартом [2]. Она получила название MRP (Material Requirements Planning), её суть заключалась в планировании потребностей в материалах для производства.

Доработка и расширение стандарта MRP положением о формировании производственной программы в масштабах всего предприятия и контроля её выполнения на уровне подразделений привели к появлению MRP II (Manufacturing Resource Planning), позволявшему планировать все производственные ресурсы (оборудование, сырьё и т. д.).

Дальнейшая эволюция породила широко известный и, по всей видимости, самый распространённый в настоящее время стандарт ERP (Enterprise Resource Planning), предусматривающий управление всеми ресурсами предприятия (производственными, финансовыми, заказами и т. д.) [3]. Все ERP-системы создавались исходя из системного подхода к автоматизации функций управления производством, что позволило реализовать интегрируемость «естественным путём».

Чтобы лучше понять это историческое изменение роли информационных технологий организации, представим весь период их использования в управлении в виде четырёх эпох (эр).

Исторически российские информационные системы управления возникали как учётные бухгалтерские системы [4]. Впоследствии они дорабатывались в целях расширения спектра автоматизированных функций, но основа оставалась неизменной [5]. Базовый принцип построения подобных систем состоит в унификации данных.

Во второй эксплуатационной эпохе (от середины 60-х до середины 70-х гг. XX в.) надёжность компьютера увеличилась, пакетные системы были заменены интерактивными. Это создало возможности развития компьютеризированных систем реального времени для серьёзных эксплуатационных транзакций типа обновления товаров и планирования производства. Штат информационных систем всё ещё доминировал в развитии и выполнении этих приложений. Но так как эти системы играли серьёзную роль поддержки для предприятия, деловые менеджеры стали больше вовлекаться в их развитие.

Прикладным акцентом в третьей информационной эре (с конца 70-х до начала 80-х гг. прошлого века) было использование информации для принятия решения. Реляционные базы данных и более удобные для пользователя программирующие языки четвёртого поколения привели к началу вычислений для конечного пользователя и развитию приложений для непрофессионалов информационных систем. Для облегчения введения и непрерывного использования этих инструментальных средств информационных систем организации взяли на себя новую роль: поддержку и управление вычислениями для конечного пользователя. Начало налаживаться партнёрство между информационными системами организации и менеджерами.

В четвертой эпохе (начавшейся в середине 80-х гг. XX ст.) во взаимосвязанном обществе предприятия начали поддерживать развитие систем, которые давали им конкурентоспособное преимущество. Это новое объединение деловой стратегии и приложений из области информационных технологий потребовало не только участия деловых менеджеров, но и лидерства среднего звена руководства на производстве. Многие из этих стратегических приложений использовали значительно улучшенные ресурсы связи: предприятия получили возможность связывать вместе географически отдалённые внутренние подразделения, развивать электронные связи с клиентами, поставщиками и другими деловыми партнёрами. Взаимосвязанность является важной особенностью предприятий в 90-х гг. XX в.

Сейчас наступила пятая эра — глобальное взаимосвязанное общество, в котором предприятия могут использовать информационные технологии, чтобы работать с многонациональными и многоязычными деловыми партнёрами. На некоторых предприятиях действуют новые интегрированные системы, которые обеспечивают перевод языков и валюты, выполняют это на глобальной основе. Эти системы могут обеспечивать единый контакт для глобальных клиентов, удовлетворять их запросы. Компании также пользуются сетью Интернет для того, чтобы связываться в любое время со своими клиентами в мировом масштабе.

Заключение. С развитием новых информационных технологий происходит постоянное изменение роли информационных систем управления внутри компаний. На крупных предприятиях существуют отделы финансов, человеческих ресурсов и информационных технологий.

Список цитируемых источников

1. Gallagher G. How to Develop a Realistic Master Scheduler // Management Review. April. 1980. P. 19—25.
2. Линдерс М., Фирон Х. Управление снабжением и запасами. Логистика. 11-е изд. М. : Бизнес Микро, 1999.
3. Гайфулин Б. Н., Обухов И. А. Автоматизированные системы управления предприятиями стандарта ERP/MRP II. М. : Богород. печатник, 2001. 104 с.
4. 1С: Предприятие 7.7: комплексная конфигурация. М., 1999. Ч. 1. С. 39.
5. Шуремов Е. П. Взаимодействие оперативного и бухгалтерского учёта при автоматизации // Бухгалт. учёт. 1996. № 9. С. 81—84.

УДК 65.015.148

О. Н. Горбунова,

*кандидат экономических наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Тамбовский государственный университет
имени Г. Р. Державина», Тамбов, Российская Федерация*

А. В. Гладышева,

*кандидат экономических наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Тамбовский государственный университет
имени Г. Р. Державина», Тамбов, Российская Федерация*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕАЛИЗАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ФОРМ ЗАНЯТОСТИ

Статья посвящена изучению применения современных форм занятости в экономике инновационного типа с использованием облачных информационных технологий. По мнению авторов, их применение поможет руководителям предприятий различных форм собственности решить ряд проблем.

The paper studies the use of modern forms of employment in the economy of innovative type using cloud information technology. According to the authors, the use of cloud-based information technologies help managers of enterprises of different ownership forms to solve the range of issues.

Введение. Экономика инновационного типа предъявляет к трудовым ресурсам особые требования, ведь высококвалифицированные работники, в труде которых велика доля умственного труда в сочетании со специфическими знаниями и умениями, являются её «фундаментом». Человек с его уникальными знаниями, по мнению специалистов в области занятости, составляет основу современной экономики инновационного типа. Человеческий капитал, т. е. способность индивида к уникальному труду, в создании добавленной стоимости превалирует в современных инновационных проектах и интеллектуальных продуктах.

При систематических простоях в трудовой деятельности есть шанс имитации деятельности среди персонала, это отражается и на отношении к выполняемой работе, и в потере квалификации, при этом высококлассные специалисты просто начинают искать себе лучшее применение на стороне.

Современные кадровые службы не имеют доступа к информации о временно или частично свободных работниках нужной квалификации. Такой информации не существует: доступной, систематизированной на предприятиях, тем более — по отраслям или регионам. Привлечение необходимых ресурсов — квалифицированных кадров — это один аспект данной проблемы. С другой стороны, высококвалифицированный специалист, выполнив определённый вид работы, может быть временно не востребован в компании или на производстве. Ещё один круг проблем заключается во временно незагруженных дорогостоящих специалистах, т. е. организации их эффективной загрузки в течение всего рабочего времени, уже оплаченного работодателем в виде заработной платы и с учётом всех её составляющих.

Основная часть. Стаффинг (англ. staffing) — термин, означающий предоставление на время специалиста из персонала на определённых условиях [1]. При рассмотрении этого явления на рынке труда возникает немало вопросов как технического, технологического плана, так и законодательного.

Применение данного вида временной занятости выявляет ряд проблем в законодательном плане. Формы занятости “staff leasing” (аренда персонала), “temporary staffing” (выделение и поставка персонала на короткий срок, временно), “outstaffing” (вывод персонала за штат), часто необходимые на практике, проявляются как нелегальные схемы, по нынешнему законодательству остаются вне правового поля, а если и применяются работодателями, являются не чем иным, как «незаконной схемой» [2].

В своей основе смартстаффинг использует «облачные» технологии. Облачная система смартстаффинга позволяет собирать и интегрировать данные значительного количества работодателей, разнообразных сфер деятельности и производств о временной доступности профессиональных возможностей, компетенций работников, находящихся с ними в трудовых отношениях на постоянной основе [3].

Современные информационные технологии и используемая здесь облачная система позволяют в режиме реального времени формировать группы специалистов необходимой численности, обладающих требуемой квалификацией, уровнем профессионализма, специфическими способностями. При этом потребитель данных трудовых ресурсов, предоставляемых ему «в аренду», оплачивает только конкретные часы, в течение которых персонал будет решать эту конкретную профессиональную задачу, будь то проблема или проект.

В управляемом фонде обмена указываются требования к квалификации специалистов (чем они обладают или должны обладать). Это поле — «облако компетенций».

Данный управляемый обменный фонд составляется из реально доступных трудовых ресурсов, при этом работодатели выступают как в качестве поставщика, так и потребителя ресурсов, или используют обе роли одновременно в зависимости от необходимости на данный момент или перспективу.

Под подобные услуги необходимо не только формировать базу, осуществлять запросы и поиски, с чем вполне может справиться система, они требуют договорных взаимоотношений, документального оформления, позволяющих не ущемлять права как персонала, так и нанимателя, страхующих от непредвиденных нечестных случаев.

Итак, владелец компании, где есть временно незадействованный ресурс, — это работодатель, который предоставляет информацию об этом ресурсе на открытый рынок временно или частично свободной профессиональной компетенции, указывая предположительную почасовую ставку оплаты труда, предлагает к «продаже» в качестве товара свободное рабочее время своего работника, его временно незадействованные способности.

Удалённый же пользователь компетенции — работодатель — может приобрести ресурс сразу или зарезервировать, смягчая при этом заблаговременно ожидаемый дефицит ресурсов.

Несомненно, стоит отметить, что спрос на компетенции удовлетворяется за счёт предоставленных симметричных предложений остальных работодателей, как это происходит, к примеру, на товарно-сырьевой бирже [4]. Данный механизм даёт возможность свести к минимуму простои специалистов, обеспечить их гибкую загрузку. При использовании информационных технологий и данной платформы это можно осуществить как по одноразовому запросу, так и по предварительно утверждённому графику. Это повлечёт за собой снижение расходов на персонал за счёт его эффективного и рационального использования, обеспечит его загрузку, отведёт от поисков и множественной занятости.

Оператором предоставления информации об услугах конкретного носителя трудового ресурса, оформителем этих трудовых взаимоотношений может выступать организация, оказывающая обеим сторонам, заказчикам и потребителям, квалифицированную помощь консультантов и экспертов. Во всех случаях будет присутствовать своя специфика, в частности, в вариантах оформления указанных услуг: с точки зрения бухгалтерии — на какой счёт отнести те или иные расходы, с точки зрения юридического отдела — соответствия действующему российскому законодательству [5].

Но для реализации данной технологии необходимо иметь подобную «площадку», подобные ресурсы, все участники отношений должны быть уверены в реальном наличии запрошенного уровня квалификации, конкретной профессиональной компетенции. Для выполнения последнего условия, в свою очередь, необходимы единые и прозрачные критерии оценки трудового потенциала. И, наконец, каждый участник этих взаимоотношений должен осознавать и понимать, за что именно один платит, что именно другой продаёт, за какие конкретно полезные услуги и действия третий получает комиссию (в абсолютных цифрах).

Необходимо отметить, что и для работодателя, и персонала, обладателя компетенций, важен вопрос полной уверенности в легальности и законности этого процесса.

Заключение. В настоящее время технологии «удалённой работы» (не всегда в её правильном толковании) получают широкое распространение. Однако стройная, базирующаяся на законных основаниях система взаимоотношений, оформленная юридически, а также программное обеспечение, позволяющее всем сторонам найти друг друга и получить удовлетворение своих потребностей при правильном их понимании, пока отсутствуют [6]. Чтобы своевременно решать специфические, уникальные задачи и поддерживать свою конкурентоспособность, организациям, предпринимателям необходим доступ к нужным кадровым ресурсам в нужное время. Поэтому разъяснение идеи смартстаффинга, её популяризация и создание соответствующего инструментария — задачи нынешнего дня.

Для реализации занятости с использованием современных технологий необходимо создать организационно-правовую базу, которая регламентировала бы отношения между работником (носителем трудового ресурса) и собственником производства, на котором постоянно трудится индивид и на которое его арендуют временно. При решении этой проблемы будут защищены и работодатели, и работники [7].

Список цитируемых источников

1. Словарь терминов — «смартстаффинг» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.help-hr.ru/catalog/likbez/element.php?ID=2683> (дата обращения: 05.09.2015).
2. Гайнанов Р. Смартстаффинг — это не только интеллектуальная платформа, но и социальная инновация. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kadry.ru/articles/detail.php?ID=56722> (дата обращения: 05.09.2015).
3. HeadHunter.Ru [Электронный ресурс] : сайт. URL: <http://hh.ru> (дата обращения: 06.09.2015).
4. Горбунова О. Н. Информатизация общества и формирование трудового ресурса: проблемы, пути решения // Соц.-эконом. явления и процессы. 2012. № 5—6.
5. Мюллер Б. Смартстаффинг: законный вариант трудовых взаимоотношений или очередная «схема»? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.podborkadrov.ru/articles/detail.php?ID=57230> (дата обращения: 06.09.2015).
6. Гладышева А. В., Горбунова О. Н. Современные подходы к управлению трудовыми ресурсами на предприятии // Актуал. вопросы управления : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 15 мая 2012 г. Тамбов : Бизнес—Наука—Общество, 2012.

УДК 004.932.4

М. А. Гундина, А. Н. Чешкин

Белорусский национальный технический университет, Минск

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассматривается современный подход к процессу обработки промышленных изображений. В работе приводятся примеры использования модификации пикселей в малых окрестностях, применения однородной обработки изображения посредством изменения уровня яркости, возможности комбинации нескольких изображений.

Modern approaches to the image processing of industry were considered. The examples of using pixel modification in small neighborhoods, the use of a uniform image processing for changing the brightness level, the possibility of combining of several images, the threshold image processing are at this paper.

Введение. Основные операции обработки изображений можно разделить на несколько категорий в зависимости от структуры, уровня или назначения. Некоторые операции предназначены исключительно для повышения качества изображений при человеческом восприятии, в то время как остальные — для извлечения информации, пригодной для автоматической обработки, что наиболее важно для улучшения промышленных изображений. Некоторые операции создают новые выходные изображения, а некоторые в качестве выходных данных генерируют описания неграфической формы [1].

Основная часть. Рассмотрим несколько важных категорий операций обработки изображений.

1. Модификация пикселей в малых окрестностях. Значения пикселей можно изменять с учётом их взаимосвязи с небольшим числом близлежащих пикселей, например, из соседних строк или столбцов. Часто на бинарных изображениях изолированные значения 1 и 0 меняются на противоположные значения, чтобы они совпадали со своими соседями. Назначением этой операции может быть удаление шума, появившегося в процессе оцифровки, или упрощение изображения. Отчётливо видно, что за счёт проведённой операции над изображением шум на ней был удалён (рисунок 1).

2. Глобальное улучшение качества изображения. Некоторые операции выполняют однородную обработку целого изображения. Например, если первоначальное изображение слишком тёмное или светлое или же его контрастности недостаточно для хорошего восприятия изображения, можно изменить значение заданных параметров для улучшения вида изображения при выводе на экран. Для примера обрабатываем изображение моноблока синтаксисом ImageAdjust системы Mathematica (рисунок 2).

На выходе имеем более контрастное изображение. Снижение яркости также положительно повлияло на исходное изображение.

3. Комбинация нескольких изображений. Изображение можно сформировать путём сложения или вычитания двух исходных изображений. Вычитание изображений часто применяется для обнаружения изменений в течение некоторого промежутка времени. Рассмотрим изображение металла с незначительной трещиной. За счёт увеличения циклов подведённого нагружения трещина на металле увеличивается (рисунок 3).

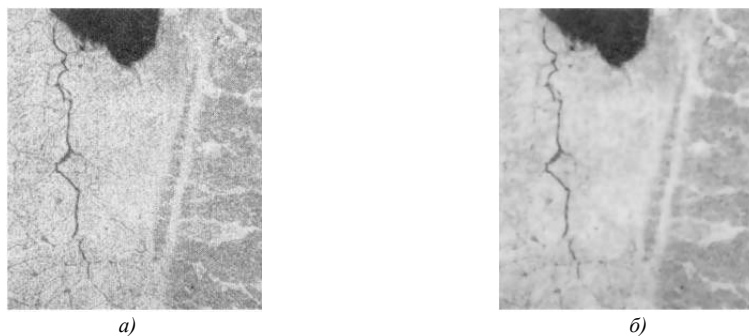


Рисунок 1 — Микроструктуры трещин в околошовной зоне сварных соединений теплоустойчивых и жаропрочных сталей до обработки (а) и после обработки (б)

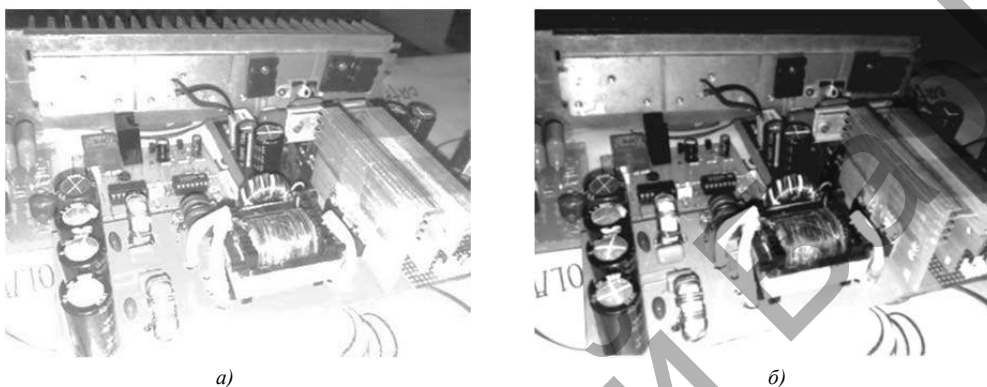


Рисунок 2 — Снимок моноблока до обработки (а) и после обработки (б)



Рисунок 3 — Деформация металла. Процесс развития трещины

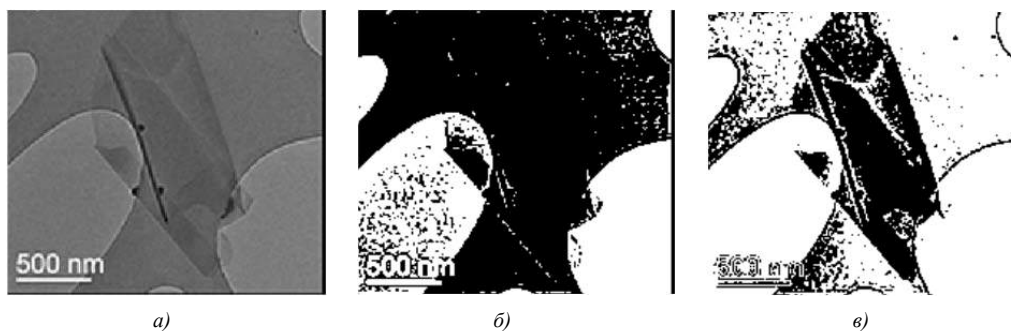
Далее будет задействована встроенная функция ImageDifference, предназначенная для выявления пиксельного различия в изображениях. Результат синтеза представляет светлый контур, выделяющий различие в изображениях (см. рисунок 3). На изображении чётко видно направление развития трещины и её очертания.

4. Бинаризация изображения. В последнее десятилетие большинство компаний переходит к безбумажной технологии — подготовке чертежей, схем, карт, документов с помощью компьютера. Созданные ранее чертежи переводятся в электронный вид. При сканировании старых документов из-за изношенности бумаги, наличия теней и разнообразия текстур получается изображение текста на неоднородном сером фоне. Размытость чертежей в серых тонах затрудняет работу с ними.

Для устранения данной проблемы (и не только) производится бинаризация изображения. Бинарное изображение представляет собой разновидность цифрового изображения, в котором каждый пиксель может представлять только один из двух цветов. Значения каждого пикселя условно кодируются как «0» и «1». Значение «0» условно называют задним планом или фоном, а «1» — передним планом.

Благодаря наличию всего двух возможных значений пикселей бинарные изображения имеют преимущества при сжатии и отличаются малым объёмом данных по сравнению с другими типами изображений. Рассмотрим результат бинаризации снимка нанопласта, полученного с помощью трансмиссионного электронного микроскопа (рисунок 4).

Особенность исходного изображения заключается в наличии областей средней яркости, которые при простой бинаризации пропадают, сливаясь с фоном из-за весьма низкого перепада между краями. Это можно исправить введением в рассмотрение диапазона бинаризации (см. рисунок 4, в).



а — исходное изображение; б — изображение, полученное бинаризацией; в — изображение, учитывающее диапазон бинаризации

Рисунок 4 — Бинаризация изображения

Заключение. Разработанные подходы могут использоваться для улучшения визуализации снимков поверхностей продукции машиностроения и повышения их контрастности, подготовки их как изображений промышленного образца, соответствующего документации предприятия. Они обеспечивают возможности: сокращать время расшифровки рентгенографических снимков сварных соединений; подавлять шум на рентгенограммах без внесения дополнительных искажений в обрабатываемое изображение; выделять дефекты сварных соединений на снимках; проводить количественный анализ микроструктур металлов и др.

Список цитируемых источников

1. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. М. : Техносфера, 2006. 616 с.

УДК 004.8,519.85

Д. О. Есиков

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Тульский государственный университет»,
Тула, Российская Федерация*

А. Н. Ивутин,

*кандидат технических наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Тульский государственный университет»,
Тула, Российская Федерация*

АЛГОРИТМ ПОЛУЧЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЖЁСТКИХ ВРЕМЕННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Предложен алгоритм получения рационального решения задач обеспечения устойчивости функционирования распределённых информационных систем в условиях жёстких временных ограничений в составе: математическая модель оптимизации распределения элементов программного обеспечения функциональных задач по узлам сети, информационных ресурсов и их резерва по центрам хранения и обработки данных; математическая модель определения рационального уровня расходов на формирование комплекса средств хранения данных в центрах хранения и обработки информации; математическая модель оптимизации состава технических средств системы хранения и обработки данных. Дана краткая характеристика предложенного алгоритма.

The algorithm for obtaining a rational solution of problems to ensure sustainability of the distributed information systems under tight time constraints of: the mathematical model to optimize the distribution of elements of the software functional tasks of network nodes, information resources and the provision on the centers of data storage and processing; the mathematical model for determining a reasonable level of expenditure on the formation of the storage complex in the center of storage and processing of information; the mathematical model of optimization of the technical means of data storage and processing. The brief description of the proposed algorithm was given.

Введение. Надёжное и бесперебойное функционирование информационных распределённых систем является залогом эффективного функционирования организаций и предприятий в различных сферах экономики. Под устойчивостью функционирования системы понимается её способность выполнять возложенные функции с заданными показателями качества в условиях воздействия внутренних и внешних дестабилизирующих факторов.

В настоящее время наиболее эффективным для обеспечения устойчивости функционирования распределённых информационных систем являются: совершенствование информационно-вычислительного процесса, в том числе в части обеспечения его устойчивости, создание высоконадёжных подсистем хранения и резервирования данных.

Реализация указанных мероприятий подразумевает выполнение такого плана построения процессов хранения и обработки информации, который обеспечивает на существующих средствах вычислительной техники и связи сохранение (не ухудшение) функциональных характеристик распределённой информационной системы в целом без реструктуризации аппаратной составляющей и каналов связи в случае воздействия на систему дестабилизирующих факторов.

Основная часть. В современных условиях обеспечение устойчивости функционирования распределённых информационных систем, действующих в условиях воздействия дестабилизирующих факторов различной природы, может осуществляться по следующим вариантам: 1) применение более производительных и отказоустойчивых технических средств; 2) применение более производительных средств передачи данных, в том числе защищённых; 3) совершенствование информационно-вычислительного процесса, в том числе в части обеспечения его устойчивости; 4) обеспечение информационной безопасности при реализации процессов хранения и обработки данных (обеспечение защищённости и сохранности данных, определение состава защищаемой информации, выработка технических решений); 5) создание высоконадёжных подсистем резервирования данных.

Предлагается подход к обеспечению оперативного решения оптимизационных задач в области построения информационно-вычислительного процесса и организации сохранности информации в распределённых информационных системах, основанный на применении высокоэффективных приближённых эволюционных алгоритмов, обладающих невысокой (по сравнению с традиционными методами дискретной оптимизации) вычислительной сложностью и обеспечивающих достаточную точность получаемого решения в условиях ограниченного времени решения.

Метод получения рационального решения в условиях жёсткого ограничения времени решения, основанный на использовании островного генетического алгоритма, обеспечит за счёт обоснованного выбора параметров алгоритма (в отличие от существующих приближенных методов) гарантированное получение рационального (квазиоптимального) решения (серии рациональных решений) за время, не превышающее заданное.

Поиск оптимального решения сводится к перебору возможных вариантов решения и связан со значительными временными затратами. Для решения задачи предложено и экспериментально проверено использование генетического алгоритма, как варианта стохастического эволюционного поиска решения. Основу генетического алгоритма составляет хромосома (особь). Применительно к данной задаче хромосома состоит из набора N генов, каждый из которых представляет собой значение соответствующей переменной решаемой задачи и принимает значение 0 или 1.

Значение функции приспособленности используется для оценки качества варианта решения, соответствующего значениям генов хромосомы [1]. Функция приспособленности рассчитывается как значение целевой функции.

Если геном хромосомы соответствует недопустимому значению переменных (не выполняются ограничения задачи), функция приспособленности возвращает значение меньше нуля, (например, $-100\ 000$), в противном случае — положительное число, значение W .

Для генерации новых вариантов решения (особей) в генетическом алгоритме применяют механизмы отбора особей, скрещивания и мутации хромосом.

В работе алгоритма обычно используют следующие популяции: исходная (служит для хранения особей, участвующих в текущем шаге генетического алгоритма; на начальном шаге исходная популяция обычно генерируется случайным образом); родительская, или родительский пул (отбираются все особи исходной популяции, значения функции приспособленности которых не меньше среднего значения функции приспособленности для исходной популяции в целом); элитная (служит для сохранения лучших особей родительской (исходной) популяции); дочерняя (формируется путём многократного выполнения операций отбора особей, скрещивания (кроссинговера), мутации; на основе дочерней популяции формируется исходная популяция для следующего шага) [2].

Для упрощения процедур предлагается использовать исходную популяцию постоянного размера. Если на какой-либо итерации вновь сформированная популяция, которая на следующей итерации будет использоваться как исходная, имеет размер менее заданного, то предлагается дополнять её до требуемого размера случайно сгенерированными особями.

Особь для скрещивания выбираются из родительской популяции. Первая хромосома выбирается случайным способом.

Выбор второй особи для скрещивания возможен по следующим вариантам:

1) случайный выбор. Вторая особь выбирается случайно из родительской популяции. Данный вариант наиболее прост для реализации, однако вследствие своей природы не может гарантировать качество получаемого решения;

2) родственное скрещивание на основе анализа расстояния между особями. В качестве расстояния между хромосомами для решаемой задачи целесообразно использовать расстояние Хэмминга, определяемое для двух особей [3].

В соответствии с этим различают близкородственное (инбридинг) и дальнеродственное (аутбридинг) скрещивание.

При аутбридинге выбирается хромосома с максимальным значением расстояния Хэмминга до первой выбранной. Данный вид отбора обеспечивает снижение скорости сходимости алгоритма к локальному экстремуму и увеличивает вероятность достижения глобального экстремума.

При инбридинге выбирается хромосома с минимальным расстоянием от первой выбранной. Данный вид отбора обеспечивает максимально быструю сходимость алгоритма к локальному экстремуму.

Для обеспечения сохранения лучших найденных особей содержимое элитной популяции автоматически включается в дочернюю на текущем шаге алгоритма.

Размер элитной популяции L^{el} определяется как

$$L^{el} = k^{el} \cdot L^{sr},$$

где k^{el} — коэффициент элитизма; L^{sr} — размер исходной популяции.

Операция скрещивания выполняется над парой хромосом, являющихся родительскими. Результатом являются две хромосомы-потомка.

Экспериментальная проверка показала, что одним из наиболее эффективных с точки зрения конечного результата является универсальный кроссинговер [4].

При решении задачи о ранце рассматривались две схемы генерации особей для формирования исходных популяций: случайная генерация варианта решения (особи) с последующей проверкой выполнимости ограничений и последовательная генерация варианта решения (особи) с поэтапной проверкой выполнимости ограничений.

Заключение. Обе схемы основаны на случайной генерации значений переменных в варианте решения задачи о ранце.

Первая схема потенциально имеет больше шансов сформировать уже в начальной популяции оптимальное решение, однако требует существенного отсева вариантов, не удовлетворяющих ограничениям.

В соответствии со второй схемой, если на последующем этапе полученные значения переменных в варианте решения задачи о ранце не удовлетворяют ограничениям, то за вариант решения берётся особь, полученная на предыдущем этапе. Данная схема формирует исходную популяцию за количество шагов, незначительно превышающее размер популяции.

Список цитируемых источников

1. Holland J. H. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Cambridge : MIT Press, 1992. 228 p.
2. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. *Генетические алгоритмы*. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. 320 с.
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. *Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы*. М. : Горячая линия — Телеком, 2004. 383 с.
4. Нгуен Минь Ханг. Применение генетического алгоритма для задачи нахождения покрытия множества // *Тр. ин-та систем. анализа РАН*, 2008. № 33. С. 206—219 ; Панченко Т. В. *Генетические алгоритмы : учеб.-метод. пособие*. Астрахань : Астрахан. ун-т, 2007. 87 с.

УДК 004.428

А. А. Зданович, А. В. Шах

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

КРОССПЛАТФОРМЕННАЯ РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ XAMARIN

В данной работе представлены результаты исследования фреймворка Xamarin.

This paper presents the results of research framework Xamarin.

Введение. Разработка мобильных приложений заняла важное место в сфере информационных технологий. Каждая компания стремится создать мобильную версию своего сервиса. В некоторых

сегментах рынка мобильное продвижение — это, фактически, обязательное условие для существования и развития бизнеса. Мобильное приложение — современный высокоэффективный бизнес-инструмент, с помощью которого коммерческое предложение оперативно доносится пользователю. Стоимость разработки мобильных приложений зависит от сложности и сроков изготовления.

Основная сложность в разработке мобильных приложений заключается в многообразии операционных систем. Для каждой мобильной платформы требуется знание разных технологий и языков программирования, за счёт чего увеличиваются стоимость и время разработки. Однако в феврале 2013 г. американская компания Xamarin выпустила продукт, позволяющий разрабатывать кроссплатформенные мобильные приложения. С использованием данного продукта для разработки мобильных приложений специалистам достаточно знания одного языка программирования, что существенно сокращает стоимость и время разработки.

Основная часть. Мобильные технологии присутствуют в большинстве сфер нашей жизни. На данный момент можно выделить три основные мобильные операционные системы: Android, iOS, Windows Phone. Это вызывает потребность в разработке приложений одинакового функционала на все три платформы.

Xamarin — фреймворк, предназначенный для разработки кроссплатформенных мобильных приложений. Разрабатывая приложение на C# и .NET, воспользовавшись Xamarin, разработчик получает возможность легко портировать приложение практически на любую мобильную платформу (iOS, Android, Windows Phone 8). Код пишется на языке C# с применением привычных средств: LINQ, лямбда-выражений, Generic и async. При этом имеется полный доступ ко всем возможностям SDK платформы и механизму создания UI, получая на выходе приложение, которое ничем не отличается от нативных и не уступает им в производительности.

Инсталлятор Xamarin устанавливает плагин к Visual Studio, который позволяет разрабатывать приложения для популярных мобильных платформ в привычном разработчику окружении. Также устанавливается отдельная среда разработки Xamarin Studio, которая является модифицированной версией MonoDevelop.

После установки в Visual Studio добавляются шаблоны проектов для мобильных приложений под Android и iOS (поддерживается создание как специализированных приложений для iPad и iPhone, так и универсальных приложений, а также приложений, использующих OpenGL).

Фреймворк состоит из нескольких основных частей: 1) Xamarin.iOS — библиотека классов для C#, предоставляющая разработчику доступ к iOS SDK; 2) Xamarin.Android — библиотека классов для C#, предоставляющая разработчику доступ к Android SDK; 3) Xamarin.Forms — библиотека классов для C#, предоставляющая разработчику доступ к iOS SDK, Android SDK, Windows Phone SDK; 4) Компиляторы для iOS и Android; 5) IDE Xamarin Studio; 6) Плагин для Visual Studio [1].

В Xamarin.Forms создаётся пользовательский интерфейс, описывается в общей для всех платформ части. Он является надстройкой над уже существовавшими до него Xamarin.iOS, Xamarin.Android и Xamarin.WinPhone и представляет собой набор редакторов, навигационных панелей, лейаут панелей и т. д. (рисунок 1).

Преимущества Xamarin.Forms: использование всех возможностей C# и .NET; подход к созданию и работе с пользовательским интерфейсом близок к тому, что применяется в Windows, поддерживает работу с XAML, биндинги, темплейты и т. д.; имеется возможность использования кода, написанного ранее под систему Winwos; визуальные элементы имеют BindingContext (аналог DataContext в WPF), есть BindableProperty (аналог DependencyProperty), можно связывать View с ViewModel аналогично тому, как в WPF; если UI описывается только в одном месте, то приложения под разными системами будут выглядеть очень похоже, что может быть важно, например, в корпоративных разработках.

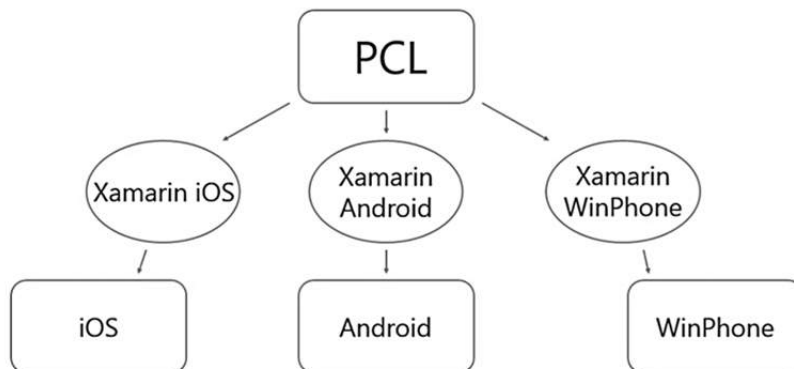


Рисунок 1 — Схема работы Xamarin.Forms [2]

Можно выделить следующие группы проблем, с которыми приходится сталкиваться при разработке на Xamarin.Forms: неполная реализация функционала WPF; компромиссные решения в реализации функционала, различающегося на разных платформах; различное поведение на разных платформах.

На момент написания статьи Xamarin имеет следующие типы лицензий:

– Starter (бесплатный. Предназначен скорее для ознакомления, так как имеет ограничение на размер приложения и использование сторонних компонентов);

– Indie (300 дол. США. Рассчитан для частного пользования. Снимается ограничение на размер приложения. Разработка возможна только в Xamarin Studio);

– Business (999 дол. США. Предназначен для организаций. Появляется возможность разработки в Visual Studio и приватная техническая поддержка от инженеров Xamarin);

– Enterprise (1899 дол. США. Рассчитан для организаций. В рамках этой лицензии предоставляется возможность получения Hotfixes, а также отправки инженерам проекта с исходным кодом) [3].

Для тестирования функций Xamarin было написано приложение под системы Android, iOS, Windows Phone, демонстрирующее работу с базой данных (рисунок 2).

Заключение. Технология Xamarin является серьёзным инструментом для решения сложных задач в области разработки мобильных приложений. За последние два года заметны серьёзные улучшения в общей стабильности продукта. Однако довольно высокая стоимость лицензии приложения может стать препятствием для его использования.

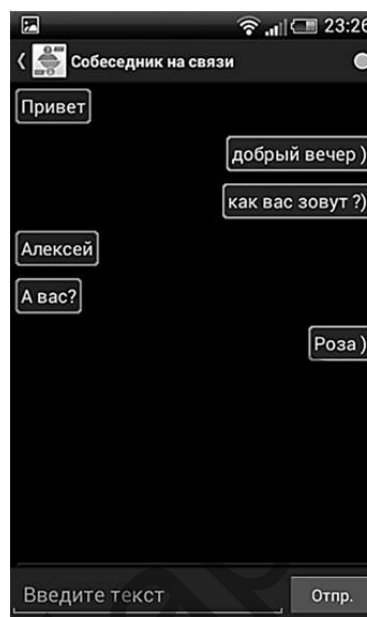


Рисунок 2 — Вид приложения на Android

Список цитируемых источников

1. Xamarin is a better way to. URL: <https://xamarin.com> (дата обращения: 21.09.2015).
2. Там же.
3. Xamarin. За и против. URL: <http://habrahabr.ru/post/227863> (дата доступа: 21.09.2015).

УДК 004.93*12

А. И. Калько

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

О. И. Наранович,

кандидат физико-математических наук, доцент

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ОБНАРУЖЕНИЕ И СЛЕЖЕНИЕ ЗА ОБЪЕКТАМИ ПО ИХ ЦВЕТУ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИБЛИОТЕКИ OPENCV

Текст публикации не представлен по решению авторов.

Репозиторий Баргу

УДК 004.621(075.8);681.1(075.8)

И. А. Камленок

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В статье изложены основные понятия компьютерного моделирования и его связь с производственным процессом.

The article describes the basic concepts of computer modeling and its communication with the production process.

Введение. Компьютерное моделирование, возникшее как одно из направлений математического моделирования, с развитием информационных компьютерных технологий стало самостоятельной и важной областью применения компьютеров. В настоящее время компьютерное моделирование в научных и практических исследованиях является одним из основных методов познания. Без компьютерного моделирования сейчас невозможно решение крупных производственных задач.

Основной смысл моделирования заключается в том, чтобы по результатам опытов с моделями можно было дать необходимые ответы о характере моделируемого объекта, процесса или явления в реальных условиях. В настоящее время моделирование во всех науках является одним из методов исследования процессов и явлений.

Моделирование применяется тогда, когда реальный эксперимент по каким-либо причинам невозможен или затруднён. Моделирование даёт ускорение, удешевление, упрощение и усовершенствование процесса исследования, достигаемого за счёт работы с более простым объектом, чем исходный, т. е. с моделью. С другой стороны, упрощение действительности в некоторых случаях является недостатком моделирования, и полученные результаты часто теряют практическую ценность. Моделирование оправдано в качестве предварительного этапа исследования, позволяющего принять более обоснованное решение для проведения реального эксперимента [1].

Основная часть. Компьютерное моделирование — процесс конструирования модели реального объекта (системы) и постановки вычислительных экспериментов на этой модели с целью либо понять

(исследовать) поведение этой системы, либо оценить различные стратегии (алгоритмы), обеспечивающие функционирование данной системы. Таким образом, процесс компьютерного моделирования включает и конструирование модели, и её применение для решения поставленной задачи: анализа, исследования, оптимизации или синтеза (проектирования) технологических процессов и оборудования. Все эти задачи чрезвычайно сложны и включают в себя почти бесконечное число элементов, переменных, параметров, ограничений. Пытаясь построить точную модель, можно попробовать включить все эти элементы (явления) и потратить много времени, собирая мельчайшие факты, касающиеся любой ситуации, и устанавливая связи между ними. Сходство модели с объектом, который она отображает, называется степенью изоморфизма. Чтобы быть изоморфной, модель должна подчиняться двум условиям: 1) однозначное соответствие между элементами модели и элементами представляемого объекта; 2) сохранность точных соотношений или взаимодействий между элементами.

Основой успешной методики компьютерного моделирования должна быть тщательная отработка моделей. Обычно, начав с очень простой модели, постепенно продвигаются к более совершенной её форме, отражающей сложную ситуацию более точно. Между процессом модификации модели и процессом обработки данных, генерируемых реальным объектом, имеет место непрерывное взаимодействие. Таким образом, искусство моделирования состоит в способности анализировать проблему, выделять из неё путём абстракции её существенные черты, выбирать и должным образом модифицировать предположения, характеризующие систему, а затем обрабатывать и совершенствовать модель до тех пор, пока она не станет давать полезные для практики результаты.

В процессе компьютерного моделирования исследователь имеет дело с тремя объектами: системой (реальной, проектируемой, воображаемой), математической моделью и программой ЭВМ, реализующей алгоритм решения уравнений модели [2].

Традиционная схема компьютерного моделирования как единого процесса построения и исследования модели, имеющего соответствующую программную поддержку, может быть представлена в следующем виде (рисунок 1).

Исходя из того, что компьютерное моделирование применяется для исследования, оптимизации и проектирования реальных технологических объектов (систем), можно выделить следующие этапы этого процесса: 1) определение объекта — установление границ, ограничений и измерителей эффективности функционирования объекта; 2) формализация объекта (построение модели) — переход от реального объекта к некоторой логической схеме (абстрагирование); 3) подготовка данных — отбор данных, необходимых для построения модели, и представление их в соответствующей форме; 4) разработка моделирующего алгоритма и программы ЭВМ; 5) оценка адекватности — повышение до приемлемого уровня степени уверенности, с которой можно судить относительно корректности выводов о реальном объекте, полученных на основании обращения к модели; 6) стратегическое планирование — планирование вычислительного эксперимента, который должен дать необходимую информацию; 7) тактическое планирование — определение способа проведения каждой серии испытаний, предусмотренных планом эксперимента; 8) экспериментирование — процесс осуществления имитации с целью получения желаемых данных и анализа чувствительности; 9) интерпретация — построение выводов по данным, полученным путём имитации; 10) реализация — практическое использование модели и результатов моделирования; 11) документирование — регистрация хода осуществления процесса и его результатов, а также документирование процесса создания и использования модели.



Рисунок 1 — Схема организации процесса компьютерного моделирования

В представленной на рисунке схеме организации процесса компьютерного моделирования (имитации) основная цепочка (реальный технологический объект (система)—математическая модель—моделирующий алгоритм—программа ЭВМ—вычислительный эксперимент) соответствует традиционной схеме, но во главу теперь ставится понятие триады: модель—алгоритм—программа (блоки 4, 5, 6), стратегическое и тактическое планирование вычислительного эксперимента (блок 7), интерпретация и документирование его результатов (блок 8).

Создав триаду «модель—алгоритм—программа», исследователь получает в руки универсальный, гибкий и сравнительно недорогой инструмент, который вначале отлаживается, тестируется в «пробных» вычислительных экспериментах. После того, как адекватность триады исходному технологическому объекту удостоверена, с моделью можно проводить разнообразные «опыты», дающие все требуемые качественные и количественные свойства и характеристики объекта. Процесс компьютерного моделирования сопровождается улучшением и уточнением по мере необходимости всех звеньев триады [3].

Заключение. В настоящее время наблюдается бурное развитие компьютерных технологий как на аппаратном, так и на программном уровнях. Возможности ПК расширяются за счёт структуризации пользователем решаемых задач и пополнения её базы знаний, а возможности пользователя — за счёт автоматизации решения тех задач, которые ранее было нецелесообразно переносить на компьютер по экономическим или техническим соображениям. Примером таких задач служат производственные задачи оптимизации.

Список цитируемых источников

1. Кузнецов Ю. Н., Кузубов В. И., Волощенко А. В. Математическое программирование. М. : Высш. шк., 1980. 320 с.
2. Берлинер Э. М., Таратынов О. В. САПР в машиностроении. М. : ФОРУМ, 2008. 448 с.
3. Кондратов А. И. САПР технологических процессов : учеб. для студентов высш. учеб. заведений. 2-е изд., стер. М. : Академия, 2008. 272 с.

УДК 62-799

А. В. Ковалёв

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Тульский государственный университет»,
Тула, Российская Федерация*

В. С. Сальников,

*доктор технических наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Тульский государственный университет»,
Тула, Российская Федерация*

ПИД-РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ИЗНОСА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Проанализированы необходимость и важность прогнозирования износа ответственных узлов промышленного оборудования. Представлена методика прогнозирования технического состояния промышленного оборудования на основе самонастраивающихся систем управления. Приведены результаты моделирования.

The necessity and importance of forecasting of industrial machinery critical units runout is analysed. The methods of industrial equipment performance forecasting are represented on the basis of adaptive control system. Simulation data is described.

Введение. Современное оборудование, применяемое на производстве, является сложным, наукоемким и дорогостоящим по своей сути. Чтобы оно прослужило максимально длительный срок и принесло наибольшую выгоду, необходимо минимизировать время простоя оборудования. Для обеспечения постоянной его работоспособности разработаны и внедрены различные комплексы мер. Наиболее распространённым промышленным оборудованием являются металлообрабатывающие станки. Для поддержания их заданных технологических возможностей оптимальным является обслуживание по фактическому техническому состоянию. Это позволяет максимально выработать ресурс узлов и исключить вероятность аварий и простоев, вызванных ими.

Однако нередки случаи, когда поставщики и потребители запчастей находятся на большом удалении друг от друга, а иногда и на территории других стран, что делает оперативную доставку необходимых комплектующих в короткие сроки невозможной. Поэтому необходимо прогнозировать время наступления критического износа узла.

Основная часть. В наше время известно несколько подходов к прогнозированию износа в промышленности. Одним из первых стал активно внедряться метод прогноза, основанный на вероятностных расчётах. Основным показателем работоспособности оборудования является его вероятность безотказной работы в прогнозируемый интервал времени. Вероятность определяет теоретическую возможность оборудования проработать в заданном интервале времени в пределах заданной точности. Этот показатель безотказной работы оборудования можно определить, если известен закон распределения наработки до отказа. Данный подход уместен для оценки средних значений износа оборудования, он некорректно прогнозирует выработку конкретных узлов станка.

Известны методы прогнозирования, основанные на нейронно-сетевом моделировании. Нейронные сети хорошо зарекомендовали себя в области моделирования систем и процессов, внутренние связи которых либо мало изучены, либо реализуют сложные взаимодействия. К таким системам можно отнести ответственные узлы металлообрабатывающего оборудования. Основным недостатком этой методики является её узконаправленность. Для каждого типа оборудования необходима своя база накопленных зависимостей уровня технического состояния от параметров системы. Применение этой методики целесообразно в рамках крупных предприятий, когда имеется большое количество однотипного оборудования.

Существуют способы прогноза, базирующиеся на графоаналитических методах. В работе [1, с. 554] была предложена прогнозная модель, основанная на показательной функции. При данном подходе для построения прогноза необходима история наблюдений за изменением диагностического сигнала и значения данных диагностики, соответствующих критическому прогнозу. Соответственно, зная аналитическое описание зависимости изменения диагностических данных и максимально допустимый их уровень, возможно спрогнозировать время максимального износа.

Для адаптации прогнозной модели к условиям реального производства в неё необходимо ввести пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (далее — ПИД-регулятор). Это позволяет компенсировать ошибку в действующий момент времени, определить величину ошибки во времени и реагировать только на неё, исключить отклики прогнозной модели на случайные возмущающие процессы, стабилизировать кривую прогноза (тренд). Теоретическое значение амплитуды диагностического сигнала \hat{y} определяется:

$$\hat{y} = a_0 \cdot a_1^t \cdot U[k],$$

где a — коэффициент показательной функции, определённый по экстраполяционным данным диагностического сигнала; t — условное обозначение времени; $U[k]$ — ПИД-регулятор. Для определения коэффициентов прогнозной модели применяется метод наименьших квадратов, когда учитываются все эмпирические уровни и обеспечивается минимальная сумма квадратов отклонений эмпирических значений уровней диагностического сигнала y от теоретических \hat{y}_t [2, с. 305]. Параметры a_0 и a_1 определяются путём решения системы нормальных уравнений, полученных методом наименьших квадратов с использованием счёта условных моментов времени, от середины ряда ($t = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$)

$$\begin{cases} n \cdot \lg a_0 + \lg a_1 \sum t = \sum \lg y, \\ \lg a_0 \sum t + \lg a_1 \sum t^2 = \sum t \lg y, \end{cases}$$

где n — количество уровней ряда.

Для расчёта параметров ПИД-регулятора используется выражение

$$U[k] = k_p y_k + k_i \cdot \int y_k dt + k_d \cdot (y_k - y_{k-1}),$$

где k_p — пропорциональный коэффициент; k_i — интегральный коэффициент; k_d — дифференциальный коэффициент.

Расчёт коэффициентов ПИД-регулятора в процессе прогнозирования осуществляется методом наименьших квадратов с решением системы уравнений с тремя неизвестными по формуле

$$\sum (y - a_0 \cdot a_1^t \cdot k_p \cdot k_i \cdot k_d)^2 \rightarrow \min.$$

Представим смоделированный тренд износа, рассчитанный по пяти значениям данных диагностики в условные моменты времени $t = 0 \dots 5$ (рисунок 1).

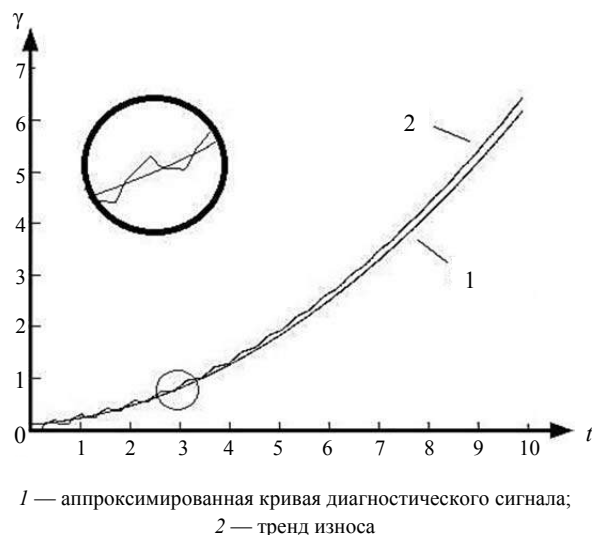


Рисунок 1 — Тренд износа диагностируемого узла

Заключение. Представленная модель прогнозирования зарекомендовала себя достаточно перспективной. Моделирование показало, что она точна и обладает высокой податливостью к резким изменениям диагностического сигнала, при этом отфильтровывая сигналы, которые являются помехами при диагностике. Это достигается за счёт использования ПИД-регулятора, что приводит к колебательности прогнозной модели, что может оказывать влияние на точность прогноза. Использование ПИД-управления при прогнозировании требует дальнейших исследований в области стабилизации тренда и большей адаптации прогнозной модели к условиям реального производства.

Список цитируемых источников

1. Ковалёв А. В., Трушин Н. Н., Сальников В. С. Прогнозирование технического состояния технологического оборудования // Изв. ТулГУ. Техн. науки. Вып. 11 : в 2 ч. Тула : Изд-во ТулГУ, 2014. Ч. 2. С. 554—560.
2. Громыко Г. Л. Теория статистики : учеб. М. : ИНФРА-М, 2005. 416 с.

УДК 004.02

О. Д. Кравчук

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДАМИ СЛУЧАЙНОГО ПОИСКА

В статье рассматриваются методы случайного поиска (далее — СП) для решения задач оптимизации сложных объектов. Произведён программный сравнительный анализ методов случайного поиска в зависимости от вида целевых функций. Результаты обоснованы и приведены в виде диаграмм.

In article methods of accidental search for the decision of problems of optimization of complex objects are considered. The program comparative analysis of methods of accidental search depending on a type of criterion functions is made. Results are proved and resulted in the form of diagrams.

Введение. Широкое внедрение вычислительных методов в практику инженерных расчётов обеспечило возможность решения задач оптимизации сложных многопараметрических объектов. Среди различных методов решения задач оптимизации большое распространение получили поисковые методы оптимизации, среди которых значительный интерес вызывают методы СП [1].

Основная часть. Нелинейное программирование — раздел математического программирования, изучающий методы решения экстремальных задач с нелинейной целевой функцией и (или) областью, определённой нелинейными ограничениями. Типичными областями применения нелинейного программирования являются прогнозирование, планирование промышленного производства, управление ресурсами, контроль качества выпускаемой продукции, планирование обслуживания и ремонта, проектирование технологических линий и процессов.

Практика показала, что среди существующих методов нелинейного программирования для решения подобных задач предпочтительны методы СП. Они позволяют весьма эффективно исключать локальные экстремумы и находить решение при достаточно гладких помехах [2].

Необходимо вычислить \max (\min) функции $z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, при условиях $\varphi_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} b_i, i = \overline{1, m}$, где z, φ_i — заданные функции; b_i — действительные числа.

Система ограничений включает в себя условия неотрицательности переменных, если такие условия имеются. Условия неотрицательности переменных могут быть заданы и непосредственно [3].

Пусть задача минимизации решается для некоторой ограниченной области параметров. Если это возможно, то эта область соответствующим преобразованием координат переводится в единичный гиперкуб. Если такое преобразование неосуществимо, то производится замена координат таким образом, чтобы область поиска лежала внутри единичного гиперкуба [4]. Далее алгоритм опирается на ряд общих шагов: организация такого поиска, чтобы по результатам вычислений было удобно проводить статистические выводы; определение поведения системы и выбор следующих точек в окрестностях тех из предыдущих, в которых значения целевой функции относительно малы; просматривание всего множества оптимизации, хотя и неравномерное; последовательное вероятностное или детерминированное сужение области поиска [5].

Всю совокупность методов СП можно разделить на две группы:

1) ненаправленный случайный поиск. При таком поиске все последующие испытания проводят совершенно независимо от результатов предыдущих. Примером является простой случайный поиск;

2) направленный случайный поиск. В этом случае отдельные испытания связаны между собой. Результаты проведённых испытаний используются для формирования последующих. Сходимость таких методов, как правило, выше, но сами методы обычно приводят только к локальным экстремумам. Примерами служат: адаптивный случайный поиск, случайный поиск с возвратом при неудачном шаге, метод наилучшей пробы, метод наилучшей пробы с направляющим гиперквадратом и др. [6].

При тестировании упомянутых выше методов СП были использованы различные тестовые функции, отличающиеся друг от друга такими характеристиками, как многоэкстремальность, овражность и унимодальность.

Для сравнения методов выбраны основные критерии: эффективность, время поиска и разброс (стабильность алгоритма в получаемых результатах). При помощи разработанного программного продукта произведена оценка времени вычисления для методов случайного поиска в зависимости от вида выбранной функции (рисунок 1).

Из диаграммы видно, что наилучшим временем вычисления обладает метод случайного поиска с направляющим гиперквадратом, а самыми быстро вычисляемыми являются унимодальные функции.

Так как на практике алгоритмы показали себя со стороны высокой сходимости, то за оценку эффективности принято считать разброс полученного значения функции, наблюдаемый в процессе n вычислений (рисунок 2).

Из графика видно, что наиболее стабильные результаты вычислений показывают многоэкстремальные функции. Но исходя из сравнения скорости вычисления и сходимости выгодными показателями обладает метод наилучшей пробы с направляющим гиперквадратом. Также он имеет наименьшее варьирование при повторяющихся вычислениях.

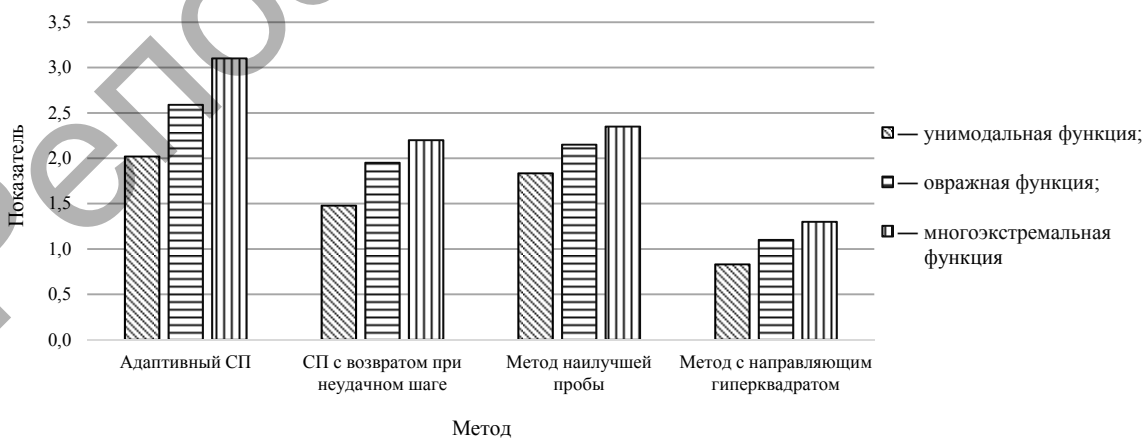


Рисунок 1 — Диаграмма времени вычисления для методов СП в зависимости от вида функции

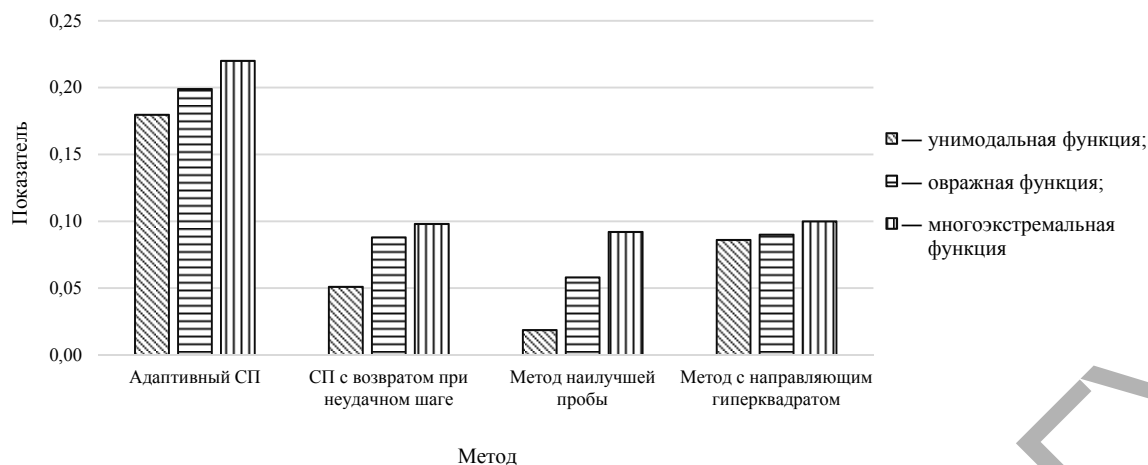


Рисунок 2 — Диаграмма разброса значения функции для методов СП в зависимости от вида функции

Заключение. Анализируя полученные результаты, можно сделать выводы о том, что методы случайного поиска применимы для поиска глобального условного минимума многомерных функций; обладают малой чувствительностью к нерегулярностям поведения целевой функции; быстро сходятся при многомерности исследуемой функции; быстро сходятся при условии, что функция имеет овражный тип; пригодны как для унимодальных, так и для мультимодальных функций.

Список цитируемых источников

1. Гатчин Ю. А., Коробейников А. Г. Проектирование интегрированных автоматизированных технологических комплексов. СПб. : СПбГИТМО (ТУ), 2000. 171 с.
2. Зубов Н. Н., Титов В. А. Моделирование и оптимизация технологических процессов : учеб. пособие СПб. : Изд-во СПбГУСЭ, 2009. 183 с.
3. Ахматова Д. Н. Линейное и нелинейное программирование в экономических задачах: учеб. пособие. Бузулук : БГТИ, 2013. 134 с.
4. Жиглявский А. А. Математическая теория глобального случайного поиска. Л. : Изд-во ЛГУ, 1985. 289 с.
5. Сушков Ю. А. Об одном способе организации случайного поиска // Исслед. операций и стат. моделирование. Л. : Изд-во ЛГУ, 1972. Вып. 1. 256 с.
6. Бахарев А. Т., Зуев А. К., Камиллов М. М. Теория и применение случайного поиска. Рига : Зинатне, 1969. 309 с.

УДК 004.942

Е. А. Моргун

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНЫХ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В РАМКАХ ОДНОРОДНОЙ ПЕРКОЛЯЦИИ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Текст публикации не представлен по решению автора.

Репозиторий Баргу

УДК 004.457

О. И. Наранович,

кандидат физико-математических наук, доцент

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

М. В. Бовкунович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

РАЗРАБОТКА ВНУТРЕННЕГО ВЕБ-РЕСУРСА И ОПТИМИЗАЦИЯ ВНУТРИКОРПОРАТИВНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА НА ПРЕДПРИЯТИИ

В статье рассмотрены условия создания локального веб-ресурса для предприятия и его соответствие требованиям.

The article describes the conditions for the creation of local web-resource for the company and its eligibility.

© Наранович О. И., Бовкунович М. В., 2015

Введение. Современные компьютерные технологии, позволяющие создавать, хранить, перерабатывать данные и информацию, обеспечивать эффективные способы представления информации, стали важным фактором конкурентоспособности и средством повышения эффективности управления всеми сферами общественной жизнедеятельности. Уровень информатизации является сегодня одним из главных факторов успешного развития любого предприятия.

В организациях системы информационного обмена обязательным элементом становятся ИТ-инфраструктуры. С их помощью повышают эффективность деятельности коммерческие компании и промышленные предприятия, а в государственных учреждениях на базе технологий электронного документооборота решаются задачи внутреннего управления, межведомственного взаимодействия и взаимодействия с населением.

Система информационного обмена — организационно-техническая система, обеспечивающая процесс создания, управления доступом и распространения электронных документов в компьютерных сетях, а также обеспечивающая контроль над потоками документов в организации. Правильно и качественно разработанная автоматизированная система должна удовлетворять всем требованиям технических условий, а также быть экономически выгодной и высокопроизводительной.

Задача локального веб-ресурса — сформировать единое внутреннее информационное пространство компании. Корпоративные порталы создаются для обеспечения взаимодействия между сотрудниками предприятия.

Основная часть. Любая корпоративная или административная информационная система, в данном случае, хранящая документы, подразумевает использование баз данных.

Для проектирования базы данных выбрана система управления базами данных (далее — СУБД) Microsoft SQL Server 2012 Express — бесплатная распространяемая версия СУБД. Основной используемый язык запросов — T-SQL, который является реализацией стандарта ISO по структурированному языку запросов SQL с расширениями. T-SQL позволяет использовать дополнительный синтаксис для хранимых процедур и обеспечивает поддержку транзакций.

При всех своих изменениях SQL остаётся единственным механизмом связи между прикладным программным обеспечением и базой данных. В то же время современные СУБД, а также информационные системы, использующие СУБД, предоставляют пользователю развитые средства визуального построения запросов [1].

При выборе веб-сервера необходимо учитывать ряд факторов: ранее установленная база системного и прикладного программного обеспечения, пристрастия сетевых и веб-администраторов, платформа веб-разработки и, возможно, модные тенденции в интернете. Необходимо провести объективное сравнение самых популярных веб-серверов, уделяя особое внимание таким характеристикам, как набор программных средств, поддерживаемые платформы, возможности управления и надёжность.

Для создания программного продукта выбрана среда разработки Microsoft Visual Studio — линейка продуктов компании Майкрософт, включающих интегрированную среду разработки программного обеспечения и ряд других инструментальных средств. Данные продукты дают возможность создавать как консольные приложения, так и приложения с графическим интерфейсом. Также они позволяют разрабатывать веб-сайты, веб-приложения, веб-службы как в родном, так и в управляемом кодах для всех платформ, поддерживаемых Microsoft Windows, Windows Mobile, Windows CE, .NET Framework, .NET Compact Framework и Microsoft Silverlight.

В качестве языка программирования был выбран C# — объектно-ориентированный язык программирования. C# относится к семье языков с C-подобным синтаксисом, который наиболее близок к C++ и Java. Язык имеет статическую типизацию, поддерживает полиморфизм, перегрузку операторов (в том числе операторов явного и неявного приведения типа), делегаты, атрибуты, события, свойства, обобщённые типы и методы, итераторы, анонимные функции с поддержкой замыканий, LINQ, исключения, комментарии в формате XML.

C# обеспечивает хорошее взаимодействие со всеми видами СУБД (например, MySQL, MS SQL, SQLite, Firebird и др.) посредством подключения соответствующих библиотек [2].

Для разработки используется концепция Model-view-controller, в которой модель данных приложения, пользовательский интерфейс и взаимодействие с пользователем разделены на три отдельных компонента таким образом, чтобы модификация одного из компонентов оказывала минимальное воздействие на остальные.

Основная цель применения этой концепции состоит в разделении бизнес-логики от её визуализации. За счёт такого разделения повышается возможность повторного использования кода. Наиболее полезно применение данной концепции в тех случаях, когда пользователь должен видеть одни и те же данные одновременно в различных контекстах [3].

В результате проведённой работы было разработано веб-приложение, которое отвечает следующим требованиям: доступ к управлению локальным веб-ресурсом должен осуществляться с помощью средств парольного доступа; обеспечение надёжности хранения информации; минимальная нагрузка на сервер; удобный и интуитивно-понятный интерфейс; достоверность публикуемых данных, в случае ошибки данные не должны заноситься в базу данных; возможность добавления, удаления документов,

новостей и объявлений; возможность разграничения новостных данных по категориям; возможность комментировать выложенные данные; поиск данных; возможность обмена быстрыми сообщениями (чат); просмотр данных предприятия; возможность внесения предложений и заявок каждым сотрудником предприятия.

Заключение. Разработанное приложение обладает рядом преимуществ: несмотря на свою простоту и универсальность оно позволяет решать задачи, требующие значительных временных затрат, за более короткое время; приложение обладает понятным и удобным интерфейсом, тем самым обеспечивая быстрое освоение новыми пользователями.

Список цитируемых источников

1. Баканов В. М. Введение в язык SQL запросов к базам данных. М. : МГА-ПИ, 2002.
2. Шилдт Г. С# 4.0: полное руководство. М. : Вильямс, 2010. 1056 с.
3. Питт К. Правильный MVC в PHP. М. : Apress, 2012. 500 с.

УДК 65.050.2+004

Е. Э. Попова

Белорусский государственный университет, Минск

ФАКТОРЫ И КРИТЕРИИ ВЫБОРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Современные организации сталкиваются с проблемой выбора автоматизированной системы управления документами (далее — АСУД). Выбор такой системы зависит от ряда факторов. Правильное определение критериев выбора влияет на эффективность использования системы в организации.

Modern organizations run into the problem of choice of electronic document management system. The choice of such system depends on the row of factors. Correct determination of criteria of choice influences on efficiency of the use of the system in organization.

Введение. Развитие современной организации во многом определяется состоянием работы с документами, которая, в свою очередь, зависит от правильно выбранной АСУД. На белорусском рынке информационных технологий представлено достаточное количество таких систем как отечественных, так и зарубежных разработчиков (в основном российских). Чаще всего сотрудники ищут информацию о системах на сайтах консалтинговых компаний, компаний-разработчиков (стоит отметить, что аналитика о состоянии этого сегмента рынка в Республике Беларусь практически отсутствует). В настоящее время в сети Интернет можно встретить различные как англоязычные, так и русскоязычные аббревиатуры (ECM, RMS, DAM, САД, СЭД и т. п.). Данные технологии частично перекрывают друг друга, быстро эволюционируют, а функциональные характеристики АСУД различных разработчиков являются однотипными. Именно до приобретения автоматизированной системы организация должна определиться, какая система необходима для решения поставленных задач по управлению документами, следовательно, организация должна выработать требования к АСУД (критерии выбора), исходя из вида, структуры и направлений деятельности организации, готовности персонала и т. д. (факторы выбора).

Основная часть. Для определения факторов и наиболее общих критериев выбора АСУД был проанализирован опыт внедрения систем как в белорусских, так и российских организациях.

Организации, внедряющие и использующие АСУД, в зависимости от структуры разделяются на три группы: со сложной иерархической структурой (министерства, комитеты, крупные корпорации или холдинги, банки); органы местного управления и самоуправления (областные, городские, районные, поселковые и сельские исполнительные комитеты, местные администрации районов в городах, органы территориального общественного самоуправления); коммерческие и некоммерческие организации среднего и низшего уровня (организации общественного питания, розничной и оптовой торговли, туристические фирмы). В Республике Беларусь определён перечень разработчиков ведомственных систем электронного документооборота [1].

Например, для территориально распределённых организаций необходимо наличие в системе модулей управления потоками работ и бизнес-процессами, маршрутизации документов, возможности работы удалёнными подразделениями. Если организация ставит задачу автоматизации делопроизводства, то следует обратить внимание на системы автоматизации делопроизводства или электронного документооборота, если же создаётся общекорпоративная коммуникационная среда, техническая архитектура, то лучше внедрять систему управления корпоративным контентом.

Для органов государственной власти и управления важно соответствие требованиям законодательства [2]. Например, согласно требованиям Закона Республики Беларусь «Об информации, информатизации и защите информации» и «Положения о порядке защиты информации в государственных информационных системах, а также информационных системах, содержащих информацию, распространение и (или) предоставление которой ограничено» информация, содержащаяся в государственных информационных системах, должна обрабатываться с применением аттестованной системы защиты информации. Так, в системе Дело, внедрённой в Государственном пограничном комитете Республики Беларусь, установлена система защиты информации и проведена её аттестация, по результатам которой получен «Аттестат соответствия требованиям по защите информации, предъявляемым к объектам информатизации класса Б2» (разрешается обработка документов с ограничительным грифом «Для служебного пользования») [3].

Если организации необходимо автоматизировать работу с обращениями граждан, то и такая форма документа регламентируется законодательством.

В организациях с большим объёмом документооборота при переносе документов в систему потребуется модуль сканирования и распознавания (по результатам анкетирования — около 20%). Такой модуль присутствует, например, в системах ISIDA DMS, Электронное дело.

При переходе на электронный документооборот организации потребуется модуль работы с электронной цифровой подписью, файловая система хранения электронных документов (около 60%, 51,1% соответственно) [4].

Многие организации при выборе системы не обращают внимание на такие характеристики, как наличие определённой платформы или системы управления базами данных. Так, системы Логика ЕСМ, Gross-Workflow, Канцлер работают на платформе Lotus, ГранДок, Дело, DocsVision потребуют установки СУБД MS SQL Server. Необходимо и знание характеристик, действующих в организации программно-технических комплексов, интегрируемых с системой. Это позволяет предварительно оценить затраты на приобретение дополнительного нового аппаратного и программного обеспечения.

Для многих организаций важно оценить простоту установки и удобство настройки системы, возможность её дальнейшей модернизации, возможность обучения сотрудников, наличие специальных программ сотрудничества, онлайн консультаций, демо-версии, качество сопроводительной документации, в том числе руководства пользователя и учебных материалов, наличие мультимедийных учебных курсов. Например, на сайте компании «Электронные офисные системы» присутствует ссылка на демо-версию, документацию и видеоролики программы Дело. Демо-версию предоставляет и «Семейство программных продуктов «Канцлер», а также предлагает курс обучения по программе «Конфигурирование и использование ППП «Канцлер». На сайте «PayDox Collaboration Suite» присутствует электронный пакет документации, свободно распространяемая версия системы и демо-версия онлайн, видеоролики, презентации и даже ознакомительный тур по системе. Наличие демонстрационной версии программы позволяет определить сложность выполнения пользователями типичных операций с документами.

Сегодня многие АСУД предоставляют собственные интерфейсы прикладного программирования API (Application Programming Interfaces) для разработки новой функциональности под требования организации-заказчика. Так, пользователи получают возможность интегрировать систему с клиентом электронной почты для автоматической регистрации поступающей корреспонденции, рассылки исходящих документов, самостоятельно формировать отчётные формы в текстовых и табличных процессорах. Система DocsVision предоставляет возможность создания форм карточек документов, разработки маршрутов документов (бизнес-процессов), создание и изменение словарей и справочников, обладает встроенным редактором отчётов. Дизайнеры форм карточек документов и маршрутов отсутствуют в системе Гран-Док.

На выбор системы также может повлиять и репутация фирмы-разработчика: опыт работы в данной сфере деятельности, количество внедрений системы и в каких организациях, число положительных отзывов. В настоящее время на рынке Беларуси представлено достаточно отечественных компаний: ООО «Электронное дело», СП «Бевалекс» ООО, СП ЗАО «Международный деловой альянс», ООО «Гросс-домен», ООО «Новакон Проект», ООО «СофтМикс» и др.

Анализ результатов анкетирования показал, что многие организации выбирают систему с меньшей стоимостью, забывая о необходимых функциональных характеристиках. Как правило, стоимость системы включает: стоимость рабочего места (один сервер и количество лицензий для рабочих мест), обучения сотрудников, дополнительного аппаратного и программного обеспечения, внедрения и технической поддержки во время эксплуатации, реализации дополнительных функций согласно требованиям заказчика.

Кроме того, руководство организации и рядовые сотрудники, прежде всего персонал отдела документационной работы, должны обладать навыками работы с базовыми компьютерными технологиями, понимать выгоды, получаемые от внедрения АСУД.

Перечень критериев, как правило, достаточно обширный, поэтому рекомендуется делить их на группы (подгруппы).

Заключение. Выбор той или иной АСУД определяется следующими факторами: управленческая структура, масштаб и сфера деятельности организации; задачи, которые решаются или будут решаться в организации; уровень организации процессов работы с документами; технические, финансовые, человеческие и иные ресурсы организации; готовность руководства и сотрудников к внедрению системы; опыт фирмы-разработчика программного продукта.

Наиболее общими критериями выбора являются: функционал системы, требования к программному и аппаратному обеспечению, эксплуатация и развитие системы, репутация фирмы-разработчика и стоимостные характеристики.

Список цитируемых источников

1. Разработчики ВСЭД, обеспечившие интеграцию ВСЭД с СМДО [Электронный ресурс]. URL: <http://nces.by/service/smdo/spisok-razrab-vsed> (дата обращения: 10.09.2015).
2. Носевич В. Л. Внедрение электронного документооборота в государственное управление // Архивы и делопр-во, 2013. № 5. С. 35—42.
3. Автоматизированная система электронного документооборота органов пограничной службы Республики Беларусь получила аттестат соответствия требованиям по защите информации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.e-office.by/klenty-i-proekty?start=74> (дата обращения: 11.09.2015).
4. Бартаевич О., Андреев К. Мониторинг электронного документооборота в органах системы Министерства юстиции Республики Беларусь // Архивы и делопр-во, 2013. № 1. С. 37—44.

УДК 004.77

Г. М. Раковцы, Т. Г. Мазец

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

РАЗРАБОТКА КОРПОРАТИВНОГО ВЕБ-ПОРТАЛА ВОЛКОВЫССКОГО ОАО «БЕЛЛАКТ»

В данной статье рассказывается о разработке корпоративного веб-портала для предприятий. Описаны требования, средства и технологии создания веб-портала для конкретного предприятия. Определена значимость веб-портала для предприятия.

In this article it is told about development of a corporate web portal for the enterprises. Requirements, means and technologies of creation of a web portal for the concrete enterprise are described. The importance of a web portal for the enterprise is defined.

Введение. В настоящее время сеть Интернет представляет собой одно из самых активно развивающихся средств информации. Практически каждая организация имеет собственный веб-сайт. В условиях использования современных информационных технологий — это необходимый фактор существования, что позволяет расширить поле рекламной деятельности и привлечь тем самым дополнительных клиентов. Однако в настоящее время на предприятиях актуально создание и внедрение корпоративных веб-порталов.

Корпоративный портал — это внутренний сайт предприятия, на котором содержится закрытая от внешних посетителей информация, файловые архивы, справочники, базы данных, фото- и видеоархивы компании. Доступ к страницам портала осуществляется через веб-браузер, обновление информации проводится ответственными сотрудниками с помощью специальных интерфейсов, работа с которыми практически идентична работе с офисными приложениями [1]. Это единый инструмент трансляции миссии и корпоративных ценностей компании. Внутренний сайт позволяет каждому сотруднику ощущать себя частью единого целого, быть активным участником жизни компании.

Основная часть. Целью данной научной работы является проектирование корпоративного веб-портала Волковысского ОАО «Беллакт».

Корпоративный портал, помимо сведений обо всех работниках (фотографии, должности, название отдела, в котором трудится специалист, номер рабочего телефона, электронной почты), даёт доступные для всех новости компании, справочную информации — номера телефонов всех подразделений и отделов, информацию об открытых вакансиях, о днях рождения сотрудников и знаменательных датах. Кроме того, портал содержит различные фотоотчёты о мероприятиях, шаблоны оформления документов (например, договора поставки, заявления на отпуск) и инструкции по их заполнению, образцы деловых писем и каталоги поставщиков с дилерскими ценами. Качественное предоставление таких услуг во многом определяется качеством архитектуры корпоративного веб-портала, требования к которому следующие: информационная архитектура должна быть понятной, не содержать логических противоречий, позволять посетителю сайта легко найти всю опубликованную информацию;

CMS веб-портала должна быть простой в освоении и поддерживать современные технологии; простой, ненавязчивый, но оригинальный дизайн; продукт должен быть простым в использовании, содержать качественный контент; открытость и бесплатность CMS, что уменьшает конечную стоимость продукта.

Наиболее популярными системами управления веб-контентом являются Joomla, WordPress, DLE. Проведя сравнительный анализ этих систем по виду лицензии, удобству обслуживания, наличию технической поддержки было выявлено, что CMS Joomla лучше всего подходит для создания портала. Выбор данного пакета обоснован тем, что его освоение отнимает мало времени, доступно множество функций (организация интерактивных элементов портала, создание гиперссылок в несколько нажатий мыши и т. п.), пакет поддерживает большое количество технологий (HTML, PHP, ASP, Java, XML, XSLT, CSS и др.) [2]. Для создания корпоративного веб-портала Волковьского ОАО «Беллакт» были использованы следующие технологии: язык гипертекстовой разметки HTML, расширяемый язык разметки XML, скриптовой язык программирования PHP, набор разработчика Denwer: веб-сервер, СУБД MySQL, система управления виртуальными хостами, панель phpMyAdmin для администрирования СУБД.

Представим логическую структуру веб-портала Волковьского ОАО «Беллакт» (рисунок 1).

В соответствии с разработанной информационной архитектурой была спроектирована главная страница портала. Она содержит все основные структурные элементы, переход по которым осуществляется с помощью гиперссылок (рисунок 2).

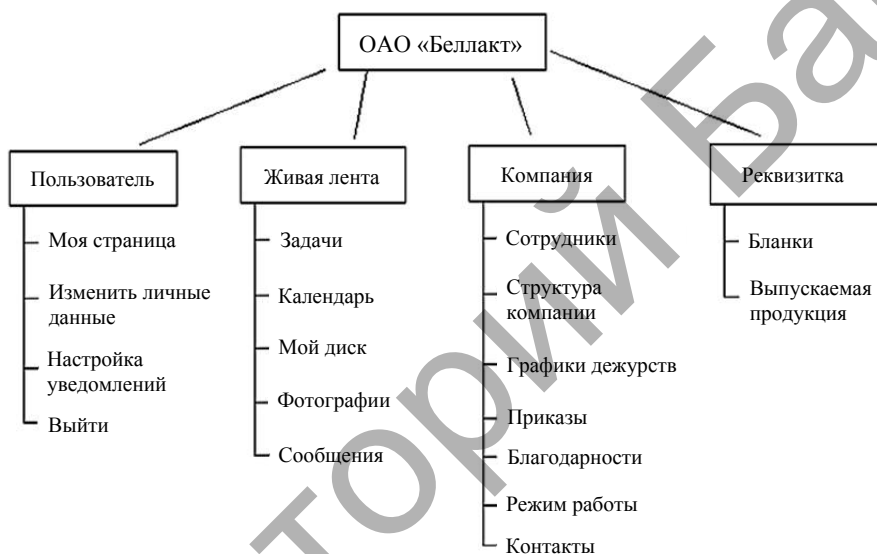


Рисунок 1 — Логическая структура веб-портала



Рисунок 2 — Главная страница сайта

Сайт функционирует в двух режимах доступа: для посетителей и для администратора. Пользовательская часть позволяет клиентам перемещаться по сайту и добавлять контент. Материалы группируются по категориям. Для работы с системой необходимо зарегистрироваться, после чего пользователь может перейти в свой профиль, где и осуществляется вся работа.

При вводе логина и пароля администратора активируется панель управления, где используя формы создания и редактирования разделов, категорий, содержимого, пунктов меню, можно вносить изменения в структуру и содержание сайта.

Заключение. Созданный веб-портал позволит существенно сэкономить рабочее время, повысить эффективность рабочих коммуникаций, предоставить актуальную информацию о событиях в компании, назначить задачи и контролировать их выполнение, поддерживать и развивать корпоративную культуру.

Список цитируемых источников

1. Евдокимов Н. В., Бабаев А. Б., Бодя М. М. Создание сайтов. СПб.: Питер, 2014. 512 с.
2. Норт Б. Joomla! Практическое руководство. СПб.: Символ-Плюс, 2008. 448 с.

УДК 004.657

А. С. Рогозник

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ELOQUENT ORM ПРИ РАБОТЕ С БАЗАМИ ДАННЫХ В LARAVEL 5 FRAMEWORK

В работе рассматриваются особенности использования системы объектно-реляционного отображения ORM Eloquent в Laravel 5 Framework: создание модели данных, основные методы для работы с данными, функция массового заполнения, механизм псевдоудаления и механизм работы с отношениями.

This paper considers the features of the use of object-relational mapping ORM Eloquent in Laravel 5 Framework: namely the creation of a data model, the basic techniques for working with data, mass filling, soft deleting mechanism and works with the relationship.

Введение. Система объектно-реляционного отображения ORM Eloquent — красивая и простая реализация шаблона проектирования ActiveRecord в Laravel для работы с различными базами данных. Она позволяет строго определить отношения между объектами базы данных. Каждая таблица имеет соответствующий класс модели, который используется для работы с этой таблицей.

Основная часть. Для начала работы с ORM Eloquent необходимо создать модель вручную или с помощью Artisan-команды: `php artisan make:model User`. Модели Eloquent должны расширять класс `Illuminate\Database\Eloquent\Model`. Привязка модели к таблице в базе данных происходит автоматически, для этого используется имя класса в нижнем регистре и во множественном числе, т. е. Eloquent предположит, что модель `User` хранит свои данные в таблице `users`. Кроме этого имеется возможность использовать произвольную таблицу, определив свойство `table` в классе модели:

```
class User extends Model {
    protected $table = 'my_users';
}
```

ORM Eloquent также предполагает, что каждая таблица имеет первичный ключ с именем `id`, для изменения этого имени необходимо определить свойство `protected $primaryKey`.

Основные методы модели Eloquent для работы с данными [1]:

1) получение всех моделей (записей):

```
$users = User::all();
```

2) получение модели (записи) по первичному ключу:

```
$user = User::find(1);
```

3) построение запросов:

```
$users = User::where('votes', '>', 100)->get();
```

4) агрегирующие функции:

```
$count = User::where('votes', '>', 100)->count();
```

5) обработка результата по частям:

```
User::chunk(200, function($users) { ... });
```

6) группировка данных:

```
User::where('votes', '>', 100)->groupBy('date')->get(); .
```

ORM Eloquent поддерживает функцию массового заполнения [2]. При создании новой модели конструктору передаётся массив атрибутов. Эти атрибуты затем присваиваются модели через механизм массового заполнения. Использование этого механизма очень удобно, но в то же время представляет серьёзную проблему с безопасностью, если ввод от клиента передаётся в модель без проверок — в этом случае пользователь может изменить любое поле модели Eloquent. По этой причине по умолчанию Eloquent защищает модель от массового заполнения. Для этого необходимо определить в классе модели свойство `fillable` или `guarded`. Свойство `fillable` указывает, какие поля должны быть доступны при массовом заполнении, а свойство `guarded` содержит список запрещённых к заполнению полей:

```
class User extends Model {
    protected $guarded = ['id', 'password'];
    protected $fillable = ['first_name', 'last_name', 'email'];
} .
```

Также есть возможность запретить все атрибуты для заполнения специальным значением `protected $guarded = ['*']`.

Для создания новой записи в базе данных необходимо создать экземпляр модели и вызвать метод `save`:

```
$user = new User();
$user->name = 'Jonny';
$user->save(); .
```

Для обновления модели необходимо получить её, изменить атрибут и вызвать также метод `save`:

```
$user = User::find(1); // get user by id
$user->email = 'jonny@foo.com';
$user->save(); .
```

По умолчанию Eloquent автоматически поддерживает поля `created_at` и `updated_at`, записывая в них, соответственно, дату и время (timestamp) создания и обновления строки в базе данных. Если необходимо, чтобы модель не поддерживала этот механизм, добавьте свойство `timestamps`, равное `false`, к классу модели:

```
class User extends Model {
    public $timestamps = false;
} .
```

Для удаления модели необходимо вызвать метод `delete`:

```
$user = User::find(1); // get user by id
$user->delete(); .
```

ORM Eloquent также поддерживает механизм псевдоудаления (Soft Deleting) [3]. Чтобы модель использовала псевдоудаление, необходимо в классе применять конструкцию `use SoftDeletes`; . При использовании этого механизма записи из базы данных физически не удаляются, а только помечаются как удалённые. Для этого в таблицах употребляется поле `deleted_at`. При вызове метода `delete`, поле `deleted_at` будет установлено в значение текущего времени. При запросе моделей, использующих псевдоудаление, «удалённые» модели не будут включены в результат запроса.

Для восстановления псевдоудалённой модели в активное состояние применяется метод `restore`:

```
$user->restore(); .
```

При использовании механизма `Soft Deletes` возникают ситуации, когда запись из базы данных должна быть удалена физически. Для этого необходим метод `forceDelete`:

```
$user->forceDelete(); .
```

ORM Eloquent имеет встроенный механизм работы и управления отношениями [4]. Laravel поддерживает несколько типов отношений: «один к одному», «один ко многим», «многие ко многим», «связь через третью таблицу» (Has Many Through), «полиморфические связи один к одному», «полиморфические связи многие ко многим».

Связь вида «один к одному» является самой простой, например, модель User может иметь один Phone. Определить такое отношение в Eloquent можно следующим образом:

```
class User extends Model {
    public function phone() {
        return $this->hasOne('App\Phone');
    }
}
```

Первый параметр, передаваемый hasOne — имя связанной модели. Доступ к связанной модели можно получить через динамические свойства Eloquent:

```
$phone = User::find(1)->phone; .
```

ORM Eloquent считает, что внешнее поле (foreign_key) в связанной таблице называется по имени модели плюс _id, в примере предполагается, что это user_id. Для перекрытия стандартное имя foreign_key необходимо передать в качестве второго параметра методу hasOne:

```
return $this->hasOne('App\Phone', 'foreign_key'); .
```

Если же в модели, для которой строится отношение (в примере User), ключ находится не в столбце id, то необходимо указать его в качестве третьего аргумента:

```
return $this->hasOne('App\Phone', 'foreign_key', 'local_key'); .
```

Для создания обратного отношения в модели Phone следует использовать метод belongsTo («принадлежит к»):

```
class Phone extends Model {
    public function user() {
        return $this->belongsTo('App\User');
    }
}
```

Заключение. Использование ORM Eloquent в Laravel 5 позволяет разработчику значительно абстрагироваться от написания sql-запросов к базе данных, вести удобную и быструю разработку как модели данных, так и бизнес-логики, использовать преимущества объектно-ориентированного программирования на всех этапах разработки, значительно повышать коэффициент повторного использования кода и создавать лаконичный, понятный код бизнес-логики.

Список цитируемых источников

1. Laravel — The PHP Framework For Web Artisans. URL: <http://laravel.com/docs/5.1> (date of access: 25.09.2015).
2. Ibid.
3. The Best Laravel and PHP Screencasts / Laravel 5 Fundamentals. URL: <https://laracasts.com/series/laravel-5-fundamentals> (date of access: 25.09.2015).
4. Laravel — The PHP Framework For Web Artisans.

УДК 004.75

Д. О. Руднев

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Тульский государственный университет»,
Тула, Российская Федерация*

А. А. Сычугов,

*кандидат технических наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Тульский государственный университет»,
Тула, Российская Федерация*

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА АНОМАЛИЙ В РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В данной работе описан метод безопасного сбора информации об элементах распределённой информационной системы в целях дальнейшего поиска аномалий работы системы. Основой предлагаемого метода является использование беспризнакового распознавания образов. В статье подробно описаны сильные и слабые стороны предлагаемого метода.

This paper describes a method for the safe collection of information about the elements of a distributed information system c to further search of anomalies of the system. The proposed method is to use featureless pattern recognition. The article described in detail the strengths and weaknesses of the proposed method.

Введение. В настоящее время большинство информационных систем строится по распределённой архитектуре. Распределённая информационная система (далее — РИС) — информационная система, в которой отсутствует единая точка хранения и обработки информации. Часто элементы РИС разнесены географически. Каждый элемент такой системы самодостаточен. К ключевым достоинствам распределённых информационных систем относятся высокая производительность, возможность масштабирования, параллельной обработки данных, повышенная отказоустойчивость.

Главной особенностью РИС является отсутствие единой точки обработки информации, т. е. у владельца нет полного доступа к каждому элементу системы, а взаимодействие между элементами системы осуществляется по открытым каналам связи. При использовании распределённых информационных систем вся ответственность за безопасность ложится на владельцев элементов РИС, при этом со стороны владельца данных нет никакой технической возможности повлиять на безопасность своей информации. Примером РИС может служить проект распределённых вычислений *distributed.net*, который использует в качестве элементов системы персональные компьютеры добровольцев, подключённые к сети Интернет, на которых запущено специальное программное обеспечение [1]. Системы облачных вычислений, которые в настоящее время переживают своё бурное развитие, относятся к классу распределённых информационных систем.

Важной частью любой системы защиты от удалённых атак является система обнаружения аномалий, которая анализирует состояние информационной системы с целью обнаружения отклонений от «нормального» состояния. В нераспределённых информационных системах центральный элемент собирает информацию обо всех остальных частях системы и затем анализирует её с целью обнаружения аномального поведения. В распределённых информационных системах процесс сбора информации имеет следующие особенности: информация передаётся по открытым каналам связи, элементы РИС имеют собственный контур защиты, выход конфиденциальной информации о самом элементе РИС нежелателен.

Таким образом, возникает задача разработки метода, позволяющего безопасно получить информацию, которая может быть использована в дальнейшем для анализа и поиска аномалий в конфигурации и поведении распределённой информационной системы.

Основная часть. При проведении анализа методов обнаружения аномалий было установлено, что большинство из них основано на сравнении состояний элементов системы, т. е. для обнаружения аномалии зачастую достаточно иметь возможность сравнить элемент РИС с некоторым заранее заданным состоянием [2]. Следовательно, можно говорить о том, что для обнаружения аномалии не нужна вся информация об элементе РИС, а достаточно сравнивать его состояния.

В качестве математической основы метода предлагается взять беспризнаковое распознавание образов (*featureless pattern recognition*) [3], при котором вместо линейного векторного пространства признаков объектов рассматриваются отсчёты проекционного пространства, опирающегося на проекционные признаки, роль которых играют похожести на некоторые заранее заданные (пространствообразующие или базисные) объекты [4]. Другими словами, при использовании беспризнакового распознавания образов для каждого объекта исходного пространства определяется функция похожести (функция расстояния). Затем вводится множество базисных объектов. После этого для каждого объекта вычисляются проекционные признаки (вторичные признаки), которые равны мере похожести объекта на базисные. После вычисления вторичных признаков можно использовать уже имеющиеся подходы поиска аномалий, основанные на анализе состояния системы.

Пусть Ω — множество всех возможных элементов РИС: $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N\}$.

Каждый элемент РИС $\omega_i \in \Omega$ можно представить как конечное множество характеристик:

$$X(\omega_i) = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}; x_i \in I, \quad (1)$$

где m — количество характеристик узла сети.

Состав множества (1) определяется специалистом по информационной безопасности на подготовительном этапе так, чтобы анализ его элементов в дальнейшем позволил выявить аномалии. Каждая характеристика, в общем случае, имеет произвольную природу.

Для каждой характеристики необходимо выбрать метрику, определяющую степень похожести значений характеристики

$$r = \rho_k \left[x_k(\omega_i), x_k(\omega_j) \right], \quad (2)$$

где $x_k(\omega_i)$ — k -я характеристика узла ω_i .

Для характеристик, которые возможно выразить вещественным числом, можно выбрать любую известную метрику расстояния, например, евклидову. Для характеристик, представляющих собой множества, можно выбрать меру, построенную на коэффициенте сходства [5]. На практике для каждого вида характеристик можно заранее подобрать наиболее оптимальную меру похожести.

Меру похожести элементов РИС можно определить на основе мер похожести их характеристик (2):

$$\rho(\omega_i, \omega_j) = \sqrt{\sum_{k=0}^N \left\{ \text{Norm} \left[\rho_k(\omega_i, \omega_j) \right] \right\}^2},$$

где *Norm* — нормирующая функция. Важно, чтобы все расстояния были одного порядка.

На следующем этапе выбирается базис элементов РИС. Базис — выборка характеристик элементов РИС, покрывающая все наиболее вероятные состояния элемента РИС. В базис могут входить как характеристики реально существующих элементов РИС, так и гипотетические элементы. Базисную выборку можно обозначить следующим образом:

$$\Omega^0 = \{\omega_1^0, \omega_2^0, \dots, \omega_K^0\}; \Omega^0 \subset \Omega.$$

Стоит отметить, что задача выбора оптимального базиса относится к классу нетривиальных задач, и на настоящий момент не существует алгоритма выбора оптимального базиса. Это связано с тем, что исходные объекты имеют произвольную природу. Одновременно с этим такое допущение делает невозможным восстановление характеристик элемента РИС, что удовлетворяет одному из требований, предъявленных выше к разрабатываемому методу.

Вектор вторичных признаков \vec{X}_i элемента системы $\omega_i \subset \Omega$ представляет собой множество

$$\vec{X}_i = \{x'_1, x'_2, \dots, x'_K\}.$$

Каждый элемент вторичного вектора признаков равен значению меры похожести самого элемента и соответствующего базисного элемента:

$$x'_i(\omega) = \rho(\omega, \omega_i^0).$$

Таким образом, получив множество векторов $X = \{\vec{X}_1, \vec{X}_2, \dots, \vec{X}_N\}$, в дальнейшем можно провести анализ в целях обнаружения аномалий в сети, используя уже исследованные подходы, основанные на сравнении состояний элементов РИС.

Применение этого метода позволит сравнить элементы РИС, не передавая информацию об элементе за его пределы. Информация об элементах РИС не будет сконцентрирована в одном месте, что, в свою очередь, не даёт возможности злоумышленнику получить информацию обо всех узлах одновременно.

Был проведён численный эксперимент, показывающий, что результат использования беспризнакового распознавания образов в значительной степени зависит от выбранных базисных элементов, в связи с чем одним из направлений дальнейших исследований, которые позволят эффективно реализовать предложенный метод, является поиск оптимального алгоритма выбора базисных элементов в случае беспризнакового распознавания образов.

Заключение. Предложенный метод безопасного сбора информации об элементах распределённой информационной системы с целью поиска аномалий удовлетворяет предъявленным требованиям, однако требуется его дальнейшее развитие.

Список цитируемых источников

1. Проект распределённых вычислений Интернета [Электронный ресурс]. URL: http://www.distributed.net/Main_Page (дата доступа: 26.07.2014).
2. Петренко С. А. Методы обнаружения вторжений и аномалий функционирования киберсистем // Тр. ИСА РАН, 2009. Т. 41.
3. Featureless pattern recognition in an imaginary Hilbert space / V. Mottl [et. al.]; Tula State Univ. // Proc. 16th Int. Conf. on Pattern Recognition. Quebec, 2002. Vol. 2. doi: 10.1109/ICPR.2002.1048244.
4. Середин О. С. Методы и алгоритмы беспризнакового распознавания образов : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 05.13.17. М., 2001.
5. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М. : Наука, 1982. 287 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЗОЛОТОГО СЕЧЕНИЯ В ВЕБ-ДИЗАЙНЕ

Рассматривается вопрос использования правила золотого сечения для правильного расположения элементов интерфейса на экране. Приводится пример наложения золотой спирали на страницу и анализ соответствия данной страницы правилу золотого сечения.

The question of using of the golden ratio for the correct positioning of the interface elements on the screen is considered. An example of the golden spiral overlay on the page and the page analysis of conformity to the rule of the golden ratio is described.

Введение. Рассмотрим использование золотого сечения в методике построения веб-страниц. Основной идеей этого правила является разбиение экрана на пропорциональное расположение частей. Точки — вершины сетки — центральные места расположения наиболее важной информации, их желательно размещать там, где фиксируется внимание зрителя. Золотое сечение позволяет построить разбиения для приятного и гармоничного восприятия.

Основная часть. Чтобы получить модель золотого сечения, необходимо измерить ширину основного поля страницы и разделить на 1,618. Число, полученное в результате, будет шириной поля основного контента, а разница — это ширина боковой панели. Если взять ширину экрана как 1 024 точки, то $1\ 024 / 1,618 = 632,88$ точки. Полученное число — это ширина наиболее значимой области. Данный подход может быть использован в качестве схемы расположения главных элементов при построении сайта.

Применение такого подхода актуально для сайтов, которые направлены на гармоничное и естественное восприятие. Композиции, созданные на основе метода золотого сечения, являются естественными для человеческого зрения. Однако применение такого подхода не даёт гарантий ожидаемого результата, а процесс реализации достаточно непростой.

Уравнение в полярной системе координат для золотой спирали такое, как и для других логарифмических спиралей, но со специальным значением коэффициента роста b :

$$r = a \cdot e^{b\varphi} \text{ или } \varphi = \frac{1}{b} \ln \frac{r}{a},$$

где a — произвольная положительная вещественная константа; e — основание натуральных логарифмов; числовое значение $b : |b| = \frac{\ln \varphi}{\pi/2} = 0,3063489$ при φ , равном прямому углу.

Альтернативная формула для логарифмической и золотой спиралей: $r = ac^\varphi$, где константа задаётся формулой $c = e^b$, и для золотой спирали значение $c = \varphi^{2/\pi} = 1,358456$.

Рассмотрим построение общего вида главной страницы сайта на примере страницы www.bntu.by (рисунок 1).



Рисунок 1 — Пример наложения золотой спирали на главную страницу сайта

Примечание. Источник: [1].

Как видно по данному рисунку согласно правилу золотого сечения, на главной странице сайта взгляд изначально фокусируется на картинке в центре и плавно переводится на раздел меню с поиском по сайту.

В веб-дизайне данный метод наиболее всего подходит для отдельных частей страницы, а не сайта целиком. Модель золотого прямоугольника позволяет удачно разместить изображения в коллаже, текстовые блоки — одного размера, а также избежать эффекта симметрии при парном соединении фото.

Заключение. Одним из лучших решений для веб-дизайна является применение правила золотого треугольника. Очень важно создать у гостя сайта, который посещает страницу впервые, приятное впечатление. Используя правило золотого сечения, вполне возможно достичь такого эффекта. Однако, как и любыми другими дизайнерскими решениями, правилом не следует злоупотреблять.

Список цитируемых источников

1. Белорусский национальный технический университет : сайт. URL: <http://www.bntu.by> (дата обращения: 15.09.2015).

УДК 004.896,51-74

А. В. Шах

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ХОПФИЛДА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ИСКАЖЁННЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ

В работе рассматривается строение нейронной сети Хопфилда и её применимость для распознавания и восстановления графических объектов, имеющих зашумленность, к первоначальному виду, описывается актуальность применения нейронных сетей для решения подобного типа задач, достоинства и недостатки.

In this paper the structure of Hopfield neural network and its application for recognition and restoration of graphic objects with noise pollution to the original view, it describes the relevance of the use of neural networks for solving of this type tasks, strengths and weaknesses.

Введение. В последние десятилетия в мире бурно развивается новая прикладная область математики, специализирующаяся на искусственных нейронных сетях. Искусственные нейронные сети — математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования сетей нервных клеток живого организма. Актуальность исследований в этом направлении подтверждается массой различных применений. Это автоматизация процессов распознавания образов, адаптивное управление, аппроксимация функционалов, прогнозирование, создание экспертных систем, организация ассоциативной памяти и многие другие приложения.

Одной из первых задач, решаемых с помощью нейронных сетей, было распознавание образов на графических изображениях. С тех пор были усовершенствованы многие известные решения и алгоритмы [1].

Модель Хопфилда занимает особое место в ряду нейросетевых моделей. В ней впервые удалось установить связь между нелинейными динамическими системами и нейронными сетями. Образы памяти сети соответствуют устойчивым предельным точкам (аттракторам) динамической системы. Особенно важной оказалась возможность переноса математического аппарата теории нелинейных динамических систем (и статистической физики) на нейронные сети. При этом появилась возможность теоретически оценить объём памяти сети Хопфилда, определить область параметров, в которой достигается наилучшее функционирование [2].

Целью данной работы является рассмотрение применимости модели искусственной нейронной сети Хопфилда для распознавания и восстановления графических изображений.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи: рассмотреть архитектуру сети, общий алгоритм и режимы её работы; определить сферу применения данной сети (привести наглядный пример); выявить достоинства и недостатки.

Основная часть. Нейронная сеть Хопфилда — пример сети, которую можно определить как динамическую систему, у которой выход одной полностью прямой операции служит входом следующей операции сети.

Сети, которые работают как системы обратной связи, называются рекуррентными сетями. Каждая прямая операция сети называется итерацией. Рекуррентные сети, подобно любым другим нелинейным динамическим системам, способны проявлять целое разнообразие различных поведений. В частности,

один возможный образец поведения — это то, что система может быть устойчивой, т. е. сходиться к единственной фиксированной (неподвижной) точке. Когда неподвижная точка является входом в такую динамическую систему, то на выходе будем иметь ту же самую точку. Таким образом, система остаётся зафиксированной в том же самом состоянии. Возможны периодические циклы или хаотическое поведение [3].

Структурная схема сети Хопфилда состоит из единственного слоя нейронов, число которых является одновременно числом входов и выходов сети. Каждый нейрон связан синапсами со всеми остальными нейронами, а также имеет один входной синапс, через который осуществляется ввод сигнала. Выходные сигналы, как обычно, образуются на аксонах (рисунок 1).

Задача, решаемая данной сетью в качестве ассоциативной памяти, формулируется следующим образом. Известен некоторый набор двоичных сигналов (изображений, звуковых оцифровок, прочих данных, описывающих некие объекты или характеристики процессов), которые считаются образцовыми. Сеть должна уметь из произвольного неидеального сигнала, поданного на её вход, выделить («вспомнить») по частичной информации соответствующий образец (если такой есть). В общем случае, любой сигнал может быть описан вектором $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, где n — число нейронов в сети и размерность входных и выходных векторов.

Каждый элемент x_i равен либо $+1$, либо -1 . Обозначим вектор, описывающий k -й образец, через X_k , а его компоненты, соответственно, x_{ik} , $k = 0..m$ (m — число образцов). Когда сеть распознает (или «вспомнит») какой-либо образец на основе предъявленных ей данных, её выходы будут содержать именно его, т. е. $Y = X_k$, где Y — вектор выходных значений сети $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$. В противном случае, выходной вектор не совпадёт ни с одним образцовым.

Если, например, сигналы представляют собой некие изображения, то, отобразив в графическом виде данные с выхода сети, можно будет увидеть картинку, полностью совпадающую с одной из образцовых (в случае успеха) или же «вольную импровизацию» сети (в случае неудачи) [4].

Поиск идеального образа по имеющейся неполной или зашумленной его версии называется задачей распознавания образов. В данной работе особенность решения этой задачи нейронной сетью Хопфилда была изучена на примерах, которые получены с использованием модели сети, созданной на персональной ЭВМ.

В рассматриваемой модели сеть содержала 2 500 нейронов, упорядоченных в матрицу 50×50 . Она обучалась по правилу Хебба на идеальных образах — шрифтовых начертаниях различных латинских букв. После обучения нейросети в качестве начальных состояний нейронов предъявлялись различные искажённые версии образов.

Представим форму созданного приложения и этапы работы нейронной сети по восстановлению искажённого образа (рисунок 2).

Таким образом, нейронная сеть Хопфилда прекрасно справляется с задачей распознавания образов для экспериментов с искажением на $0..30\%$.

При $45..60\%$ зашумления образы распознаются нестабильно, часто возникает «перепутывание», и на выходе нейронной сети появляется совершенно другой эталон, его негатив или склеенные части нескольких образов.

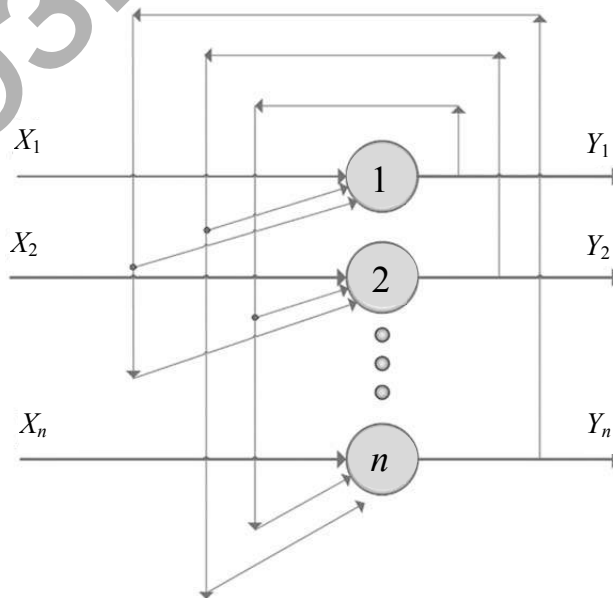
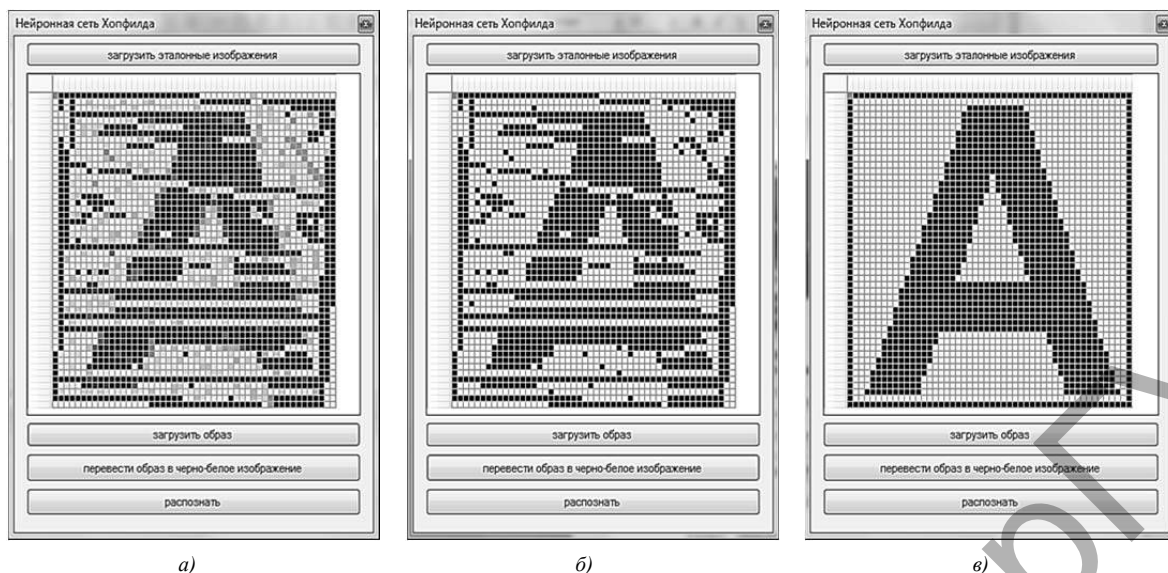


Рисунок 1 — Структурная схема нейронной сети Хопфилда



а) — искажённый образ; б) — перевод образа в чёрно-белый формат; в) — результат обработки образа

Рисунок 2 — Пример работы приложения

Несмотря на полученные положительные результаты нейронная сеть в классической модели Хопфилда далека от совершенства. Она обладает относительно скромным объёмом памяти, равным примерно $0,15n$, в то время как системы адресной памяти могут хранить до $2n$ различных образов, используя n битов. Кроме того, нейронные сети Хопфилда не могут решить задачу распознавания, если изображение смещено или значительно повернуто относительно его исходного запомненного состояния. Эти и другие недостатки сегодня определяют общее отношение к модели Хопфилда скорее как к теоретическому построению, удобному для исследований, чем как повседневно используемому практическому средству.

Заключение. Достоинством сети Хопфилда является то, что она имеет огромное историческое значение. С этой модели началось возрождение интереса к нейронным сетям в середине 1980-х гг. Также имеющиеся модификации применимы к решению современных задач области применения данной сети.

Сеть Хопфилда может быть использована как ассоциативная память для решения некоторых задач оптимизации, а также как фильтр (задачи распознавания образов).

В работе создано приложение для распознавания графических изображений с помощью нейросетевых методов. Проведены исследования, показывающие универсальность нейронных сетей и их способность эффективно решать задачу классификации и распознавания образов.

Список цитируемых источников

1. Павленко О. С. Применение нейронных сетей для распознавания объектов. URL: <http://www.fpmi.bsu.by/ImgFpmi> (дата обращения: 18.09.2015).
2. Модель Хопфилда : лекции по теории и прил. искусств. нейрон. сетей. URL: http://alife.narod.ru/lectures/neural/Neu_ch08.htm (дата обращения: 18.09.2015).
3. Нейронная сеть Хопфилда и её применение. URL: <http://iasa.org.ua/lections/tpr/neuro/hopfield.htm> (дата обращения: 18.09.2015).
4. Нейронные сети Хопфилда и Хэмминга. URL: http://library.by/portalus/modules/philosophy/referat_show_archives.php (дата обращения: 18.09.2015).

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ, МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ

УДК 372.8:53:004

Е. В. Артёмова

Государственное учреждение образования «Средняя школа № 45 г. Могилёва», Могилёв

О ПРИМЕНЕНИИ МОДУЛЬНОГО ПОДХОДА К СОЗДАНИЮ ЭЛЕКТРОННОГО СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

Общий процесс компьютеризации всех сфер деятельности затронул и обучение. Компьютер становится помощником педагога и учащегося на учебных занятиях почти любого предмета. На основе этого создано электронное средство обучения по физике, применение которого предполагает использование модульного подхода.

The General process of computerization of all spheres of activity concerned and training. The computer becomes an assistant to the teacher and the student in the classroom almost any subject. On the basis of this electronic learning tool in physics, the use of which involves the use of a modular approach.

Введение. В современном образовательном процессе всё чаще внедряют инновационные технологии, в частности, применение электронных средств обучения. Электронное средство обучения — электронное издание, содержащее систематизированный материал, обеспечивающее творческое и активное овладение учащимися знаниями, умениями и навыками. Применение электронного средства обучения на учебных занятиях по физике подразумевает использование модульного подхода.

Основная часть. Модуль — это часть знаний, мысленно выделяемая из общего. Как правило, модульной называют вещь, состоящую из конкретных частей, которые можно убирать и добавлять, не разрушая структуры. Следовательно, для наиболее удобного восприятия физических знаний по теме «Электростатика» необходимо «разбить» тему на модули (таблица 1).

Т а б л и ц а 1 — Планирование учебного материала по теме «Электростатика» с учётом модульной технологии

Тематика уроков	Этап процесса усвоения	Структурные элементы физических знаний	Количество часов
<i>Блок 1. Взаимодействия точечных зарядов</i>			3
Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие точечных зарядов	Восприятие, осмысление	Материальные образования: электрический заряд, электрон. Модели материальных образований: точечный заряд, пробный заряд.	1
Решение задач по теме «Закон Кулона»	Применение		1
Диагностика уровня усвоения знаний и умений учащихся по блоку 1	—	Физические явления и процессы: электризация трением, электризация через влияние. Свойства материальных образований: электрический заряд. Физические величины: электрический заряд. Физические законы: закон сохранения электрического заряда; закон Кулона. Физические постоянные: электрическая постоянная, заряд и масса электрона	1
<i>Блок 2. Электростатическое поле</i>			7
Электростатическое поле. Напряжённость электростатического поля. Поле точечного заряда. Графическое изображение электростатического поля. Принцип суперпозиции	Восприятие, осмысление	Материальные образования: электрическое поле. Модели материальных образований: электростатическое поле, поле точечного заряда, силовые линии электрического поля, эквипотенциальные поверхности	1
Решение задач по теме «Напряжённость электростатического поля. Напряжённость поля точечного заряда». Решение задач по теме «Принцип суперпозиции для напряжённости электростатического поля»	Применение		2

Окончание таблицы 1

Тематика уроков	Этап процесса усвоения	Структурные элементы физических знаний	Количество часов
Потенциальность электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов электростатического поля. Напряжение. Связь между напряжением и напряжённостью однородного электростатического поля	Восприятие, осмысление	Физические величины: напряжённость электростатического поля, напряжённость поля точечного заряда, напряжённость поля заряженного шара, работа при перемещении заряда в электростатическом поле, потенциальная энергия, потенциал и разность потенциалов электростатического поля, напряжение, потенциал электростатического поля, создаваемого точечным зарядом	1
Решение задач по теме «Работа электростатического поля при перемещении электрического заряда». Решение задач по теме «Потенциал. Разность потенциалов»	Применение	Физические законы и закономерности: связь между напряжением и напряжённостью однородного электростатического поля.	1
Решение задач по теме «Связь между напряжением и напряжённостью однородного электростатического поля»	Применение	Физические принципы: принцип суперпозиции электрических полей	1
Диагностика уровня усвоения знаний и умений учащихся по блоку 2	—		1
<i>Блок 3. Вещество в электростатическом поле</i>			3
Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. Электроёмкость. Конденсаторы. Электроёмкость плоского конденсатора. Энергия электростатического поля конденсатора	Восприятие, осмысление	Материальные образования: проводники, диэлектрики. Модели материальных образований: свободные заряды, электрический диполь. Физические явления и процессы: электростатическая индукция, электростатическая защита, поляризация диэлектриков.	1
Решение задач по теме «Проводники и диэлектрики в электростатическом поле». Решение задач по теме «Электроёмкость». Решение задач по теме «Энергия электростатического поля конденсатора»	Применение	Физические величины: диэлектрическая проницаемость вещества, электроёмкость, энергия электростатического поля конденсатора, плотность энергии электрического поля.	1
Диагностика уровня усвоения знаний и умений учащихся по блоку 3	—	Приборы и механизмы: конденсатор	1
<i>Обобщение и систематизация учебного материала по теме «Электростатика»</i>			1
<i>Контрольная работа по теме «Электростатика»</i>			1

Заключение. Реализация модульного подхода при использовании электронных средств обучения позволяет рационально применять инновационный подход к обучению и оцениванию знаний учащихся.

УДК 517.95

А. И. Басик, Н. В. Солопов

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», Брест

О ЕДИНСТВЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТИПА РИМАНА—ГИЛЬБЕРТА ДЛЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОРТОГОНАЛЬНОГО ТИПА В \mathbb{R}^4

С помощью априорных оценок нормы эллиптического оператора ортогонального типа в \mathbb{R}^4 доказывается единственность решения задачи типа Римана—Гильберта.

Using a priori estimates for elliptic operator of orthogonal type in four-dimensional space, we prove the uniqueness of the solution of the analogue Riemann—Hilbert problem.

Введение. В классической постановке под задачей Римана—Гильберта понимается задача отыскания решения эллиптической системы дифференциальных уравнений в ограниченной области по заданным на границе линейным комбинациям неизвестных функций. Известно, что в случае эллиптических псевдосимметрических систем четырёх уравнений с четырьмя переменными однородная задача Римана—Гильберта имеет бесконечно много линейно независимых решений [1]. В работе [2] установлена нерегуляризуемость произвольной краевой задачи в односвязной ограниченной области для эллиптических систем псевдосимметрического типа в четырёхмерном пространстве (краевая

задача называется регуляризуемой, если для неё выполнено условие Я. Б. Лопатинского; известно, что условие регуляризуемости эквивалентно нетеровости краевой задачи в широком классе банаховых пространств [3]). Однако, в случае неограниченной двусвязной области специального вида Б. Б. Ошоров [4] указал корректную постановку задачи типа Римана—Гильберта. В настоящей работе мы переносим некоторые результаты Б. Б. Ошорова на класс эллиптических систем ортогонального типа [5].

Основная часть. Пусть $h > 0$, через Ω обозначим множество

$$\Omega = \{x = (x_1, x') \in \mathbf{R}^4 \mid 0 < x_1 < h, x' = (x_2, x_3, x_4) \in \mathbf{R}^3\}.$$

Пусть далее $B(x)$ — заданная в области Ω непрерывная матрица-функция размера 4×4 , $A_1 = E_4$, — единичная матрица четвёртого порядка, A_2, A_3, A_4 — постоянные действительные квадратные матрицы четвёртого порядка, удовлетворяющие соотношениям

$$A_k A_j^T + A_j A_k^T = 2\delta_{jk} E_4,$$

где T — транспонирование; δ_{jk} — символ Кронекера, $j, k = \overline{1, 4}$.

Определение 1. Оператор вида

$$\Lambda : U \mapsto \sum_{j=1}^4 A_j \frac{\partial U}{\partial x_j} + BU$$

называется оператором ортогонального типа в \mathbf{R}^4 , здесь $U = [u_1(x), \dots, u_4(x)]^T$ — дифференцируемая вектор-функция.

В случае, когда $B = 0$, система $\Lambda U = 0$ является четырёхмерным аналогом системы Коши—Римана. Последнее означает, что каждая компонента $u_k(x)$ ($k = 1, \dots, 4$) произвольного непрерывно дифференцируемого решения U является гармонической функцией [6].

Через $C_\Lambda(\Omega)$ обозначим класс бесконечно дифференцируемых вектор-функций $U = [u_1(x), u_2(x), u_3(x), u_4(x)]^T$, удовлетворяющих граничным условиям

$$u_1|_{x_1=0} = u_1|_{x_1=h} = u_1|_{\partial\Omega} = u_1|_{\partial\Omega} = 0 \quad (1)$$

и интегрируемых в квадрате по Ω вместе со всеми производными до второго порядка включительно. Замыкание $C_\Lambda(\Omega)$ по норме пространства $W_2^1(\Omega)$ [7] обозначим через $S_\Lambda(\Omega)$.

Определение 2. Пусть $F : \Omega \mapsto \mathbf{R}^4$ — заданная вектор-функция. Задача типа Римана—Гильберта состоит в отыскании в слое Ω решения системы уравнений

$$\Lambda U = F(x), \quad (2)$$

удовлетворяющего граничным условиям (1).

Имеет место следующее утверждение.

Теорема 1. Пусть $C = \sqrt{\min\left\{\frac{1}{2}; \frac{1}{h^2}\right\}}$, матрица $B(x)$ непрерывна в слое $\bar{\Omega}$ и существует число $\delta \in [0, (\sqrt{2}-1)C]$ такое, что для любой U выполняется

$$\|BU\|_{L_2(\Omega)} \leq \delta \|U\|_{L_2(\Omega)}.$$

Тогда существуют положительные числа α и β такие, что для любой вектор-функции $U \in S_\Lambda(\Omega)$ выполняется неравенство

$$\alpha \|U\|_{W_1^2(\Omega)} \leq \|\Lambda U\|_{L_2(\Omega)} \leq \beta \|U\|_{W_1^2(\Omega)}. \quad (3)$$

В виду громоздкости, доказательство теоремы 1 опускаем.

Теорема 1 позволяет установить единственность решения однородной задачи типа Римана—Гильберта.

Теорема 2. Задача типа Римана—Гильберта (2) имеет не более одного решения.

Доказательство. Достаточно показать, что однородная задача (2) имеет только нулевое решение.

Пусть $\Delta U = 0$. Тогда из неравенства (3) следует, что $\|U\|_{W^2(\Omega)} = 0$ и, значит, $U = 0$, что и требовалось доказать.

Заключение. В работе доказана тривиальность ядра оператора Δ . Открытым остаётся вопрос о размерности ядра этого оператора.

Список цитируемых источников

1. Виноградов В. С. Граничная задача для псевдосимметрических систем // Дифференц. уравнения. 1985. Т. 21, № 1. С. 161—163.
2. Басик А. И., Усс А. Т. О краевых задачах для эллиптических псевдосимметрических систем первого порядка в \mathbb{R}^4 // Дифференц. уравнения. 2003. Т. 38, № 3. С. 410—412.
3. Агранович М. С. Эллиптические сингулярные интегро-дифференциальные операторы // Успехи мат. наук. 1965. Т. 20. Вып. 5. С. 3—120.
4. Ошоров Б. Б. Об одном четырёхмерном аналоге системы уравнений Коши—Римана // Неклассич. уравнения мат. физики. 2007. С. 212—220.
5. Шевченко В. И. Гомотопическая классификация краевых задач Гильберта для голоморфного вектора // Докл. АН СССР. 1971. Т. 201, № 5. С. 1067—1069.
6. Ошоров Б. Б. Об одном четырёхмерном аналоге системы уравнений Коши—Римана.
7. Усс А. Т. Гомотопическая классификация трёх- и четырёхмерных аналогов системы Коши—Римана // Дифференц. уравнения. 2004. Т. 40, № 8. С. 1118—1125.

УДК 517.518.456

И. Н. Бруй,

кандидат физико-математических наук, доцент

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

АСИМПТОТИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА ТИПА С. Н. БЕРНШТЕЙНА ДЛЯ КРАТНО ДИФФЕРЕНЦИРУЕМЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Доказана асимптотическая формула типа С. Н. Бернштейна для отклонения кратно дифференцируемой периодической функции от матричных средних её тригонометрического ряда Фурье.

We prove the asymptotical formula of S. N. Bernstein type for difference multiple differentiable periodic function from matrix means of its trigonometric Fourier series.

Введение. Используем обозначения двухтомной монографии Р. Эдвардса [1]. Отличия: символ «:=» означает, что правой части присвоено обозначение слева, а символ «≡» — тождественное равенство.

Функция $f \in L^1(T)$ порождает, во-первых, двустороннюю числовую последовательность

$\left(f^\wedge(n) := \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) e^{-int} dt \right)_{n=-\infty}^{\infty}$ тригонометрических коэффициентов Фурье функции f и, во-вторых, двусторонний функциональный

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} f^\wedge(n) e^{inx} \quad (1)$$

тригонометрический ряд Фурье функции f .

Если периодическая с периодом 2π функция f удовлетворяет условию Липшица первого порядка, т. е. если [2]

$$|f(x_1) - f(x_2)| \leq \|f'\|_{\infty} \cdot |x_1 - x_2|,$$

то, как показал С. Н. Бернштейн, отклонение функции f от средних Фейера её тригонометрического ряда Фурье [3, с. 205]

$$\max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| f(x) - \sum_{n=-N}^N \left(1 - \frac{|n|}{N+1} \right) f^\wedge(n) e^{inx} \right| = O\left(\frac{\ln N}{N} \right), \quad N \rightarrow \infty. \quad (2)$$

С. Н. Бернштейн также установил неулучшаемость порядка оценки (2): если функция $f \in C(T)$ имеет в точке x_0 конечные левостороннюю $f'(x_0 - 0)$ и правостороннюю $f'(x_0 + 0)$ производные, то справедлива асимптотическая формула [4]

$$f(x_0) - \sum_{n=-N}^N \left(1 - \left|\frac{n}{N+1}\right|\right) f^\wedge(n) e^{inx_0} = \frac{f'(x_0 - 0) - f'(x_0 + 0)}{\pi} \cdot \frac{\ln N}{N} + o\left(\frac{\ln N}{N}\right), \quad N \rightarrow \infty. \quad (3)$$

Асимптотическую формулу для отклонения функции $f \in C^2[0, 1]$ от её многочленов С. Н. Бернштейна [5, с. 113]

$$B_N f(x) := \sum_{n=0}^N f\left(\frac{n}{N}\right) \frac{N!}{n!(N-n)!} x^n (1-x)^{N-n}$$

получила Е. В. Вороновская ([6] или [7]):

$$\forall x \in [0, 1] \quad f(x) - B_N f(x) = -\frac{x(1-x)}{2N} f''(x) + o\left(\frac{1}{N}\right), \quad N \rightarrow \infty, \quad (4)$$

при этом сходимость равномерна на отрезке $[0, 1]$:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \max_{0 \leq x \leq 1} \left| N[f(x) - B_N f(x)] + \frac{x(1-x)}{2} f''(x) \right| = 0.$$

Статью Е. В. Вороновской [8] представлял С. Н. Бернштейн, который увидел, что её результат «может быть получен несколько иным способом и в более общем виде» [9, с. 155]: для функции $f \in C^{2k}[0, 1]$, где $k = 1, 2, 3, \dots$, отклонение ([10, с. 156] или [11, с. 23])

$$f(x) - B_N f(x) = -\sum_{n=1}^{2k-1} \left[\sum_{m=0}^N \left(\frac{m}{N} - x\right)^n \frac{N!}{m!(N-m)!} x^m (1-x)^{N-m} \right] \frac{f^{(n)}(x)}{n!} - \left[\frac{x(1-x)}{2N} \right]^k \frac{f^{(2k)}(x)}{k!} + o\left(\frac{1}{N^k}\right), \quad N \rightarrow \infty. \quad (5)$$

Так как $\sum_{m=0}^N \left(\frac{m}{N} - x\right) \frac{N!}{m!(N-m)!} x^m (1-x)^{N-m} \equiv 0$ [12, с. 20], то в случае $f \in C^2[0, 1]$, т. е. в случае $k = 1$ из асимптотической формулы С. Н. Бернштейна (5) имеем асимптотическую формулу Е. В. Вороновской (4).

В настоящей работе получен аналог асимптотических формул С. Н. Бернштейна (3) и (5) для кратно дифференцируемых 2π -периодических функций.

Основной результат. Пусть $d_\nu(N)$ есть двойная комплексная последовательность, в которой номер строки N принимает неотрицательные целые значения $0, 1, 2, \dots$, а номер столбца ν принимает натуральные значения $1, 2, 3, \dots$. И пусть

$$\forall N \in Z_+ \quad M_N f(x) := \sum_{n=-N}^N \left[1 - \sum_{\nu=1}^{\infty} d_\nu(N) \left| \frac{n}{N+1} \right|^\nu \right] f^\wedge(n) e^{inx} \quad (6)$$

суть матричные средние тригонометрического ряда Фурье (1) функции $f \in L^1(T)$.

Частные случаи матричных средних (6):

1) если все ($\nu \in Z_1 := \{1, 2, 3, \dots\}$) коэффициенты $d_\nu(N) = 0$, то имеем симметричные частичные суммы

$$\forall N \in Z_+ \quad s_N f(x) := \sum_{n=-N}^N f^\wedge(n) e^{inx} \quad (7)$$

тригонометрического ряда Фурье (1) функции $f \in L^1(T)$;

2) если коэффициент $d_1(N) = 1$, а остальные ($v \geq 2$) коэффициенты $d_v(N) = 0$, то получаем средние Фейера

$$\forall N \in Z_+ \quad \sigma_N f(x) := \sum_{n=-N}^N \left(1 - \left|\frac{n}{N+1}\right|\right) f^\wedge(n) e^{inx}, \quad (8)$$

которые в литературе также называют средними арифметическими первых симметричных частичных сумм, средними Чезаро первого порядка, средними Гёльдера первого порядка;

3) если для натурального r коэффициент $d_r(N) = 1$, а остальные ($v \in Z_1 \setminus \{r\}$) коэффициенты $d_v(N) = 0$, то имеем средние Зигмунда

$$\forall N \in Z_+ \quad Z_N^r f(x) := \sum_{n=-N}^N \left(1 - \left|\frac{n}{N+1}\right|^r\right) f^\wedge(n) e^{inx}, \quad (9)$$

которые ещё называют нормальными средними, типическими средними, эталонными средними, средними М. Рисса. Очевидно: $Z_N^1 f(x) \equiv \sigma_N f(x)$.

Матричные средние вида (6) впервые встретились в работе А. К. Покало [13, с. 24], посвящённой проблеме С. М. Никольского ([14, с. 260] или [15]) о нахождении эффективных условий на метод суммирования тригонометрических рядов Фурье, достаточных для ограниченности последовательности констант Лебега рассматриваемого метода. Заметим, что другой подход к получению результата А. К. Покало [16, с. 24—25] указан в работе автора [17, с. 53]. К средним вида (6) приходили в своих исследованиях А. Кивинукк [18] и В. А. Баскаков [19, с. 516]. Прямоугольное обобщение средних (6) на двойные тригонометрические ряды Фурье дал П. И. Кибалко ([20] или [21, с. 32—34]). Аналоги средних (6) для тригонометрических интегралов Фурье рассматривал Н. П. Семенчук ([22] или [23]).

Тригонометрический ряд

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} (-i \cdot \operatorname{sgn} n) f^\wedge(n) e^{inx} \quad (10)$$

называется сопряжённым с тригонометрическим рядом Фурье (1) функции $f \in L^1(T)$. Если тригонометрический ряд (10) является рядом Фурье некоторой функции, то её называют тригонометрически сопряжённой к функции f и обозначают через \tilde{f} [24].

Основным результатом настоящей работы является следующая теорема.

Теорема. *Предположение о методе суммирования: двойная комплексная последовательность $d_v(N)$, где номер строки N принимает значения $0, 1, 2, \dots$, а номер столбца v принимает значения $1, 2, 3, \dots$, такова, что конечна верхняя грань*

$$c_1 := \sup_{N \in Z_+} \sum_{v=1}^{\infty} v |d_v(N)| < \infty. \quad (11)$$

Предположение о приближаемой функции: функция $f \in C^{2k}(T)$, где $k = 1, 2, 3, \dots$, такова, что

$$\max_{-\pi \leq x \leq \pi} |f^{2k}(x+h) + f^{2k}(x-h) - 2f^{2k}(x)| = O(h), \quad h \rightarrow 0, \quad (12)$$

и в точке x_0 существуют конечные левосторонняя $f^{(2k+1)}(x_0 - 0)$ и правосторонняя $f^{(2k+1)}(x_0 + 0)$ производные $(2k+1)$ -го порядка функции f .

Утверждение: при двух указанных выше предположениях справедлива асимптотическая формула

$$f(x_0) - M_N f(x_0) = - \sum_{l=1}^{k-1} (-1)^l \left[d_{2l-1}(N) \frac{\tilde{f}^{(2l-1)}(x_0)}{(N+1)^{2l-1}} - d_{2l}(N) \frac{f^{(2l)}(x_0)}{(N+1)^{2l}} \right] -$$

$$- (-1)^k d_{2k-1}(N) \frac{\tilde{f}^{(2k-1)}(x_0)}{(N+1)^{2k-1}} + (-1)^k \mu_{N+1}^{(N)} \frac{f^{(2k)}(x_0) - s_N f^{(2k)}(x_0)}{(N+1)^{2k}} +$$

$$\begin{aligned}
& + (-1)^k d_{2k}(N) \frac{f^{(2k+1)}(x_0 - 0) - f^{(2k+1)}(x_0 + 0)}{\pi} \cdot \frac{\ln N}{N^{2k+1}} - \\
& - (-1)^k \frac{2[d_{2k}(N) - d_{2k+1}(N)]}{(N+1)^{2k+1}} \sum_{n=0}^{N-2} \frac{(n+1)^2}{(2n+1)(2n+3)} [f^{(2k)}(x_0) - Z_n^2 f^{(2k)}(x_0)] + \\
& + o\left(\frac{\ln N}{N^{2k+1}}\right), \quad N \rightarrow \infty, \tag{13}
\end{aligned}$$

в которой элементы $\mu_{N+1}^{(N)}$ определены соглашениями

$$\forall N \in \mathbb{Z}_+ \quad \mu_{N+1}^{(N)} := 1 - \sum_{v=1}^{\infty} d_v(N). \tag{14}$$

Первые две компоненты правой части асимптотической формулы (13) ниже в (25), в стартовом представлении (29) и в рабочем представлении (41) мы будем заменять словами «главная часть», чтобы уменьшить объём статьи. В (25), (29) и (41) будем помнить, что главная часть содержит две компоненты. Указанную в (13) главную часть автор ранее привёл без доказательства в [25, с. 29].

Если верхний индекс суммирования строго меньше нижнего индекса суммирования, то соответствующая сумма считается пустой.

1. Замечания к основному результату. 1.1. Предположение (11) влечёт абсолютную сходимость рядов (14) и рядов в квадратных скобках в матричных средних (6). Следовательно, законно изменение порядка суммирования в процессе доказательства основного результата.

1.2. В настоящем замечании значение аргумента x фиксировано. Тогда (1) есть числовой ряд, а (6)—(9) суть числовые последовательности. В теории суммируемости числовых рядов матричные средние (6) называют регулярными, если из существования конечного предела $\lim_{N \rightarrow \infty} s_N f(x) =: s$ всегда

следует существование $\lim_{N \rightarrow \infty} M_N f(x) = s$, т. е. если для каждого сходящегося числового ряда матричные средние сходятся к его обыкновенной сумме [26]. Предположение (11) заведомо гарантирует регулярность матричных средних (6) [27]. В той же теории суммируемости числовых рядов говорят, что матричные средние (6) включают средние Зигмунда (9), если из существования конечного предела

$\lim_{N \rightarrow \infty} Z_N f(x) =: \tau$ всегда следует существование $\lim_{N \rightarrow \infty} M_N f(x) = \tau$, т. е. если для каждого суммируемого методом Зигмунда числового ряда матричные средние сходятся к его сумме Зигмунда [28, с. 91]. Предположение (11) вместе с предположением $\mu_{N+1}^{(N)} = O(1/N)$, $N \rightarrow \infty$ гарантируют, что матричные средние (6) включают средние Зигмунда (9) [29].

1.3. Если функция $f \in \mathbf{C}(T)$ удовлетворяет условию Липшица первого порядка, то она, во-первых, абсолютно непрерывна: $f \in \mathbf{AC}(T)$, во-вторых, удовлетворяет условию $\forall h > 0 \quad |f(x+h) + f(x-h) - 2f(x)| \leq 2\|f'\|_{\infty} \cdot h$.

1.4. Разрывная в точке $x = 0$ функция

$$\forall x \in \mathbb{R} \quad \operatorname{sgn} x := \begin{cases} 1, & \text{когда } x > 0, \\ 0, & \text{когда } x = 0, \\ -1, & \text{когда } x < 0, \end{cases}$$

удовлетворяет в этой точке условию $\forall h > 0 \quad |\operatorname{sgn}(0+h) + \operatorname{sgn}(0-h) - 2\operatorname{sgn} 0| = 0 < h$. Поэтому предположение $f \in \mathbf{C}^{2k}(T) \wedge (12)$ существенно. В асимптотической формуле С. Н. Бернштейна (3) функция $f \in \mathbf{C}(T)$. В основном результате предположение $f \in \mathbf{C}^{2k}(T) \wedge (12)$, где $k = 1, 2, 3, \dots$, отражает также используемый метод доказательства.

1.5. Непрерывная на действительной прямой \mathbb{R} функция К. Вейерштрасса $W_0(x) := \sum_{n=1}^{\infty} 3^{-n} \cos 3^n x$ удовлетворяет условию $\max_{-\pi \leq x \leq \pi} |W_0(x+h) + W_0(x-h) - 2W_0(x)| = O(h)$, $h \rightarrow 0$, однако ни в одной

точке \mathbb{R} не имеет производной [30]. Очевидно, что функция $W_{2k}(x) := (-1)^k \sum_{n=1}^{\infty} 3^{-(n+2k)} \cos 3^n x$, где $k = 1, 2, 3, \dots$, имеет непрерывную на \mathbb{R} производную порядка $2k$, которая удовлетворяет условию

$\max_{-\pi \leq x \leq \pi} |W_{2k}^{(2k)}(x+h) + W_{2k}^{(2k)}(x-h) - 2W_{2k}^{(2k)}(x)| = O(h)$, $h \rightarrow 0$ и нигде не дифференцируема. Поэтому в основном результате помимо $f \in C^{2k}(T) \wedge (12)$ предполагается существование в точке x_0 конечных левосторонней $f^{(2k+1)}(x_0 - 0)$ и правосторонней $f^{(2k+1)}(x_0 + 0)$ производных $(2k+1)$ -го порядка функции f .

1.6. Название «асимптотическая формула» объясняется тем, что каждая последующая дробь $\frac{1}{(N+1)^{v+1}}$ в главной части [31, с. 496] правой части (13) есть o малое по сравнению с предыдущей дробью $\frac{1}{(N+1)^v}$ при $N \rightarrow \infty$.

1.7. Обозначим выражения в квадратных скобках в матричных средних (6) через $\mu_{|n|}^{(N)}$. Тогда эти элементы вместе с элементами (14) образуют бесконечную нижнюю комплексную матрицу Хессенберга

$$M := \begin{bmatrix} 1 & \mu_1^{(0)} & 0 & 0 & \dots \\ 1 & \mu_1^{(1)} & \mu_2^{(1)} & 0 & \dots \\ 1 & \mu_1^{(2)} & \mu_2^{(2)} & \mu_3^{(2)} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

Хотя элементы $\mu_{N+1}^{(N)}$ над главной диагональю этой матрицы и не входят в определение матричных средних (6), но они влияют на аппроксимативные свойства средних (6). Аналогия: в комплексной плоскости геометрические свойства границы области влияют на аппроксимацию внутри области; классические примеры — круг и разрезанный по радиусу круг.

1.8. Если периодическая с периодом 2π функция f удовлетворяет условию Липшица первого порядка, то при её приближении средними Зигмунда (9) в случае $r=1$ [\Leftrightarrow средними Фейера (8)] имеет место скорость (2), а в случае $r=2$, согласно теореме А. Зигмунда ([32, с. 697] или [33, с. 591]), наличествует скорость

$$\max_{-\pi \leq x \leq \pi} |f(x) - Z_N^2 f(x)| \leq \frac{c_2 \|f'\|_\infty}{N+1}, \quad (15)$$

т. е. средние Зигмунда порядка $r=2$ осуществляют приближение рассматриваемой функции f порядка наилучшего.

1.9. Укажем, что В. А. Баскаков структурировал остаток асимптотических формул в своих работах [34].

2. Частные случаи основного результата. 2.1. В случае средних Фейера (8) коэффициент $d_1(N) = 1$, $\forall v \in Z_2 := \{2, 3, 4, \dots\}$ коэффициенты $d_v(N) = 0$ и $\forall N \in Z_+$ элементы $\mu_{N+1}^{(N)} = 0$. Если функция $f \in AC^{2k}(T)$, где $k = 1, 2, 3, \dots$, и $f^{(2k)}$ удовлетворяет условию Липшица первого порядка (тогда $f^{(2k+1)}$ существует почти всюду на действительной прямой R и $f^{(2k+1)} \in L^\infty(T)$), то из нашей асимптотической формулы (13) получаем

$$f(x) - \sigma_N f(x) = \frac{\tilde{f}'(x)}{N+1} + o\left(\frac{\ln N}{N^{2k+1}}\right)_{п. в.}, \quad N \rightarrow \infty, \quad (16)$$

где буквы «п. в.» означают выполнение o -оценки почти всюду на R . При указанном выше предположении о приближаемой функции, которое в силу замечания 1.3 превосходит предположение нашей теоремы, М. Заманский [35, с. 169] доказал, что остаток есть $O\left(\frac{1}{N^{2k+1}}\right)$ при $N \rightarrow \infty$. Укажем, что асимптотическая формула (16) наводит на следующий результат: приближение средними Фейера (8) насыщаемо в пространстве $C(T)$ с порядком насыщения (saturated in $C(T)$ with order) $1/N$ при $N \rightarrow \infty$ и классом насыщения (saturation class), состоящим из всех тех функций $f \in C(T)$, для которых функция \tilde{f} , тригонометрически сопряжённая к f , удовлетворяет условию Липшица первого порядка [36]. Теорема о насыщении в пространстве $C(T)$ для матричных средних (6) получена

автором [37, с. 119—120]. Сингулярный интеграл Валле Пуссена [38, с. 28], согласно А. Кивинукку [39, с. 245], и сингулярный интеграл Джексона [40, с. 114], согласно А. К. Покало [41, с. 48—49], являются матричными средними (6). Для них из нашей асимптотической формулы (13) получаем аналоги асимптотических формул И. П. Натансона [42] и аналоги их последующих уточнений для сингулярного интеграла Джексона [43]. Средние Фейера (8) и сингулярные интегралы Валле Пуссена и Джексона суть положительные средние, т. е. такие средние, для которых $f \geq 0$ всегда влечёт $M_N f \geq 0$. Как показал П. П. Коровкин [44, с. 125], порядок приближения функций положительными матричными средними не выше $1/N^2$ даже для аналитических функций f . Укажем, что теорема П. П. Коровкина о трёх тест-функциях $f_1(x) := 1$, $f_2(x) := x$ и $f_3(x) := x^2$ [45] даёт следующую наводку на асимптотическую формулу Е. В. Вороновской (4): $B_N f_1(x) \equiv 1$, $B_N f_2(x) \equiv x$ и $B_N f_3(x) \equiv x^2 + \frac{x(1-x)}{N} \Leftrightarrow f_3(x) - B_N f_3(x) \equiv -\frac{x(1-x)}{2N} f_3''(x)$. Для рядов Фабера аналог асимптотической формулы (16) приведён в работе автора и Г. Шмидэра [46, с. 168].

2.2. Для средних Зигмунда (9) натурального порядка $r = 1, 2, 3, \dots$ коэффициент $d_r(N) = 1$, $\forall v \in Z_1 \setminus \{r\}$ коэффициенты $d_v(N) = 0$ и $\forall N \in Z_+$ элементы $\mu_{N+1}^{(N)} = 0$. Напомним, что средние Зигмунда $Z_N^r f(x)$ порядка $r = 2, 3, 4, \dots$, в отличие от средних $Z_N^1 f(x) \equiv \sigma_N f(x)$, уже не являются положительными [47]. Если функция $f \in AC^{2k}(T)$, где $k = 1, 2, 3, \dots$, и $f^{(2k)}$ удовлетворяет условию Липшица первого порядка (следовательно, почти всюду на R равны односторонние производные $f^{(2k+1)}(x-0) = f^{(2k+1)}(x+0) = f^{(2k+1)}(x)$ и $f^{(2k+1)} \in L^\infty(T)$), то из нашей асимптотической формулы (13) в случае нечётного порядка $r = 2l - 1 < 2k$ получаем

$$f(x) - Z_N^{2l-1} f(x) = -(-1)^l \frac{\tilde{f}^{(2l-1)}(x)}{(N+1)^{2l-1}} + o\left(\frac{\ln N}{N^{2k+1}}\right)_{\text{п. в.}}, \quad N \rightarrow \infty, \quad (17)$$

а в случае чётного порядка $r = 2l < 2k$ получаем

$$f(x) - Z_N^{2l} f(x) = (-1)^l \frac{f^{(2l)}(x)}{(N+1)^{2l}} + o\left(\frac{\ln N}{N^{2k+1}}\right)_{\text{п. в.}}, \quad N \rightarrow \infty. \quad (18)$$

Ясно, что асимптотическая формула (16) является частным случаем (17) при $r = 2 \cdot 1 - 1 < 2k$. Асимптотические формулы (17) и (18) наводят на результат М. Заманского [48], который установил в пространстве $C(T)$ зависимость структурной характеристики (characterization of the saturation class by structural properties upon f) класса насыщения приближения средними Зигмунда $Z_N^r f(x)$ от нечётности или чётности порядка r этих средних. В случае же чётного порядка $r = 2k$ коэффициент $d_{2k}(N) = 1$ и для предпоследней компоненты правой части (13) согласно (15) имеем

$$\begin{aligned} & \max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| \frac{2[d_{2k}(N) - d_{2k+1}(N)]}{(N+1)^{2k+1}} \sum_{n=0}^{N-2} \frac{(n+1)^2}{(2n+1)(2n+3)} [f^{(2k)}(x) - Z_n^{2k} f^{(2k)}(x)] \right| \stackrel{(15)}{\leq} \\ & \stackrel{(15)}{\leq} \frac{2}{(N+1)^{2k+1}} \sum_{n=0}^{N-2} \frac{(n+1)^2}{(2n+1)(2n+3)} \cdot \frac{c_2 \|f^{(2k+1)}\|_\infty}{n+1} \leq \frac{O(1)}{N^{2k+1}} \int_1^N \frac{dt}{t} = O\left(\frac{\ln N}{N^{2k+1}}\right) \end{aligned}$$

при $N \rightarrow \infty$. Очевидно, что четвёртая компонента правой части (13)

$$\left| d_{2k}(N) \frac{f^{(2k+1)}(x-0) - f^{(2k+1)}(x+0)}{\pi} \cdot \frac{\ln N}{N^{2k+1}} \right| \stackrel{\text{п. в.}}{R} = 0,$$

где символ $\stackrel{\text{п. в.}}{R} = 0$ означает равенство почти всюду на действительной прямой R . Поэтому в случае $r = 2k$ из нашей асимптотической формулы (13) получаем

$$f(x) - Z_N^{2k} f(x) = O\left(\frac{\ln N}{N^{2k+1}}\right)_{\text{п. в.}}, \quad N \rightarrow \infty. \quad (19)$$

Наконец, в случае порядка $r \geq 2k+1$ из нашей асимптотической формулы (13) имеем

$$f(x) - Z_N^r f(x) = o\left(\frac{\ln N}{N^{2k+1}}\right)_{\text{п. в.}}, \quad N \rightarrow \infty. \quad (20)$$

При указанном в 2.1 и 2.2 предположении о приближаемой функции, которое превосходит предположение нашей теоремы, А. Зигмунд [49] доказал, что при $r = 2k+1$ правая часть (20) есть $O\left(\frac{\ln N}{N^{2k+1}}\right)$ при $N \rightarrow \infty$. Для рядов Фабера аналоги асимптотических формул (17)—(20) приведены в [50, с. 168—169].

3. Доказательство основного результата. Шаг 1. В силу предположения $f \in C^{2k}(T)$, где $k = 1, 2, 3, \dots$, приближаемая функция разлагается в ряд Фурье вида [51]

$$f(x) = f^\wedge(0) + \left(\sum_{n=-\infty}^{-1} + \sum_{n=1}^{\infty} \right) \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{(in)^{2k}} e^{inx}, \quad (21)$$

который сходится абсолютно и равномерно на действительной прямой R [52]. Тогда матричные средние (6) тригонометрического ряда Фурье функции $f(x)$ суть

$$M_N f(x) = f^\wedge(0) + \left(\sum_{n=-N}^{-1} + \sum_{n=1}^N \right) \left[1 - \sum_{v=1}^{\infty} d_v(N) \left| \frac{n}{N+1} \right|^v \right] \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{(in)^{2k}} e^{inx}.$$

И для отклонения функции $f(x)$ от её матричных средних $M_N f(x)$ получаем первое представление

$$\begin{aligned} f(x) - M_N f(x) &= \left(\sum_{n=-\infty}^{-(N+1)} + \sum_{n=N+1}^{\infty} \right) \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{(in)^{2k}} e^{inx} + \\ &+ \sum_{v=1}^{\infty} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \left(\sum_{n=-N}^{-1} + \sum_{n=1}^N \right) |n|^v \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{(in)^{2k}} e^{inx}. \end{aligned} \quad (22)$$

В последней второй компоненте правой части (22) было произведено изменение порядка суммирования, которое законно в силу замечания 1.1.

Шаг 2. Из ряда Фурье (21) следует, что производные чётных порядков $v = 2l$, где натуральные l удовлетворяют двойному неравенству $1 \leq l < k$, суть

$$f^{(2l)}(x) = \left(\sum_{n=-\infty}^{-1} + \sum_{n=1}^{\infty} \right) \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{(in)^{2k-2l}} e^{inx}.$$

Отсюда, так как $|n|^{2l} = n^{2l} = (-1)^l (in)^{2l}$, получаем

$$\begin{aligned} &\left(\sum_{n=-N}^{-1} + \sum_{n=1}^N \right) |n|^{2l} \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{(in)^{2k}} e^{inx} = \\ &= (-1)^l f^{(2l)}(x) - (-1)^k \left(\sum_{n=-\infty}^{-(N+1)} + \sum_{n=N+1}^{\infty} \right) \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{|n|^{2k-2l}} e^{inx}. \end{aligned} \quad (23)$$

Из ряда Фурье (21) и определения (10) следует, что тригонометрически сопряжённая функция

$$\tilde{f}(x) = \left(\sum_{n=-\infty}^{-1} + \sum_{n=1}^{\infty} \right) (-i \cdot \operatorname{sgn} n) \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{(in)^{2k}} e^{inx}.$$

Тогда её производные нечётных порядков $v = 2l - 1$, где натуральные l удовлетворяют нестрогому двойному неравенству $1 \leq l \leq k$, суть

$$\tilde{f}^{(2l-1)}(x) = \left(\sum_{n=-\infty}^{-1} + \sum_{n=1}^{\infty} \right) (-i \cdot \operatorname{sgn} n) \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{(in)^{2k-(2l-1)}} e^{inx}.$$

Отсюда, поскольку $|n|^{2l-1} = (n \cdot \operatorname{sgn} n)^{2l-1} = (\operatorname{sgn} n) n^{2l-1} = -(-1)^l (-i \cdot \operatorname{sgn} n) (in)^{2l-1}$, имеем

$$\begin{aligned} & \left(\sum_{n=-N}^{-1} + \sum_{n=1}^N \right) |n|^{2l-1} \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{(in)^{2k}} e^{inx} = \\ & = -(-1)^l \tilde{f}^{(2l-1)}(x) - (-1)^k \left(\sum_{n=-\infty}^{-(N+1)} + \sum_{n=N+1}^{\infty} \right) \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{|n|^{2k-(2l-1)}}. \end{aligned} \quad (24)$$

Ради уменьшения числа компонент положим $d_0(N) := -1$. Тогда подстановка (23) и (24) во вторую компоненту правой части первого представления (22) приводит ко второму представлению

$$\begin{aligned} f(x) - M_N f(x) &= \text{главная часть} - \\ & - (-1)^k \sum_{v=0}^{2k-1} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \left(\sum_{n=-\infty}^{-(N+1)} + \sum_{n=N+1}^{\infty} \right) \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{|n|^{2k-v}} e^{inx} + \\ & + (-1)^k \sum_{v=0}^{2k-1} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \left(\sum_{n=-N}^{-1} + \sum_{n=1}^N \right) |n|^{v-2k} [f^{(2k)}]^\wedge(n) e^{inx}. \end{aligned} \quad (25)$$

Шаг 3. Согласно определению (7)

$$\forall N \in \mathbb{Z}_+ \quad s_N f^{(2k)}(x) := \sum_{n=-N}^N [f^{(2k)}]^\wedge(n) e^{inx}, \quad (26)$$

а согласно определению (8)

$$\forall N \in \mathbb{Z}_+ \quad \sigma_N f^{(2k)}(x) := \sum_{n=-N}^N \left(1 - \left| \frac{n}{N+1} \right| \right) [f^{(2k)}]^\wedge(n) e^{inx}. \quad (27)$$

Из (27) с учётом (26) получаем очевидные тождества

$$\forall N \in \mathbb{Z}_+ \quad 0 \equiv -\sigma_N f^{(2k)}(x) + s_N f^{(2k)}(x) - \frac{1}{N+1} \sum_{n=-N}^N |n| [f^{(2k)}]^\wedge(n) e^{inx}. \quad (28)$$

Сложение второго представления (25) с (28) даёт для отклонения функции $f(x)$ от её матричных средних $M_N f(x)$ следующее стартовое представление:

$$\begin{aligned} f(x) - M_N f(x) &= \text{главная часть} + (-1)^k \frac{d_{2k}(N)}{(N+1)^{2k}} [f^{(2k)}(x) - \sigma_N f^{(2k)}(x)] - \\ & - (-1)^k \frac{d_{2k}(N)}{(N+1)^{2k}} [f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)] - (-1)^k \frac{d_{2k}(N)}{(N+1)^{2k+1}} \sum_{n=-N}^N |n| [f^{(2k)}]^\wedge(n) e^{inx} - \\ & - (-1)^k \sum_{v=0}^{2k-1} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \left(\sum_{n=-\infty}^{-(N+1)} + \sum_{n=N+1}^{\infty} \right) \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n)}{|n|^{2k-v}} e^{inx} + \\ & + (-1)^k \sum_{v=2k}^{\infty} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \left(\sum_{n=-N}^{-1} + \sum_{n=1}^N \right) |n|^{v-2k} [f^{(2k)}]^\wedge(n) e^{inx}. \end{aligned} \quad (29)$$

Напомним, что главная часть содержит две компоненты. К третьей и четвёртой компонентам правой части (29) мы соответственно добавили и вычли $f^{(2k)}(x)$.

Шаг 4. Перед (7) через Z_1 мы обозначили множество всех натуральных чисел $\{1, 2, 3, \dots\}$. Из определения (26) вытекает, что

$$\forall N \in Z_1 \left[f^{(2k)} \right]^\wedge (-N) e^{-iNx} + \left[f^{(2k)} \right]^\wedge (N) e^{iNx} = s_N f^{(2k)}(x) - s_{N-1} f^{(2k)}(x), \quad (30)$$

где $s_0 f^{(2k)}(x) \equiv 0$. Следуя А. Н. Колмогорову [53, с. 524—525], применим преобразование Абеля (формулу суммирования по частям) [54, с. 135] к внутренней составляющей последней компоненты правой части стартового представления (29):

$$\begin{aligned} \left(\sum_{n=-N}^{-1} + \sum_{n=1}^N \right) |n|^{v-2k} \left[f^{(2k)} \right]^\wedge (n) e^{inx} &= \sum_{n=1}^N n^{v-2k} \left\{ \left[f^{(2k)} \right]^\wedge (-n) e^{-inx} + \left[f^{(2k)} \right]^\wedge (n) e^{inx} \right\} \stackrel{(30)}{=} \\ &\stackrel{(30)}{=} \sum_{n=1}^N n^{v-2k} \left[s_n f^{(2k)}(x) - s_{n-1} f^{(2k)}(x) \right] = \\ &= N^{v-2k} s_N f^{(2k)}(x) - \sum_{n=0}^{N-1} \left[(n+1)^{v-2k} - n^{v-2k} \right] s_n f^{(2k)}(x). \end{aligned} \quad (31)$$

А. Н. Колмогоров [55, с. 524—525], В. Т. Пинкевич [56], С. М. Никольский [57], С. Б. Стечкин [58, с. 463], А. К. Покало [59, с. 46] в нашем контексте при втором применении преобразования Абеля к последней компоненте правой части (31) использовали представление

$$\forall N \in Z_1 \quad s_N f^{(2k)}(x) = (N+1) \sigma_N f^{(2k)}(x) - N \sigma_{N-1} f^{(2k)}(x), \quad (32)$$

в котором $\sigma_0 f^{(2k)}(x) \equiv 0$.

Мы же воспользуемся представлением [60]

$$\forall N \in Z_1 \quad s_N f^{(2k)}(x) = \frac{(N+1)^2 Z_N^2 f^{(2k)}(x) - N^2 Z_{N-1}^2 f^{(2k)}(x)}{2N+1}, \quad (33)$$

где $Z_0^2 f^{(2k)}(x) \equiv 0$. Мотивировка этого действия будет дана нами ниже на шаге 7 (42). Тогда применение преобразования Абеля (сумматорного аналога формулы интегрирования по частям) к последней компоненте правой части (31) даёт

$$\begin{aligned} &\sum_{n=0}^{N-1} \left[(n+1)^{v-2k} - n^{v-2k} \right] s_n f^{(2k)}(x) \stackrel{(33)}{=} \\ &\stackrel{(33)}{=} \sum_{n=0}^{N-1} \left[(n+1)^{v-2k} - n^{v-2k} \right] \frac{(n+1)^2 Z_n^2 f^{(2k)}(x) - n^2 Z_{n-1}^2 f^{(2k)}(x)}{2n+1} = \\ &= \frac{N^{v-2k} - (N-1)^{v-2k}}{2N-1} N^2 Z_{N-1}^2 f^{(2k)}(x) - \\ &- \sum_{n=0}^{N-2} \left[\frac{(n+2)^{v-2k} - (n+1)^{v-2k}}{2n+3} - \frac{(n+1)^{v-2k} - n^{v-2k}}{2n+1} \right] (n+1)^2 Z_n^2 f^{(2k)}(x). \end{aligned} \quad (34)$$

Выше $0^2 Z_{0-1}^2 f^{(2k)}(x) := 0$.

Представления (32) и (33) суть частные случаи представления [61]

$$\forall N \in Z_1 \quad s_N f^{(2k)}(x) = \frac{(N+1)^r Z_N^r f^{(2k)}(x) - N^r Z_{N-1}^r f^{(2k)}(x)}{(N+1)^r - N^r}, \quad (35)$$

в котором согласно нашему контексту $Z_0^r f^{(2k)}(x) \equiv 0$. Укажем, что представление (35) использовалось автором в работах [62].

Подстановка (34) в (31) приводит к следующему выражению для внутренней составляющей последней компоненты правой части стартового представления (29):

$$\begin{aligned} & \left(\sum_{n=-N}^{-1} + \sum_{n=1}^N \right) |n|^{v-2k} [f^{(2k)}]^\wedge(n) e^{inx} = \\ & = N^{v-2k} s_N f^{(2k)}(x) - \frac{N^{v-2k} - (N-1)^{v-2k}}{2N-1} N^2 Z_{N-1}^2 f^{(2k)}(x) + \\ & + \sum_{n=0}^{N-2} \left[\frac{(n+2)^{v-2k} - (n+1)^{v-2k}}{2n+3} - \frac{(n+1)^{v-2k} - n^{v-2k}}{2n+1} \right] (n+1)^2 Z_n^2 f^{(2k)}(x). \end{aligned} \quad (36)$$

Функциональное тождество (36) остаётся справедливым, если в нём производную $2k$ -го порядка $f^{(2k)}(x)$ заменить произвольной функцией $f \in \mathbf{L}^1(T)$. В частности, заменить функцией 1, тождественно равной единице: $\forall x \in R \quad 1(x) := 1$. Для тождественной единицы нулевой коэффициент Фурье

равен единице: $1^\wedge(0) := \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} 1 \cdot e^{-i0t} dt = 1$, а все её ненулевые коэффициенты Фурье равны нулю:

$\forall n \in Z \setminus \{0\} \quad 1^\wedge(n) := \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} 1 \cdot e^{-int} dt = -\frac{1}{2\pi in} e^{-int} \Big|_{-\pi}^{\pi} = 0$. Тогда $\forall N \in Z_+ \quad s_N 1(x) \equiv Z_N^2 1(x) \equiv 1$ и из

функционального тождества (36) имеем числовое тождество

$$\begin{aligned} 0 & \equiv N^{v-2k} - \frac{N^{v-2k} - (N-1)^{v-2k}}{2N-1} N^2 + \\ & + \sum_{n=0}^{N-2} \left[\frac{(n+2)^{v-2k} - (n+1)^{v-2k}}{2n+3} - \frac{(n+1)^{v-2k} - n^{v-2k}}{2n+1} \right] (n+1)^2, \end{aligned} \quad (37)$$

которое, впрочем, может быть доказано и непосредственно путём показа, что правая часть (37) равна нулю.

Умножим числовое тождество (37) на $-f^{(2k)}(x)$ и получившееся произведение сложим с функциональным тождеством (36):

$$\begin{aligned} & \left(\sum_{n=-N}^{-1} + \sum_{n=1}^N \right) |n|^{v-2k} [f^{(2k)}]^\wedge(n) e^{inx} = -N^{v-2k} [f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)] + \\ & + \frac{N^{v-2k} - (N-1)^{v-2k}}{2N-1} N^2 [f^{(2k)}(x) - Z_{N-1}^2 f^{(2k)}(x)] - \\ & - \sum_{n=0}^{N-2} \left[\frac{(n+2)^{v-2k} - (n+1)^{v-2k}}{2n+3} - \frac{(n+1)^{v-2k} - n^{v-2k}}{2n+1} \right] (n+1)^2 [f^{(2k)}(x) - Z_n^2 f^{(2k)}(x)]. \end{aligned} \quad (38)$$

Аналогично предыдущему убеждаемся, что

$$\begin{aligned} & \sum_{n=-N}^N |n| [f^{(2k)}]^\wedge(n) e^{inx} = -N [f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)] + \\ & + \frac{N^2}{2N-1} [f^{(2k)}(x) - Z_{N-1}^2 f^{(2k)}(x)] + 2 \sum_{n=0}^{N-2} \frac{(n+1)^2}{(2n+1)(2n+3)} [f^{(2k)}(x) - Z_n^2 f^{(2k)}(x)]. \end{aligned} \quad (39)$$

Для рядов Фабера аналоги выражений (38) и (39) без доказательства приведены в [63, с. 172].

Шаг 5. Для внутренней составляющей предпоследней компоненты правой части стартового представления (29) с помощью двукратного применения преобразования Абеля, опирающегося при первом применении на представление (30), а при втором применении — на представление (33), получаем

$$\left(\sum_{n=-\infty}^{-(N+1)} + \sum_{n=N+1}^{\infty} \right) \frac{[f^{(2k)}]^\wedge(n) e^{inx}}{|n|^{2k-v}} = \frac{f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)}{(N+1)^{2k-v}} +$$

$$\begin{aligned}
& + \left[\frac{1}{(N+1)^{2k-v}} - \frac{1}{(N+2)^{2k-v}} \right] \frac{(N+1)^2}{2N+3} [f^{(2k)}(x) - Z_N^2 f^{(2k)}(x)] - \\
& - \sum_{n=N+1}^{\infty} \left\{ \left[\frac{1}{n^{2k-v}} - \frac{1}{(n+1)^{2k-v}} \right] \frac{1}{2n+1} - \left[\frac{1}{(n+1)^{2k-v}} - \frac{1}{(n+2)^{2k-v}} \right] \frac{1}{2n+3} \right\} \times \\
& \quad \times (n+1)^2 [f^{(2k)}(x) - Z_n^2 f^{(2k)}(x)]. \tag{40}
\end{aligned}$$

Доказательство аналога выражения (40) для рядов Фабера имеется в [64].

Шаг 6. Подставим выражения (38)—(40) в правую часть стартового представления (29). Во-первых, учтём, что в силу соглашений (14) и определения $d_0(N) := -1$ сумма компонент

$$\begin{aligned}
& -(-1)^k \frac{d_{2k}(N)}{(N+1)^{2k}} [f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)] + \\
& + (-1)^k \frac{N}{N+1} \frac{d_{2k}(N)}{(N+1)^{2k}} [f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)] - (-1)^k \frac{f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)}{(N+1)^{2k}} \sum_{v=0}^{2k-1} d_v(N) - \\
& - (-1)^k \frac{f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)}{(N+1)^{2k}} \sum_{v=2k}^{\infty} \left(\frac{N}{N+1} \right)^{v-2k} d_v(N) = \\
& = (-1)^k \mu_{N+1}^{(N)} \frac{f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)}{(N+1)^{2k}} - (-1)^k \frac{f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)}{(N+1)^{2k+1}} d_{2k}(N) + \\
& + (-1)^k \frac{f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)}{(N+1)^{2k}} \sum_{v=2k+1}^{\infty} \left[1 - \left(\frac{N}{N+1} \right)^{v-2k} \right] d_v(N).
\end{aligned}$$

Констатируем, что выделять элементы $\mu_{N+1}^{(N)}$ первым начал А. К. Покало [65]. Значение элементов $\mu_{N+1}^{(N)}$ над главной диагональю бесконечной нижней комплексной матрицы Хессенберга M было разъяснено нами в замечании 1.7 к основному результату. Во-вторых, учтём, что выражения в квадратных скобках для $v = 2k$ и $v = 2k + 2$ равны нулю и тогда ряд

$$\begin{aligned}
& -(-1)^k \sum_{v=2k}^{\infty} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \sum_{n=0}^{N-2} \left[\frac{(n+2)^{v-2k} - (n+1)^{v-2k}}{2n+3} - \frac{(n+1)^{v-2k} - n^{v-2k}}{2n+1} \right] \times \\
& \quad \times (n+1)^2 [f^{(2k)}(x) - f^{(2k)}(x)] = \\
& = (-1)^k \frac{2d_{2k+1}(N)}{(N+1)^{2k+1}} \sum_{n=0}^{N-2} \frac{(n+1)^2}{(2n+1)(2n+3)} [f^{(2k)}(x) - Z_n^2 f^{(2k)}(x)] - \\
& - (-1)^k \sum_{v=2k+3}^{\infty} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \sum_{n=0}^{N-2} \left[\frac{(n+2)^{v-2k} - (n+1)^{v-2k}}{2n+3} - \frac{(n+1)^{v-2k} - n^{v-2k}}{2n+1} \right] \times \\
& \quad \times (n+1)^2 [f^{(2k)}(x) - Z_n^2 f^{(2k)}(x)].
\end{aligned}$$

В итоге от стартового представления (29) приходим к следующему рабочему представлению:

$$\begin{aligned}
& f(x) - M_N f(x) = \text{главная часть} + \\
& + (-1)^k \mu_{N+1}^{(N)} \frac{f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)}{(N+1)^{2k}} + (-1)^k \frac{d_{2k}(N)}{(N+1)^{2k}} [f^{(2k)}(x) - \sigma_N f^{(2k)}(x)] -
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -(-1)^k \frac{2[d_{2k}(N) - d_{2k+1}(N)] \sum_{n=0}^{N-2} \frac{(n+1)^2}{(2n+1)(2n+3)} [f^{(2k)}(x) - Z_n^2 f^{(2k)}(x)] - \\
& -(-1)^k \frac{N^2}{2N-1} \frac{d_{2k}(N)}{(N+1)^{2k+1}} [f^{(2k)}(x) - Z_{N-1}^2 f^{(2k)}(x)] - \\
& -(-1)^k \frac{(N+1)^2}{2N+3} [f^{(2k)}(x) - Z_N^2 f^{(2k)}(x)] \sum_{v=0}^{2k-1} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \left[\frac{1}{(N+1)^{2k-v}} - \frac{1}{(N+2)^{2k-v}} \right] + \\
& +(-1)^k \frac{N^2}{2N-1} [f^{(2k)}(x) - Z_{N-1}^2 f^{(2k)}(x)] \sum_{v=2k+1}^{\infty} \frac{N^{v-2k} - (N-1)^{v-2k}}{(N+1)^v} d_v(N) + \\
& +(-1)^k \sum_{v=0}^{2k-1} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \sum_{n=N+1}^{\infty} \left\{ \left[\frac{1}{n^{2k-v}} - \frac{1}{(n+1)^{2k-v}} \right] \frac{1}{2n+1} - \left[\frac{1}{(n+1)^{2k-v}} - \frac{1}{(n+2)^{2k-v}} \right] \frac{1}{2n+3} \right\} \times \\
& \quad \times (n+1)^2 [f^{(2k)}(x) - Z_n^2 f^{(2k)}(x)] - \\
& -(-1)^k \sum_{v=2k+3}^{\infty} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \sum_{n=0}^{N-2} \left[\frac{(n+2)^{v-2k} - (n+1)^{v-2k}}{2n+3} - \frac{(n+1)^{v-2k} - n^{v-2k}}{2n+1} \right] \times \\
& \quad \times (n+1)^2 [f^{(2k)}(x) - Z_n^2 f^{(2k)}(x)] - \\
& -(-1)^k \frac{f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)}{(N+1)^{2k+1}} d_{2k}(N) + \\
& +(-1)^k \frac{f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)}{(N+1)^{2k}} \sum_{v=2k+1}^{\infty} \left[1 - \left(\frac{N}{N+1} \right)^{v-2k} \right] d_v(N). \tag{41}
\end{aligned}$$

В правой части рабочего представления (41) насчитывается двенадцать компонент с учётом того, что в главной части две компоненты.

Шаг 7. Согласно предположению приближаемая 2π -периодическая функция $f(x)$ имеет непрерывную производную $2k$ -го порядка $f^{(2k)}(x)$, удовлетворяющую условию (12). Тогда отклонение производной $f^{(2k)}(x)$ от средних Зигмунда второго порядка $Z_N^2 f^{(2k)}(x)$ её тригонометрического ряда Фурье [66]

$$\max_{-\pi \leq x \leq \pi} |f^{(2k)}(x) - Z_N^2 f^{(2k)}(x)| = O\left(\frac{1}{N}\right), \quad N \rightarrow \infty. \tag{42}$$

В силу замечания 1.3 оценка (15) является частным случаем (42).

Из (42) с учётом предположения о методе суммирования (11) для шестой компоненты правой части рабочего представления (41) имеем

$$\max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| \frac{N^2}{2N-1} \frac{d_{2k}(N)}{(N+1)^{2k+1}} [f^{(2k)}(x) - Z_{N-1}^2 f^{(2k)}(x)] \right| = O\left(\frac{1}{N^{2k+1}}\right), \quad N \rightarrow \infty. \tag{43}$$

Чтобы не увеличивать ниже длину строк для вспомогательных неравенств (44), (47), (51), (55), (61), мы не указываем значения параметров, при которых они справедливы. Значения параметров ясны из оценок (46), (49), (53), (57), (62) компонент правой части рабочего представления (41), для получения которых эти вспомогательные неравенства используются.

На основании теоремы о монотонной зависимости интеграла от подынтегральной функции получаем

$$0 < \frac{1}{(N+1)^{2k-v}} - \frac{1}{(N+2)^{2k-v}} = (2k-v) \int_{N+1}^{N+2} \frac{dt}{t^{2k-v+1}} \leq (2k-v) \int_{N+1}^{N+2} \frac{dt}{(N+1)^{2k-v+1}} = \frac{2k-v}{(N+1)^{2k-v+1}}. \tag{44}$$

В силу (44) для суммы в седьмой компоненте правой части рабочего представления (41) имеем

$$\begin{aligned} & \left| \sum_{v=0}^{2k-1} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \left[\frac{1}{(N+1)^{2k-v}} - \frac{1}{(N+2)^{2k-v}} \right] \right| \stackrel{(44)}{\leq} \sum_{v=0}^{2k-1} \frac{|d_v(N)|}{(N+1)^v} \frac{2k-v}{(N+1)^{2k-v+1}} \leq \\ & \leq \frac{2k}{(N+1)^{2k+1}} \sum_{v=0}^{2k-1} |d_v(N)| \leq \frac{2k}{(N+1)^{2k+1}} \left(1 + \sum_{v=1}^{2k-1} v |d_v(N)| \right) \stackrel{(11)}{\leq} \frac{2k(1+c_1)}{(N+1)^{2k+1}}. \end{aligned} \quad (45)$$

Из (42) и (45) для седьмой компоненты правой части рабочего представления (41) получаем

$$\begin{aligned} & \max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| \frac{(N+1)^2}{2N+3} [f^{(2k)}(x) - Z_N^2 f^{(2k)}(x)] \sum_{v=0}^{2k-1} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \left[\frac{1}{(N+1)^{2k-v}} - \frac{1}{(N+2)^{2k-v}} \right] \right| = \\ & = O\left(\frac{1}{N^{2k+1}}\right), \quad N \rightarrow \infty. \end{aligned} \quad (46)$$

Аналогично предыдущему из вспомогательного неравенства

$$\begin{aligned} 0 < N^{v-2k} - (N-1)^{v-2k} &= (v-2k) \int_{N-1}^N t^{v-2k-1} dt \leq \\ & \leq (v-2k) \int_{N-1}^N N^{v-2k-1} dt = (v-2k) N^{v-2k-1} \end{aligned} \quad (47)$$

для ряда в восьмой компоненте правой части рабочего представления (41) имеем

$$\begin{aligned} & \left| \sum_{v=2k+1}^{\infty} \frac{N^{v-2k} - (N-1)^{v-2k}}{(N+1)^v} d_v(N) \right| \stackrel{(47)}{\leq} \sum_{v=2k+1}^{\infty} \frac{(v-2k) N^{v-2k-1}}{(N+1)^v} |d_v(N)| = \\ & = \frac{1}{N^{2k+1}} \sum_{v=2k+1}^{\infty} (v-2k) \left(\frac{N}{N+1}\right)^v |d_v(N)| \leq \frac{1}{N^{2k+1}} \sum_{v=2k+1}^{\infty} v |d_v(N)| \stackrel{(11)}{\leq} \frac{c_1}{N^{2k+1}}. \end{aligned} \quad (48)$$

Тогда из (42) и (48) для восьмой компоненты правой части рабочего представления (41) получаем

$$\max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| \frac{N^2}{2N-1} [f^{(2k)}(x) - Z_{N-1}^2 f^{(2k)}(x)] \sum_{v=2k+1}^{\infty} \frac{N^{v-2k} - (N-1)^{v-2k}}{(N+1)^v} d_v(N) \right| = O\left(\frac{1}{N^{2k+1}}\right) \quad (49)$$

при $N \rightarrow \infty$.

Шаг 8. Так как производная

$$\begin{aligned} & \left\{ \left[\frac{1}{t^{2k-v}} - \frac{1}{(t+1)^{2k-v}} \right] \frac{1}{2t+1} \right\}' = \\ & = - \left[\frac{1}{t^{2k-v+1}} - \frac{1}{(t+1)^{2k-v+1}} \right] \frac{2k-v}{2t+1} - \left[\frac{1}{t^{2k-v}} - \frac{1}{(t+1)^{2k-v}} \right] \frac{2}{(2t+1)^2} < 0, \end{aligned}$$

то для её модуля с учётом неравенства (44) имеем

$$\begin{aligned} & \left| \left\{ \left[\frac{1}{t^{2k-v}} - \frac{1}{(t+1)^{2k-v}} \right] \frac{1}{2t+1} \right\}' \right| \stackrel{(44)}{\leq} \frac{2k-v+1}{t^{2k-v+2}} \frac{2k-v}{2t+1} + \frac{2k-v}{t^{2k-v+1}} \frac{2}{(2t+1)^2} \leq \\ & \leq \frac{2k-v+1}{t^{2k-v+2}} \frac{2k-v}{2t} + \frac{2k-v}{t^{2k-v+1}} \frac{1}{2t^2} = \frac{(2k-v)(2k-v+2)}{2t^{2k-v+3}}. \end{aligned} \quad (50)$$

С помощью (50) и теоремы о монотонной зависимости интеграла от подынтегральной функции получаем

$$\begin{aligned}
0 &< \left[\frac{1}{n^{2k-v}} - \frac{1}{(n+1)^{2k-v}} \right] \frac{1}{2n+1} - \left[\frac{1}{(n+1)^{2k-v}} - \frac{1}{(n+2)^{2k-v}} \right] \frac{1}{2n+3} = \\
&= \int_{n+1}^n \left\{ \left[\frac{1}{t^{2k-v}} - \frac{1}{(t+1)^{2k-v}} \right] \frac{1}{2t+1} \right\}' dt \stackrel{(50)}{\leq} \int_n^{n+1} \frac{(2k-v)(2k-v+2)}{2t^{2k-v+3}} dt \leq \\
&\leq \int_n^{n+1} \frac{(2k-v)(2k-v+2)}{2n^{2k-v+3}} dt = \frac{(2k-v)(2k-v+2)}{2n^{2k-v+3}}. \tag{51}
\end{aligned}$$

Из (42) и (51) для ряда в девятой компоненте правой части рабочего представления (41) имеем

$$\begin{aligned}
\max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| \sum_{n=N+1}^{\infty} \{ \dots \} (n+1)^2 [f^{(2k)}(x) - Z_n^2 f^{(2k)}(x)] \right| &\leq \\
&\leq \sum_{n=N+1}^{\infty} \frac{(2k-v)(2k-v+2)}{2n^{2k-v+3}} (n+1)^2 \cdot O\left(\frac{1}{n}\right) = \\
&= (2k-v)(2k-v+2) O(1) \int_N^{\infty} \frac{dt}{t^{2k-v+2}} = (2k-v+2) \frac{O(1)}{N^{2k-v+1}}. \tag{52}
\end{aligned}$$

В силу (52) для девятой компоненты правой части рабочего представления (41) аналогично (45) получаем

$$\begin{aligned}
\max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| \sum_{v=0}^{2k-1} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \sum_{n=N+1}^{\infty} \dots \right| &\stackrel{(52)}{\leq} \sum_{v=0}^{2k-1} \frac{|d_v(N)|}{(N+1)^v} (2k-v+2) \frac{O(1)}{N^{2k-v+1}} = \\
&= \frac{O(1)}{N^{2k+1}} \sum_{v=0}^{2k-1} (2k-v+2) \left(\frac{N}{N+1}\right)^v |d_v(N)| = O\left(\frac{1}{N^{2k+1}}\right), \quad N \rightarrow \infty. \tag{53}
\end{aligned}$$

Аналогично предыдущему для производной

$$\begin{aligned}
&\left[\frac{(t+1)^{v-2k} - t^{v-2k}}{2t+1} \right]' = \\
&= \frac{(v-2k) \left[(t+1)^{v-2k-1} - t^{v-2k-1} \right] (2t+1) - 2 \left[(t+1)^{v-2k} - t^{v-2k} \right]}{(2t+1)^2}
\end{aligned}$$

с помощью неравенства (47) имеем следующую оценку её модуля:

$$\begin{aligned}
&\left| \left[\frac{(t+1)^{v-2k} - t^{v-2k}}{2t+1} \right]' \right| \stackrel{(47)}{\leq} \\
&\stackrel{(47)}{\leq} \frac{(v-2k)(v-2k-1)(t+1)^{v-2k-2} (2t+1) + 2(v-2k)(t+1)^{v-2k-1}}{(2t+1)^2} \leq \\
&\leq \frac{(v-2k) \left[(v-2k-1)(t+1)^{v-2k-2} (2t+2) + 2(t+1)^{v-2k-1} \right]}{(2t+1)^2} = \frac{2(v-2k)^2 (t+1)^{v-2k-1}}{(2t+1)^2}. \tag{54}
\end{aligned}$$

Оценка (54) и теорема о монотонной зависимости интеграла от подынтегральной функции влекут

$$\begin{aligned}
 & \left| \frac{(n+2)^{v-2k} - (n+1)^{v-2k}}{2n+3} - \frac{(n+1)^{v-2k} - n^{v-2k}}{2n+1} \right| = \\
 & = \left| \int_n^{n+1} \left[\frac{(t+1)^{v-2k} - t^{v-2k}}{2t+1} \right]' dt \right| \stackrel{(54)}{\leq} \int_n^{n+1} \frac{2(v-2k)^2 (t+1)^{v-2k-1}}{(2t+1)^2} dt \leq \\
 & \leq \int_n^{n+1} \frac{2(v-2k)^2 (n+2)^{v-2k-1}}{(2n+1)^2} dt = \frac{2(v-2k)^2 (n+2)^{v-2k-1}}{(2n+1)^2}. \tag{55}
 \end{aligned}$$

Для суммы в десятой компоненте правой части рабочего представления (41) с помощью неравенств (42) и (55) получаем

$$\begin{aligned}
 & \max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| \sum_{n=0}^{N-2} [\dots] (n+1)^2 [f^{(2k)}(x) - Z_n^2 f^{(2k)}(x)] \right| \leq \\
 & \leq \sum_{n=0}^{N-2} \frac{2(v-2k)^2 (n+2)^{v-2k-1}}{(2n+1)^2} (n+1)^2 \frac{c_3(f^{(2k)})}{n+2} \leq 2(v-2k)^2 c_3(f^{(2k)}) \sum_{n=0}^{N-2} (n+2)^{v-2k-2} \leq \\
 & \leq 2(v-2k)^2 c_3(f^{(2k)}) \int_0^{N-1} (t+2)^{v-2k-2} dt \leq 2 \left(1 + \frac{1}{v-2k-1} \right) (v-2k) c_3(f^{(2k)}) (N+1)^{v-2k-1} \leq \\
 & \leq 4(v-2k) c_3(f^{(2k)}) (N+1)^{v-2k-1}. \tag{56}
 \end{aligned}$$

Тогда для десятой компоненты правой части рабочего представления (41) в силу (56) имеем

$$\begin{aligned}
 & \max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| \sum_{v=2k+3}^{\infty} \frac{d_v(N)}{(N+1)^v} \sum_{n=0}^{N-2} \dots \right| \stackrel{(56)}{\leq} \sum_{v=2k+3}^{\infty} \frac{|d_v(N)|}{(N+1)^v} 4(v-2k) c_3(f^{(2k)}) (N+1)^{v-2k-1} \leq \\
 & \leq \frac{4c_3(f^{(2k)})}{(N+1)^{2k+1}} \sum_{v=1}^{\infty} v |d_v(N)| \stackrel{(11)}{\leq} \frac{4c_1 c_3(f^{(2k)})}{(N+1)^{2k+1}}. \tag{57}
 \end{aligned}$$

Шаг 9. Как установил А. Лебег [67], от непрерывной 2π -периодической функции $f^{(2k)}(x)$ частичные суммы $s_N f^{(2k)}(x)$ её тригонометрического ряда Фурье отклоняются не более чем в $O(\ln N)$ раз хуже по сравнению с наилучшим приближением функции $f^{(2k)}(x)$ тригонометрическими полиномами степени не выше N :

$$\max_{-\pi \leq x \leq \pi} |f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)| \leq O(\ln N) \cdot \inf_{\gamma_n \in C} \max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| f^{(2k)}(x) - \sum_{n=-N}^N \gamma_n e^{inx} \right|. \tag{58}$$

В (58) $O(\ln N)$ есть оценка констант Лебега тригонометрической системы [68]. Укажем, что соответствующие функции Лебега находят применение в теории ортогональных рядов [69] и в теории рядов Фабера [70]. Из неравенства Лебега (58), очевидного неравенства

$$\inf_{\gamma_n \in C} \max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| f^{(2k)}(x) - \sum_{n=-N}^N \gamma_n e^{inx} \right| \leq \max_{-\pi \leq x \leq \pi} |f^{(2k)}(x) - Z_N^2 f^{(2k)}(x)|$$

и оценки (42) следует, что когда приближаемая 2π -периодическая функция $f(x)$ имеет непрерывную производную $2k$ -го порядка $f^{(2k)}(x)$, удовлетворяющую условию (12), то

$$\max_{-\pi \leq x \leq \pi} |f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)| = O\left(\frac{\ln N}{N}\right), \quad N \rightarrow \infty. \tag{59}$$

Из (59) с учётом предположения о методе суммирования (11) для предпоследней одиннадцатой компоненты правой части рабочего представления (41) получаем

$$\max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| \frac{f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)}{(N+1)^{2k+1}} d_{2k}(N) \right| = O\left(\frac{\ln N}{N^{2k+2}}\right), \quad N \rightarrow \infty. \quad (60)$$

Как известно, методом математической индукции доказывается неравенство Я. Бернулли

$$\forall n \in \mathbb{Z}_+ \quad \forall x > -1 \quad (1+x)^n \geq 1+nx.$$

С его помощью имеем вспомогательное неравенство

$$1 - \left(\frac{N}{N+1}\right)^{v-2k} = 1 - \left(1 - \frac{1}{N+1}\right)^{v-2k} \leq 1 - \left(1 - \frac{v-2k}{N+1}\right) = \frac{v-2k}{N+1}. \quad (61)$$

Тогда для последней двенадцатой компоненты правой части рабочего представления (41) в силу неравенств (59) и (61) получаем

$$\begin{aligned} \max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| \frac{f^{(2k)}(x) - s_N f^{(2k)}(x)}{(N+1)^{2k}} \sum_{v=2k+1}^{\infty} \left[1 - \left(\frac{N}{N+1}\right)^{v-2k}\right] d_v(N) \right| &\leq \\ &\leq \frac{c_4(f^{(2k)}) \ln(N+2)}{(N+1)^{2k+1}} \sum_{v=2k+1}^{\infty} \frac{v-2k}{N+1} |d_v(N)| \leq \\ &\leq \frac{c_4(f^{(2k)}) \ln(N+2)}{(N+1)^{2k+2}} \sum_{v=1}^{\infty} v |d_v(N)| \stackrel{(11)}{\leq} \frac{c_1 c_4(f^{(2k)}) \ln(N+2)}{(N+1)^{2k+2}}. \end{aligned} \quad (62)$$

Просуммируем равномерные на действительной прямой R оценки (43), (46), (49), (53), (57), (60) и (62):

$$5 \cdot O\left(\frac{1}{N^{2k+1}}\right) + 2 \cdot O\left(\frac{\ln N}{N^{2k+2}}\right) = O\left(\frac{1}{N^{2k+1}}\right), \quad N \rightarrow \infty. \quad (63)$$

В асимптотической формуле С. Н. Бернштейна (3) предполагается, что приближаемая функция $f \in \mathbf{C}(T)$, а оценка (63) получена в предположении, что производная $2k$ -го порядка $f^{(2k)} \in \mathbf{C}(T)$ и, кроме того, удовлетворяет условию (12). На последнее обстоятельство было указано нами выше в конце замечания 1.4 к основному результату.

Шаг 10. Приближаемой функции f производная $2k$ -го порядка $f^{(2k)} \in \mathbf{C}(T)$ имеет в точке x_0 конечные левостороннюю $f^{(2k+1)}(x_0-0)$ и правостороннюю $f^{(2k+1)}(x_0+0)$ производные $(2k+1)$ -го порядка. Согласно асимптотической формуле С. Н. Бернштейна (3)

$$f^{(2k)}(x_0) - \sigma_N f^{(2k)}(x_0) = \frac{f^{(2k+1)}(x_0-0) - f^{(2k+1)}(x_0+0)}{\pi} \cdot \frac{\ln N}{N} + o\left(\frac{\ln N}{N}\right) \quad (64)$$

при $N \rightarrow \infty$. Тогда для четвёртой компоненты правой части рабочего представления (41) в точке x_0 в силу (64) имеем

$$\begin{aligned} &(-1)^k \frac{d_{2k}(N)}{(N+1)^{2k}} [f^{(2k)}(x_0) - \sigma_N f^{(2k)}(x_0)] = \\ &= (-1)^k d_{2k}(N) \frac{f^{(2k+1)}(x_0-0) - f^{(2k+1)}(x_0+0)}{\pi} \cdot \frac{\ln N}{N^{2k+1}} + o\left(\frac{\ln N}{N^{2k+1}}\right), \quad N \rightarrow \infty. \end{aligned} \quad (65)$$

Складывая глобальную оценку (63) с локальным результатом (65) получаем нашу асимптотическую формулу (13) с локальным остатком $o\left(\frac{\ln N}{N^{2k+1}}\right)$ при $N \rightarrow \infty$.

Доказательство основного результата закончено.

Ряды Фабера неоднократно упоминались выше. Классическими примерами рядов Фабера являются ряды Тейлора [71, с. 24] и ряды Фурье по системе многочленов Чебышёва первого рода [72].

Если при натуральном $r \in Z_1$ аналитическая в единичном круге $|z| < 1$ функции $g(z)$ имеет производную r -го порядка, которая удовлетворяет на замкнутом единичном круге $|z| \leq 1$ условию Липшица первого порядка

$$|g^{(r)}(z_1) - g^{(r)}(z_2)| \leq \sup_{|z| < 1} |g^{(r+1)}(z)| \cdot |z_1 - z_2|,$$

то, как показал С. Б. Стечкин [73, с. 466], на $|z| \leq 1$ справедлива асимптотическая формула

$$g(z) - \sum_{n=0}^N \left(1 - \frac{n}{N+1}\right) \cdot \frac{1}{2\pi i} \int_{|\tau|=1} \frac{g(\tau)}{\tau^{n+1}} d\tau \cdot z^n = \frac{z g'(z)}{N+1} + O\left(\frac{1}{N^{r+1}}\right), \quad N \rightarrow \infty. \quad (66)$$

В этом случае граничная функция $f(x) := g(e^{ix})$ имеет тригонометрический ряд Фурье степенного типа и, следовательно, тригонометрически сопряжённая функция $\tilde{f}(x) = -i[f(x) - f^{\wedge}(0)]$. Асимптотическая формула (66) была обобщена на другие матричные средние рядов Тейлора в представленной А. Н. Колмогоровым статье А. К. Покало [74, с. 751].

С помощью понятия производной Фабера [75] асимптотические формулы типа (66) распространены с $|z| \leq 1$ на ряды Фабера на замкнутых жордановых областях с усиленно гладкой (stark glatt) границей [76] и с границей ограниченного вращения (bounded rotation) [77]. Классы таких областей различны в том смысле, что каждый из классов содержит область, не входящую в другой класс. Иными словами, в существенном используется разный математический аппарат. В случае единичного круга производные r -го порядка Фабера и обычные выражаются одни через другие [78, с. 164].

Если функция $f(z)$ непрерывна на отрезке $-1 \leq z \leq 1$, то

$$f(z) \stackrel{\text{п. в.}}{=} \frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{f(\zeta)}{\sqrt{1-\zeta^2}} d\zeta + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{f(\zeta)}{\sqrt{1-\zeta^2}} \cos(n \arccos \zeta) d\zeta \cdot \cos(n \arccos z),$$

где символ « $\stackrel{\text{п. в.}}{=}$ » означает равенство почти всюду на отрезке $-1 \leq z \leq 1$. П. Л. Бутцер и Р. Л. Штэнс ввели понятие чебышёвски сопряжённой функции [79, с. 56]:

$$\overset{\langle \cdot \rangle}{f}(z) \stackrel{\text{п. в.}}{=} \lim_{r \rightarrow 1-0} \sum_{n=1}^{\infty} r^n \cdot \frac{2}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{f(\zeta)}{\sqrt{1-\zeta^2}} \cos(n \arccos \zeta) d\zeta \cdot \sin(n \arccos z).$$

Так как $\overset{\langle \cdot \rangle}{f}(\cos \theta) = [f(\cos \theta)]^{\sim}$, то при соответствующем предположении о $f^{(r)}(z)$ из асимптотической формулы М. Заманского [80, с. 169] имеем

$$\begin{aligned} f(z) - \left[\frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{f(\zeta)}{\sqrt{1-\zeta^2}} d\zeta + \sum_{n=1}^N \left(1 - \frac{n}{N+1}\right) \cdot \frac{2}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{f(\zeta)}{\sqrt{1-\zeta^2}} \cos(n \arccos \zeta) d\zeta \cdot \cos(n \arccos z) \right] = \\ = -\sqrt{1-z^2} \frac{\left(\overset{\langle \cdot \rangle}{f}\right)'(z)}{N+1} + O\left(\frac{1}{N^{r+1}}\right), \quad N \rightarrow \infty. \end{aligned}$$

Отсюда видна особая роль точек $z = -1$ и $z = 1$ в аппроксимации на отрезке $-1 \leq z \leq 1$ [81].

Заключение. Асимптотическую формулу Е. В. Вороновской (4) для отклонения функции $f \in C^2[0, 1]$ от её многочленов С. Н. Бернштейна $B_N f(x)$ обобщил сам С. Н. Бернштейн (5) на функции $f \in C^{2k}[0, 1]$, где $k = 1, 2, 3, \dots$. Аналогично в настоящей работе асимптотическая формула С. Н. Бернштейна (3) для отклонения функции $f \in C(T)$, которая имеет в точке x_0 конечные левостороннюю $f'(x_0 - 0)$ и правостороннюю $f'(x_0 + 0)$ производные, от средних Фейера (8) её тригонометрического ряда Фурье (1), обобщена нами (13) для отклонения функции $f \in C^{2k}(T) \wedge (12)$, которая имеет в точке x_0 конечные односторонние производные $(2k+1)$ -го порядка, от матричных средних (6) её тригонометрического ряда Фурье (1). Полученная нами асимптотическая формула (13) имеет в главной части производные чётного порядка приближаемой функции f и в случае нечётного порядка производные уже функции \tilde{f} , тригонометрически сопряжённой к функции f . В последнем заключается отличие главной части нашей асимптотической формулы (13) от главной части асимптотической формулы С. Н. Бернштейна (5). Само собой понятно, что в процессе доказательства (13) мы использовали результаты, которые первопроходцам в момент получения ими своих асимптотических формул не были известны. Напомним, что подобные исследования Ж. Дьёдонне относил к «жесткому» анализу (“hard” analysis). Внимание молодых математиков обратим на то, что понятие сопряжённой функции ввели: для ультрасферических рядов — Макенхоупт и Стейн [82, с. 24], для рядов Эрмита — Макенхоупт [83], для рядов Лагерра — Макенхоупт [84, с. 416], для рядов Уолша — Хант [85], для рядов Фурье по системе многочленов Чебышёва первого рода — уже упоминавшиеся выше П. Л. Бутцер и Р. Л. Штэнс [86, с. 56], И. Йо — для рядов Дирихле [87] и разложений Штурма—Лиувилля [88].

Список цитируемых источников

1. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении : в 2 т. М. : Мир, 1985. Т. 1. 264 с. ; Т. 2. 400 с.
2. Шварц Л. Анализ : в 2 т. М. : Мир, 1972. Т. 1. С. 711 ; Дзядык В. К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами. М. : Наука, 1977. С. 155 ; Корнейчук Н. П. Точные константы в теории приближения. М. : Наука, 1987. С. 38.
3. Натансон И. П. Конструктивная теория функций. М. ; Л. : ГИТТЛ, 1949. 688 с.
4. Там же. С. 206.
5. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 1.
6. Вороновская Е. В. Определение асимптотического вида приближения функций полиномами С. Н. Бернштейна // Докл. АН СССР. Сер. А. 1932. № 4. С. 79—85 ; Бернштейн С. Н. Добавление к статье Е. В. Вороновской «Определение асимптотического вида приближения функций полиномами С. Н. Бернштейна» // Собр. соч. / С. Н. Бернштейн. М. : Изд-во АН СССР, 1954. Т/2 : Конструктивная теория функций. С. 153.
7. Дзядык В. К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами. С. 317 ; Натансон И. П. Конструктивная теория функций. С. 246 ; Lorentz G. G. Bernstein Polynomials // Mathematical Expositions. Toronto : University of Toronto Press, 1953. № 8. Р. 22 ; Тиман А. Ф. Теория приближения функций действительного переменного. М. : ГИФМЛ, 1960. С. 593 ; DeVore R. A., Lorentz G. G. Constructive Approximation. Berlin [et. al.] : Springer, 1993. Р. 307.
8. Вороновская Е. В. Определение асимптотического вида приближения функций полиномами С. Н. Бернштейна // Докл. АН СССР. Сер. А. 1932. № 4. С. 79—85.
9. Бернштейн С. Н. Добавление к статье Е. В. Вороновской «Определение асимптотического вида приближения функций полиномами С. Н. Бернштейна» С. 155—158.
10. Там же.
11. Lorentz G. G. Bernstein Polynomials // Mathematical Expositions. Toronto : University of Toronto Press, 1953. № 8. Р. 23.
12. Натансон И. П. Конструктивная теория функций.
13. Покало А. К. Об одном классе линейных методов суммирования // Вес. АН Беларус. ССР. Сер. фіз.-тэхн. навук. 1962. № 1. С. 24—27.
14. Никольский С. М. О линейных методах суммирования рядов Фурье // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1948. Т. 12, № 3. С. 259—278.
15. Дзядык В. К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами. С. 281—282 ; Тиман А. Ф. Теория приближения функций действительного переменного. С. 485 ; Бари Н. К. Тригонометрические ряды. М. : ГИФМЛ, 1961. С. 475.
16. Покало А. К. Об одном классе линейных методов суммирования.
17. Бруй И. Н. О включении метода Фейера в одну совокупность методов суммирования числовых рядов // Техника и технологии: инновации и качество : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., 24—25 окт. 2013 г., г. Барановичи, Респ. Беларусь. Барановичи : РИО БарГУ, 2013. С. 41—56.
18. Кивинукк А.: 1) О порядке приближения периодических функций // Уч. зап. Тартус. гос. ун-та. 1972. Вып. 305. С. 239 ; 2) Теоремы сравнения методов суммирования разложений Фурье в пространстве Банаха // Уч. зап. Тартус. гос. ун-та. 1978. Вып. 448. С. 32.
19. Baskakov V. A. On the degree of approximation of smooth functions by linear saturated operators // East Journal on Approximations. 1995. Vol. 1, № 4. Р. 513—520.
20. Кибалко П. И. О приближении периодических функций двух переменных одним классом линейных методов суммирования двойных рядов Фурье // Вес. АН Беларус. ССР. Сер. фіз.-матэм. навук. 1977. № 1. С. 34—43.
21. Линейные методы суммирования рядов и интегралов Фурье : отчёт о НИР (заключ.) / МГПИ им. А. М. Горького ; рук. А. К. Покало ; исполн.: И. Н. Бруй [и др.]. Минск, 1980. 47 с. Библиогр.: с. 43—47. Инв. № 0282.7045881.
22. Семенчук Н. П. Обобщённый метод суммирования интегралов Фурье дифференцируемых функций // Вес. АН Беларус. ССР. Сер. фіз.-матэм. навук. 1977. № 1. С. 19—24.

23. Линейные методы суммирования рядов и интегралов Фурье : отчёт о НИР (заключ.) / МГПИ им. А. М. Горького ; рук. А. К. Покало ; исполн.: И. Н. Бруй [и др.]. Минск, 1980. С. 34—36 ; Об одном классе методов суммирования интегралов и сопряжённых интегралов Фурье : отчёт о НИР (заключ.) / БрГПИ им. А. С. Пушкина ; рук. Н. П. Семенчук. Брест, 1986. 14 с. Библиогр.: с. 14. Инв. № 0286.0074543.
24. Тиман А. Ф. Теория приближения функций действительного переменного. С. 168 ; Бари Н. К. Тригонометрические ряды. С. 518 ; Ахизер Н. И. Лекции по теории аппроксимации. М.: Наука, 1965. С. 170.
25. Бруй И. Н. Асимптотические формулы типа С. Н. Бернштейна // Наука. Образование. Технологии — 2009 : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., 10—11 сент. 2009 г., Барановичи, Респ. Беларусь. Барановичи : РИО БарГУ, 2009. Ч. 2. С. 28—30.
26. Харди Г. Расходящиеся ряды. М.: ИИЛ, 1951. С. 24, 62.
27. Бруй И. Н.: 1) О включении метода Фейера в одну совокупность методов суммирования числовых рядов. С. 42—43 ; 2) Оценка скорости суммируемости через скорость приближения частичными суммами и средними Зигмунда // Весн. Гродз. дзярж. ун-та імя Янкі Купалы. Сер. 2. 2014. № 3 (180). С. 17 ; 3) Памяти моего научного руководителя А. К. Покало: его идеи // Технологии, экономика и право: актуальные проблемы и инновации : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 20 нояб. 2014 г., г. Барановичи, Респ. Беларусь. Барановичи : РИО БарГУ, 2014. С. 18.
28. Харди Г. Расходящиеся ряды.
29. Бруй И. Н.: 1) Оценка скорости суммируемости через скорость приближения частичными суммами и средними Зигмунда. С. 19 ; 2) Памяти моего научного руководителя А. К. Покало: его идеи. С. 18.
30. Ахизер Н. И. Лекции по теории аппроксимации. С. 221 ; Зигмунд А. Тригонометрические ряды : в 2 т. М.: Мир, 1965. Т. 1. С. 82—83.
31. Пизо Ш., Заманский М. Курс математики: алгебра и анализ. М.: Наука, 1971. 656 с.
32. Zygmund A. The approximation of functions by typical means of their Fourier series // Duke Mathematical Journal. 1945. Vol. 12. P. 695—704.
33. Тиман А. Ф. Теория приближения функций действительного переменного.
34. Baskakov V. A. On the degree of approximation of smooth functions by linear saturated operators ; Баскаков В. А.: 1) Вокруг одной асимптотической формулы С. М. Никольского и аккуратные оценки приближений // Функцион. пространства, теория приближений, нелинейн. анализ : тез. докл. Междунар. конф., посвящ. 90-летию акад. С. М. Никольского, 27 апр. — 3 мая 1995 г., Москва. М., 1995. С. 36—38 ; 2) О насыщении высших порядков // Теория функций и приближений : тр. 7-й Саратов. зим. шк. 30 янв. — 4 февр. 1994 г. (памяти проф. А. А. Привалова). Саратов, 1995. Ч. 1. С. 41—50 ; 3) Асимптотика приближения индивидуальных функций обобщёнными операторами Фейера // Analysis Mathematica. 1997. Vol. 23. P. 189—204.
35. Zamansky M. Classes de saturation des procédés de sommation des séries de Fourier et applications aux séries trigonométriques // Annales scientifiques de l'École normale supérieure. 3 série. 1950. T. 67, № 2. P. 161—198.
36. Зигмунд А. Тригонометрические ряды. Т. 1. С. 202 ; Alexits G. On the order of approximation by the Cesàro means of Fourier series // Approximation theory : selected papers. Budapest : Akadémiai kiadó, 1983. P. 48 ; Никольский С. М. Приближение периодических функций тригонометрическими многочленами // Тр. Матем. ин-та АН СССР. 1945. Т. 15. С. 25 ; Zygmund A. On the degree of approximation of functions by Fejér means // Bull. Amer. Math. Soc. 1945. Vol. 51. P. 274 ; Zamansky M. Classes de saturation de certains procédés d'approximation des séries de Fourier des fonctions continues et applications à quelques problèmes d'approximation // Annales scientifiques de l'École normale supérieure. 3 série. 1949. T. 66, № 1. P. 35.
37. Бруй И. Н. Эффективные условия на метод суммирования тригонометрических рядов Фурье в задаче о насыщении // Наука и технологии: инновации и качество : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 24—25 нояб. 2011 г., г. Барановичи, Респ. Беларусь. Барановичи : РИО БарГУ, 2011. С. 117—123.
38. Натансон И. П. Конструктивная теория функций.
39. Кивинукк А. О порядке приближения периодических функций.
40. Натансон И. П. Конструктивная теория функций.
41. Покало А. К. Об одном классе линейных методов суммирования рядов Фурье дифференцируемых функций // Вес. АН Беларус. ССР. Сер. физ.-матем. наук. 1969. № 2. С. 43—50.
42. Натансон И. П.: 1) Конструктивная теория функций. С. 263 ; 2) Некоторые оценки, связанные с сингулярным интегралом Валье-Пуссена // Докл. АН СССР. 1944. Т. 45. С. 290—293 ; 3) О точности представления непрерывных периодических функций сингулярными интегралами // Докл. АН СССР. 1950. Т. 73, № 2. С. 275 ; Коровкин П. П. Линейные операторы и теория приближений. М.: ГИФМЛ, 1959. С. 131 ; Тиман А. Ф. Теория приближения функций действительного переменного. С. 593.
43. Покало А. К. Об одном классе линейных методов суммирования рядов Фурье дифференцируемых функций. С. 49 ; Баскаков В. А. Асимптотика приближения индивидуальных функций обобщёнными операторами Фейера. С. 200.
44. Коровкин П. П. Линейные операторы и теория приближений. С. 125.
45. Там же. С. 21—22.
46. Bruij I., Schmieder G. Best Approximation and Saturation on Domains Bounded by Curves of Bounded Rotation // Journal of Approximation Theory, 1999. Vol. 100, № 1. P. 157—182.
47. Турецкий А. X. О классах насыщения в пространстве C // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1961. Т. 25, № 3. С. 431, 433 ; Бруй И. Н. О классе насыщения метода Рисса суммирования рядов Фабера / И. Н. Бруй ; Ред. ж. «Изв. АН БССР. Сер. физ.-мат. н.». Минск, 1989. 60 с. Деп. в ВИНТИ АН СССР 16.08.1989. № 5514-B89. С. 21 // Вес. АН БССР. Сер. физ.-матем. наук. 1990. № 3. С. 115 ; Bruij I., Müller J. The concept of Faber derivative in saturation theory // Jean Journal on Approximation. 2011. Vol. 3, № 2. P. 234 ; Бруй И. Н. Оценка скорости суммируемости через скорость приближения частичными суммами и средними Зигмунда. С. 20—21.
48. Zamansky M. Classes de saturation des procédés de sommation des séries de Fourier et applications aux séries trigonométriques. P. 170 ; Турецкий А. X. О классах насыщения в пространстве C . С. 433—434.
49. Zygmund A. The approximation of functions by typical means of their Fourier series. P. 697 ; Тиман А. Ф. Теория приближения функций действительного переменного. С. 591.
50. Bruij I., Schmieder G. Best Approximation and Saturation on Domains Bounded by Curves of Bounded Rotation. P. 168—169.
51. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 1. С. 45 ; Бари Н. К. Тригонометрические ряды. С. 88 ; Ахизер Н. И. Лекции по теории аппроксимации. С. 105—106 ; Зигмунд А. Тригонометрические ряды. Т. 1. С. 72.
52. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 1. С. 45—46 ; Бари Н. К. Тригонометрические ряды. С. 92 ; Зигмунд А. Тригонометрические ряды. Т. 1. С. 101.
53. Kolmogoroff A. Zur Größenordnung des Restgliedes Fourierscher Reihen differenzierbarer Funktionen // Annals of Mathematics. 1935. Vol. 36, № 2. P. 521—526.
54. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 1.
55. Kolmogoroff A. Zur Größenordnung des Restgliedes Fourierscher Reihen differenzierbarer Funktionen.

56. Пинкевич В. Т. О порядке остаточного члена ряда Фурье функций, дифференцируемых в смысле Вейля // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1940. Т. 4, № 6. С. 521—528.
57. Никольский С. М. Приближение периодических функций тригонометрическими многочленами // Тр. Матем. ин-та АН СССР. 1945. Т. 15. С. 14, 23.
58. Стечкин С. Б. Оценка остатка ряда Тейлора для некоторых классов аналитических функций // Изв. АН СССР. Сер. матем. 1953. Т. 17, № 5. С. 461—472.
59. Покало А. К. Об одном классе линейных методов суммирования рядов Фурье дифференцируемых функций.
60. Butzer P. L., Pawelke S. Ableitungen von trigonometrischen Approximationsprozessen // Acta Sci. Math. (Szeged). 1967. Vol. 28. P. 181; Бруй И. Н. О классе насыщения метода Рисса суммирования рядов Фабера. С. 30.
61. Там же.
62. Бруй И. Н. Оценка скорости суммируемости через скорость приближения частичными суммами и средними Зигмунда С. 18; Бруй И. М. Пашырэнне тэарэмы Алексіча—Кралака на рэгулярныя метады сумавання // Вес. Беларус. дзярж. пед. ун-та. Сер. 3. 2004. № 1 (39). С. 21; Бруй И. Н. Регулярные методы суммирования тригонометрических рядов и классы дифференцируемых функций // Весн. Гродз. дзярж. ун-та імя Янкі Купалы. Сер. 2. 2004. № 2 (28). С. 39.
63. Bruij I., Schmieder G. Best Approximation and Saturation on Domains Bounded by Curves of Bounded Rotation.
64. Ibid. P. 170—171.
65. Покало А. К. Об одном классе линейных методов суммирования рядов Фурье дифференцируемых функций. С. 44.
66. Тиман М. Ф. О порядке приближения функции нормальными средними Зигмунда // Докл. АН СССР. 1968. Т. 181, № 1. С. 29; Gaier D. Approximation durch Fejér-Mittel in der Klasse A // Mitteilungen aus dem mathem. Seminar Giessen. 1977. № 123. S. 4; Жук В. В. Аппроксимация периодических функций. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. С. 236; Гайер Д. Лекции по теории аппроксимации в комплексной области. М.: Мир, 1986. С. 65.
67. Дзядык В. К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами. С. 116; Натансон И. П. Конструктивная теория функций. С. 193; Зигмунд А. Тригонометрические ряды. Т. 1. С. 198.
68. Дзядык В. К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами. С. 112; Корнейчук Н. П. Точные константы в теории приближения. С. 61; Бари Н. К. Тригонометрические ряды. М.: ГИФМЛ, 1961. С. 115; Зигмунд А. Тригонометрические ряды. Т. 1. С. 115.
69. Тюрнпу Х. О значении функции Лебега для сходимости и суммируемости функциональных рядов почти всюду // Ann. Univ. Sci. Budapest. Eötvös. Sect. Math. 1973. Т. 16. P. 125; Törnpü H. Lebesgue functions and summability of functional series with speed almost everywhere // Acta Comment. Univ. Tartuensis Math. 1996. Т. 1. P. 39—54.
70. Kövari T., Pommerenke Ch. On Faber polynomials and Faber expansions // Mathem. Zeitschr. 1967. Bd. 99, № 3. S. 199; Суетин П. К. Ряды по многочленам Фабера. М.: Наука, 1984. С. 235.
71. Бруй И. Н. Памяти моего научного руководителя А. К. Покало: его идеи.
72. Там же. С. 26—27.
73. Стечкин С. Б. Оценка остатка ряда Тейлора для некоторых классов аналитических функций.
74. Покало А. К. К вопросу о суммировании функций классов B^{ρ} // Докл. АН СССР. 1957. Т. 116, № 5. С. 750—753.
75. Бруй И. Н. Памяти моего научного руководителя А. К. Покало: его идеи. С. 25; Bruij I., Müller J. The concept of Faber derivative in saturation theory. P. 230.
76. Бруй И. Н.: 1) Памяти моего научного руководителя А. К. Покало: его идеи. С. 25; 2) Приближение одного класса регулярных функций обобщенными средними их рядов по полиномам Фабера // Вес. АН БССР. Сер. физ.-мат. навук. 1974. № 5. С. 46.
77. Бруй И. Н. Памяти моего научного руководителя А. К. Покало: его идеи. С. 25; Bruij I., Schmieder G. Best Approximation and Saturation on Domains Bounded by Curves of Bounded Rotation. P. 168.
78. Bruij I., Schmieder G. Best Approximation and Saturation on Domains Bounded by Curves of Bounded Rotation.
79. Butzer P. L., Stens R. L. The Operational Properties of the Chebyshev Transform. II. Fractional Derivatives // Теория приближения функций: Междунар. конф. по теории приближения функций, Калуга, 24—28 июля 1975 г.: тр. М.: Наука, 1977. С. 49—61.
80. Zamansky M. Classes de saturation des procédés de sommation des séries de Fourier et applications aux séries trigonométriques.
81. Дзядык В. К.: 1) Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами. С. 334; 2) О конструктивной теории функций на замкнутых множествах комплексной плоскости // Теория приближения функций: Междунар. конф. по теории приближения функций, Калуга, 24—28 июля 1975 г.: тр. М.: Наука, 1977. С. 158.
82. Muckenhoupt B., Stein E. M. Classical expansions and their relation to conjugate harmonic functions // Trans. Amer. Math. Soc. 1965. Vol. 118, № 6. P. 24.
83. Muckenhoupt B. Hermite conjugate expansions // Trans. Amer. Math. Soc. 1969. Vol. 139. P. 256; Joó I.: 1) Saturation theorems for Hermite—Fourier series // Acta Math. Hungar. 1991. Vol. 57, № 1—2. P. 170; 2) On Hermite—Fourier series // Period. Math. Hungar. 1992. Vol. 24, № 2. P. 112.
84. Muckenhoupt B. Conjugate functions for Laguerre expansions / B. Muckenhoupt // Trans. Amer. Math. Soc. 1970. Vol. 147. P. 403—418.
85. Hunt R. A. Developments related to the a. e. convergence of Fourier series // Studies in harmonic analysis: Proc. of the Conf., Chicago, 1974. Washington, DC: Mathematical Association of America, 1976. P. 29; Joó I. On some problems of M. Horváth (saturation theorems for Walsh—Fourier expansions) // Ann. Univ. Sci. Budapest. Eötvös Sect. Math. 1988. Т. 31. P. 248.
86. Butzer P. L., Stens R. L. The Operational Properties of the Chebyshev Transform. II. Fractional Derivatives. P. 56.
87. Joó I. On the conjugate function of Dirichlet series // Ann. Univ. Sci. Budapest. Eötvös Sect. Math. 1992. Т. 35. P. 59—67.
88. Joó I. On some notions of harmonic analysis for Sturm—Liouville expansions // Ann. Univ. Sci. Budapest. Eötvös Sect. Math. 1992. Т. 35. P. 77—98.

СРЕДНИЕ ФЕЙЕРА В ТЕОРИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ

Указаны условия, при которых тригонометрический ряд является рядом Фурье функции ограниченной или исчезающей средней осцилляции.

We give conditions for a trigonometric series to be the Fourier series of a function of bounded or vanishing mean oscillation.

Введение. Используем обозначения двухтомной монографии Р. Эдвардса [1]. Отличия: символ « := » означает, что правой части присвоено обозначение слева, аналогичный смысл имеет символ « =: ». Символ « ≡ » означает тождественное равенство.

Для двустороннего числового ряда

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n \quad (1)$$

через

$$s_N := \sum_{n=-N}^N a_n \quad (2)$$

обозначим N -ю симметричную частичную сумму этого ряда, где $N \in \mathbb{Z}_+ := \{0, 1, 2, \dots\}$. Если существует конечный предел s последовательности $(s_N)_{N=0}^{\infty}$, то двусторонний числовой ряд (1) называют сходящимся, число s называют суммой в смысле главного значения двустороннего числового ряда (1) и пишут $P.V. \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n = s$. Обозначение “P.V.” от английских слов “principal value”, которые переводятся как «главное значение». Если последовательность симметричных частичных сумм $(s_N)_{N=0}^{\infty}$ не имеет конечного предела, то говорят, что двусторонний числовой ряд (1) расходится.

Например, для ряда Эйлера $\sum_{n=-\infty}^{\infty} (-1)^n$ все $(N \in \mathbb{Z}_+)$ симметричные частичные суммы (2) с чётными номерами $s_{2N} = 1$, а с нечётными номерами $s_{2N+1} = -1$. Последовательность $(s_N) \equiv ((-1)^N)_{N=0}^{\infty}$ ограничено колеблется, её предел s не существует, и, следовательно, ряд Эйлера расходится.

Если последовательность симметричных частичных сумм (2) двустороннего вещественного ряда (1) имеет предел s (конечный, или $-\infty$, или ∞), то согласно О. Коши (1821 г.) последовательность средних арифметических

$$\forall N \in \mathbb{Z}_+ \quad \sigma_N := \frac{s_0 + s_1 + s_2 + \dots + s_N}{N+1} \quad (3)$$

сходится к тому же самому пределу s [2, с. 103]:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} s_N = s \in \bar{\mathbb{R}} := \{-\infty\} \cup \mathbb{R} \cup \{\infty\} \Rightarrow \lim_{N \rightarrow \infty} \sigma_N = s. \quad (4)$$

В случае расходящегося ряда Эйлера $\sum_{n=-\infty}^{\infty} (-1)^n$ средние арифметические (3) с чётными номерами $\sigma_{2N} = \frac{1}{2N+1}$, а с нечётными номерами $\sigma_{2N+1} = 0$. Следовательно, предел последовательности $(\sigma_N)_{N=0}^{\infty}$ существует и равен нулю: $\lim_{N \rightarrow \infty} \sigma_N = 0$. На этом примере ряда Эйлера видно, что обращение импликации Коши (4) не имеет места.

Итак, средние (3) ограниченно расходящегося ряда Эйлера сходятся к нулю, который принимают за его неклассическую сумму и пишут $P.V.(C,1) - \sum_{n=-\infty}^{\infty} (-1)^n = 0$. Исторически символ «(C,1)» ассоциируется с суммой Чезаро (Cesàro) первого порядка.

Теории суммируемости расходящихся числовых рядов на русском языке посвящены монографии Г. Харди [3], Р. Кука [4] и С. А. Барона [5].

Функция $f \in L^1(T)$ порождает, во-первых, двустороннюю числовую последовательность её тригонометрических коэффициентов Фурье и, во-вторых, двусторонний функциональный

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} f^{\wedge}(n) e^{inx} \quad (5)$$

её тригонометрический ряд Фурье.

Дюбуа-Реймон (1873 г.) явно построил на вещественной прямой R непрерывную и периодическую с периодом 2π функцию f_1 , для которой последовательность симметричных частичных сумм

$$\forall N \in Z_+ \quad s_N f_1(0) := \sum_{n=-N}^N f_1^{\wedge}(n) e^{in0}$$

не ограничена (и тем более не сходится):

$$\exists f_1 \in C(T) \quad \sup_{N \in Z_+} |s_N f_1(0)| = \infty. \quad (6)$$

В 1900 г. в докладах Парижской академии наук было опубликовано исследование Л. Фейера, согласно которому средние

$$\forall N \in Z_+ \quad \sigma_N f(x) := \frac{1}{N+1} \sum_{n=0}^N s_n f(x) = \sum_{n=-N}^N \left(1 - \frac{|n|}{N+1}\right) f^{\wedge}(n) e^{inx} \quad (7)$$

тригонометрического ряда Фурье (5) любой непрерывной и 2π -периодической функции f равномерно сходятся на R к ней:

$$\forall f \in C(T) \quad \lim_{N \rightarrow \infty} \max_{-\pi \leq x \leq \pi} |f(x) - \sigma_N f(x)| = 0. \quad (8)$$

На современников исследование Фейера [6] и его развёрнутая версия [7] произвели большое впечатление. Им были известны импликация Коши (4) и пример Дюбуа-Реймона (6). Поэтому результат Фейера (8) открывал существенно новое в поведении тригонометрических рядов Фурье (5) и порождал новые теории суммируемости рядов Фурье по тригонометрической и ортогональным системам функций в вещественной и комплексной областях. До Второй мировой войны это признавали G. H. Hardy (Encyclopaedia Britannica, 1922), A. Rajchman, A. Zygmund (Mathematische Zeitschrift. 1926. Band 24. S. 47—104). На послевоенные оценки повлиял следующий биографический факт. Когда Германия внезапно за одну ночь оккупировала территорию своего верного боевого союзника, математик G. Alexits был депортирован в Dachau, а его коллега L. Fejér — нет, хотя и был уволен из Будапештского университета как расово чуждый, и приветствовал Красную Армию.

Сейчас доминирует название средние Фейера над названиями: средние арифметические первых симметричных частичных сумм, средние Чезаро первого порядка, средние Гёльдера (Hölder) первого порядка.

Настоящую работу мотивирует тригонометрический ряд [8]

$$\left(\sum_{n=-\infty}^{-2} + \sum_{n=2}^{\infty} \right) \frac{\operatorname{sgn} n}{\ln |n|} e^{inx},$$

который, во-первых, сходится в каждой точке x вещественной прямой R и, во-вторых, не является рядом Фурье—Лебега ни своей суммы, ни другой функции, т. е. не существует функции $f \in L^1(T)$

такой, что $\forall n \in Z \setminus \{-1, 0, 1\} \quad \frac{\operatorname{sgn} n}{\ln |n|} = f^{\wedge}(n)$.

В данной работе мы отвечаем на вопрос «Когда тригонометрический ряд

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{inx} \quad (9)$$

является рядом Фурье (5) функции f из определённого пространства?» в терминах средних Фейера ряда (9).

Средние Фейера для классических пространств функций

$$C(T) \subset L^\infty(T) \subset \bigcap_{1 < p < \infty} L^p(T) \subset L^1(T). \quad (10)$$

По теореме Рисса—Фишера [9], для того чтобы тригонометрический ряд (9) являлся рядом Фурье (5) некоторой функции f из пространства Гильберта $L^2(T)$, т. е. чтобы $\exists f \in L^2(T) \forall n \in Z c_n = f^\wedge(n)$, необходимо и достаточно, чтобы ряд из квадратов модулей его коэффициентов

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} |c_n|^2$$

сходился, т. е. последовательность $\left(\sum_{n=-N}^N |c_n|^2 \right)_{N=0}^\infty$ была ограниченной. Кратко эту фундаментальную теорему записывают так:

$$(9) \in L^2(T) \Leftrightarrow (c_n)_{n=-\infty}^\infty \in l^2(Z). \quad (11)$$

Равенство Парсеваля для тригонометрических полиномов [10, с. 21]

$$\forall N \in Z_+ \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \left| \sum_{n=-N}^N \left(1 - \frac{|n|}{N+1}\right) c_n e^{inx} \right|^2 dx = \sum_{n=-N}^N \left(1 - \frac{|n|}{N+1}\right)^2 |c_n|^2$$

подсказывает, что теорема Рисса—Фишера (11) может быть записана в виде [11, с. 19]

$$(9) \in L^2(T) \Leftrightarrow \sup_{N \in Z_+} \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \left| \sum_{n=-N}^N \left(1 - \frac{|n|}{N+1}\right) c_n e^{inx} \right|^2 dx < \infty,$$

который уже допускает обобщение с показателя $p = 2$ на показатели $1 < p \leq \infty$.

Согласно теореме У. и Дж. Юнгов [12]

$$\forall p \in (1, \infty) (9) \in L^p(T) \Leftrightarrow \sup_{N \in Z_+} \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \left| \sum_{n=-N}^N \left(1 - \frac{|n|}{N+1}\right) c_n e^{inx} \right|^p dx < \infty. \quad (12)$$

Если функция $f \in L^1(T)$, то по теореме Римана—Лебега [13] её тригонометрические коэффициенты Фурье стремятся к нулю с возрастанием модуля их номера. Поэтому тригонометрический ряд

$\sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{inx}$ заведомо не является рядом Фурье функции из пространства $L^1(T)$, хотя нормы всех его средних Фейера в $L^1(T)$ равны единице [14, с. 98—99]:

$$\forall N \in Z_+ \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \left| \sum_{n=-N}^N \left(1 - \frac{|n|}{N+1}\right) e^{inx} \right| dx = \frac{1}{2\pi(N+1)} \int_{-\pi}^{\pi} \left\{ \frac{\sin \left[(N+1) \frac{x}{2} \right]}{\sin \frac{x}{2}} \right\}^2 dx = 1.$$

Итак, ограниченность средних Фейера тригонометрического ряда (9) в пространстве $L^1(T)$ не влечёт, что ряд (9) является рядом Фурье—Лебега (5).

Т а б л и ц а 1 — Таблица истинности импликации

Посылка A	Заключение B	Импликация $A \Rightarrow B$
Истина	Истина	Истина
Истина	Ложь	Ложь
Ложь	Истина	Истина
Ложь	Ложь	Истина

Таким образом, утверждение «(A): ограниченность средних Фейера тригонометрического ряда (9) в пространстве X влечёт, что (9) является рядом Фурье (5) функции из X » в общем случае является ложным.

В связи с предыдущим напоминаем таблицу истинности импликации $A \Rightarrow B$ (читается: A влечёт B ; B следует из A ; если A , то B ; A достаточно для B ; B необходимо для A) (таблица 1).

Иными словами, по законам логики из истины можно вывести только истину, из истины вывести ложь нельзя, а из лжи можно вывести как истину, так и ложь.

По теореме У. Юнга [15], для того чтобы тригонометрический ряд (9) являлся рядом Фурье (5) некоторой функции f из пространства $L^\infty(T)$, необходимо и достаточно, чтобы последовательность его средних Фейера была ограниченной в пространстве $C(T)$, т. е.

$$(9) \in L^\infty(T) \Leftrightarrow \sup_{N \in \mathbb{Z}_+} \max_{-\pi \leq x \leq \pi} \left| \sum_{n=-N}^N \left(1 - \frac{|n|}{N+1}\right) c_n e^{inx} \right| < \infty. \quad (13)$$

Относительно крайних пространств $L^1(T)$ и $C(T)$ шкалы (10) известны соответственно теорема Гросса—Штейнгауза [16, с. 168] и стартовая теорема Фейера (8) (последняя может быть приведена в нижеследующей редакции [17]): для того чтобы тригонометрический ряд (9) являлся рядом Фурье (5) некоторой функции f из пространства Штейнгауза $L^1(T)$ или функции $f \in C(T)$, необходимо и достаточно, чтобы последовательность его средних Фейера сходилась в соответствующем пространстве.

Каждая сходящаяся последовательность элементов метрического пространства ограничена в нём. На примере ограниченно колеблющейся последовательности $\left((-1)^N\right)_{N=0}^\infty$ видно, что обращение предыдущего утверждения в общем случае является ложным.

Если функция $f \in L^p(T)$, $1 \leq p < \infty$, то последовательность средних Фейера (7) её тригонометрического ряда Фурье (5) сходится в метрике пространства $L^p(T)$ к ней [18]. Сопоставление этого результата с теоремой У. и Дж. Юнгов (12) приводит к выводу, что в пространствах Ф. Рисса $L^p(T)$, где $1 < p < \infty$, ограниченность последовательности средних Фейера равносильна их сходимости. Интересно было бы выяснить, в каких функциональных пространствах ограниченность последовательности равносильна их сходимости.

Напомним, что пространство $L^\infty(T)$ не является сепарабельным [19, с. 232].

Средние Фейера для функций ограниченной средней осцилляции. В 1961 г. в своих исследованиях по теории дифференциальных уравнений в частных производных Джон (F. John) и Ниренберг (L. Nirenberg) ввели пространства **ВМО** функций ограниченной средней осцилляции (bounded mean oscillation).

По определению [20] вещественная функция $f \in L^1(T)$ принадлежит пространству **ВМО**(T), если конечна её *-полуорма

$$\|f\|_* := \sup_I \frac{1}{|I|} \int_I f(x) - \frac{1}{|I|} \int_I f(t) dt \, dx, \quad (14)$$

где верхняя грань берётся по всем отрезкам $I \subset \mathbb{R}$ и где $|I|$ есть длина отрезка I . Очевидно, что $\|\text{const}\|_* = 0$. Норма $\|f\|_{\text{ВМО}} := \|f\|_1 + \|f\|_*$. Когда функция $f \in L^\infty(T)$, то $\|f\|_* \leq 2\|f\|_\infty$.

Хотя $\forall f \in L^\infty(T) \lim_{p \rightarrow \infty} \|f\|_p = \|f\|_\infty$ [21, с. 14], между вещественным пространством $L^\infty(T)$ и вещественными пространствами Ф. Рисса $\bigcap_{1 < p < \infty} L^p(T)$ имеется зазор, в котором находится

пространство $\mathbf{BMO}(T)$: $\mathbf{L}^\infty(T) \subsetneq \mathbf{BMO}(T) \subsetneq \bigcap_{1 < p < \infty} \mathbf{L}^p(T)$. Неограниченная 2π -периодическая функция

$$f_2(x) := \begin{cases} |\ln|x||, & \text{когда } x \in [-\pi, 0) \cup (0, \pi], \\ 0, & \text{когда } x = 0, \end{cases} \quad (15)$$

принадлежит разности $\mathbf{BMO}(T) \setminus \mathbf{L}^\infty(T)$ [22], а неограниченная 2π -периодическая функция

$$f_3(x) := \begin{cases} \ln x, & \text{когда } x \in (0, \pi], \\ 0, & \text{когда } x \in (-\pi, 0], \end{cases}$$

принадлежит разности $\bigcap_{1 < p < \infty} \mathbf{L}^p(T) \setminus \mathbf{BMO}(T)$ [23].

Как известно, тригонометрический ряд (9) является вещественным только тогда, когда $\forall N \in \mathbb{Z}_+$

$\overline{c_n} = c_{-n}$, где горизонтальная черта сверху означает комплексное сопряжение.

Теорема 1. Для того чтобы вещественный тригонометрический ряд (9) являлся рядом Фурье (5) некоторой функции f ограниченной средней осцилляции, необходимо и достаточно, чтобы последовательность $*$ -полуноrm (14) его средних Фейера была ограниченной:

$$\sup_{N \in \mathbb{Z}_+} \left\| \sum_{n=-N}^N \left(1 - \frac{|n|}{N+1}\right) c_n e^{inx} \right\|_* < \infty. \quad (16)$$

Для функции (15) справедлива оценка снизу

$$\inf_{N \in \mathbb{Z}_+} \|f_2 - \sigma_N f_2\|_* \geq \frac{1}{2e}, \quad (17)$$

где e — основание натурального логарифма.

В случае функции $f \in \mathbf{L}^p(T)$, $1 < p \leq \infty$ для последовательности средних Фейера (7) её тригонометрического ряда Фурье (5) имеем [24]

$$\sup_{N \in \mathbb{Z}_+} \|\sigma_N f\|_p < \infty, \quad (18)$$

а в случае функции $f \in \mathbf{L}^p(T)$, $1 \leq p < \infty$, как уже отмечалось, последовательность средних Фейера (7) её тригонометрического ряда Фурье (5) сходится в метрике пространства $\mathbf{L}^p(T)$ к ней:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \|f - \sigma_N f\|_p = 0. \quad (19)$$

Сопоставление неравенств (16) и (18) и оценки снизу (17) с предельным равенством (19) приводит к выводу, что в теории представления функций пространство $\mathbf{BMO}(T)$ теснее связано с несепарабельным вещественным пространством $\mathbf{L}^\infty(T)$, чем со всеми сепарабельными вещественными пространствами Ф. Рисса $\mathbf{L}^p(T)$, $1 < p < \infty$.

Справедливость первой части теоремы 1, когда $f \in \mathbf{BMO}(T) \Leftrightarrow (16)$, вытекает из леммы 1 [25] и леммы 2 [26].

Лемма 1. Если функция $f \in \mathbf{BMO}(T)$, то

$$\sup_{N \in \mathbb{Z}_+} \|\sigma_N f\|_* < \infty.$$

Ряды Фурье по системе $(w_n(x))_{n=0}^\infty$ функций Уолша в нумерации Пэли считаются наиболее близкими по своим свойствам к рядам Фурье по тригонометрической системе. Поэтому интересно выяснить, справедлив ли для рядов Фурье—Уолша—Пэли аналог леммы 1, когда функция f принадлежит пространству $\mathbf{BMO}[0, 1)$ или диадическому пространству $\mathbf{BMO}_d[0, 1)$ [27]: $\mathbf{BMO}[0, 1) \subsetneq \mathbf{BMO}_d[0, 1)$. В связи с последней задачей напомним два обстоятельства.

Во-первых, если исключить значения в точках разрыва, то для первых восьми функций Уолша в нумерации Пэли имеем $w_0(x) = 1$, $w_1(x) = \operatorname{sgn} \sin 2\pi x$, $w_2(x) = \operatorname{sgn} \sin 4\pi x$, $w_3(x) = \operatorname{sgn} \cos 2\pi x$, $w_4(x) = \operatorname{sgn} \sin 8\pi x$, $w_5(x) = \operatorname{sgn} \cos 6\pi x$, $w_6(x) = \operatorname{sgn} \cos 4\pi x$, $w_7(x) = \operatorname{sgn} \sin 6\pi x$. Отсюда видно, что первым восьми функциям системы Уолша—Пэли $(w_n(x))_{n=0}^{\infty}$ соответствуют не первые восемь функций вещественной 1-периодической тригонометрической системы $(1, \cos 2\pi x, \sin 2\pi x, \dots, \cos 2\pi x, \sin 2\pi x, \dots)$, а первые восемь функций некоторой переставленной тригонометрической системы.

Во-вторых, Г. Моргенталер, ученик А. Зигмунда, для рядов по системе $(w_n(x))_{n=0}^{\infty}$ функций Уолша в нумерации Пэли доказал аналоги теорем У. Юнга (13) [28, с. 487], Л. Фейера (8) [29], Гросса—Штейнгауза [30]. Однако полной аналогии нет; сравните [31, с. 489, теорема XVI] или [32, с. 250, теорема 4] с [33, с. 222, теорема (4.3)] и [34, с. 491, теорема XVIII] с [35, с. 282, теорема (11.4)].

Лемма 2. Если ограничена последовательность *-полуноrm (14) средних Фейера

$$\forall N \in \mathbb{Z}_+ \sum_{n=-N}^N \left(1 - \left|\frac{n}{N+1}\right|\right) c_n e^{inx} \quad (20)$$

вещественного тригонометрического ряда (9), то этот ряд является рядом Фурье (5) некоторой функции f ограниченной средней осцилляции: (16) $\Rightarrow \exists f \in \mathbf{BMO}(T) \quad \forall n \in \mathbb{Z} \quad c_n = \hat{f}(n)$.

Приведём доказательство леммы 2, которое опирается на следующий фундаментальный результат [36].

Теорема Карлесона—Ханта. Если функция f принадлежит пространству Ф. Рисса $\mathbf{L}^p(T)$, $1 < p < \infty$, то её тригонометрический ряд Фурье (5) сходится почти всюду на вещественной прямой \mathbb{R} к ней: $s_N f(x) \xrightarrow[N \rightarrow \infty]{\text{п.в.}} f(x)$. Более того, мажоранта модуля частичных сумм $s^* f(x) := \sup_{N \in \mathbb{Z}_+} |s_N f(x)|$ принадлежит $\mathbf{L}^p(T)$ и удовлетворяет неравенству $\|s^* f\|_p \leq A_1(p) \|f\|_p$, где константа A_1 зависит только от показателя p .

Доказательство леммы 2.

Шаг 1. Воспользуемся следующим обращением неравенства Гёльдера [37]: если функция $f \in \mathbf{BMO}(T)$, то

$$\forall p \in (1, \infty) \left(\sup_I \frac{1}{|I|} \left| \int_I f(x) - \frac{1}{|I|} \int_I f(t) dt \right|^p dx \right)^{\frac{1}{p}} \leq A_2(p) \|f\|_*$$

где константа A_2 зависит только от показателя p . Тогда из (16) для отрезка $I = [-\pi, \pi]$ с учётом $\forall n \in \mathbb{Z} \setminus \{0\} \int_{-\pi}^{\pi} e^{int} dt = 0$ имеем

$$\forall p \in (1, \infty) \sup_{N \in \mathbb{Z}_1} \left[\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \left| \left(\sum_{n=-N}^{-1} + \sum_{n=1}^N \right) \left(1 - \left|\frac{n}{N+1}\right|\right) c_n e^{inx} \right|^p dx \right]^{\frac{1}{p}} < \infty.$$

Отсюда на основании репликации (\Leftarrow) У. и Дж. Юнгов (12) получаем, что тригонометрический ряд $\left(\sum_{n=-\infty}^{-1} + \sum_{n=1}^{\infty} \right) c_n e^{inx}$ является рядом Фурье некоторой функции $g \in \bigcap_{1 < p < \infty} \mathbf{L}^p(T)$: $\forall n \in \mathbb{Z} \setminus \{0\} \quad c_n = \hat{g}(n)$.

Стало быть, исходный вещественный тригонометрический ряд (9) является рядом Фурье (5) функции $f := g + c_0 \in \bigcap_{1 < p < \infty} \mathbf{L}^p(T)$: $\forall n \in \mathbb{Z} \quad c_n = \hat{f}(n)$.

Шаг 2. Докажем, что функция f на самом деле принадлежит собственной части $\mathbf{BMO}(T)$ пересечения пространств Рисса $\bigcap_{1 < p < \infty} \mathbf{L}^p(T)$.

Обозначим конечную верхнюю грань в (16) через A_3 . Тогда с учётом результата шага 1 неравенство (16) примет следующий вид:

$$A_3 = \sup_{N \in \mathbb{Z}_+} \sup_I \frac{1}{|I|} \int_I \left| \sigma_N f(x) - \frac{1}{|I|} \int_I \sigma_N f(t) dt \right| dx < \infty. \quad (21)$$

В последнем неравенстве при фиксированном отрезке I перейдём к пределу по $N \rightarrow \infty$.

Так как функция $f \in \cap_{1 < p < \infty} \mathbf{L}^p(T)$, то по теореме Карлесона—Ханта её частичные суммы $s_N f(x) \xrightarrow[N \rightarrow \infty]{\text{п. в.}} f(x)$. Тогда в силу импликации Коши (4) её средние Фейера $\sigma_N f(x) \xrightarrow[N \rightarrow \infty]{\text{п. в.}} f(x)$. Очевидно, что средние Фейера имеют согласно той же теореме Карлесона—Ханта интегрируемую по Лебегу мажоранту

$$\forall N \in \mathbf{Z}_+ \quad |\sigma_N f(x)| \leq \frac{1}{N+1} \sum_{n=0}^N |s_n f(x)| \leq s^* f(x) \in \cap_{1 < p < \infty} \mathbf{L}^p(T).$$

С учётом вышесказанного из (21) на основании теоремы А. Лебега о мажорированной сходимости [38] имеем

$$\frac{1}{|I|} \int_I \left| f(x) - \frac{1}{|I|} \int_I f(t) dt \right| dx \leq A_3 < \infty.$$

Отсюда, так как отрезок I — произвольный, в силу определения (14) *-полуnormы получаем $\|f\|_* \leq A_3 < \infty$.

Лемма 2 доказана.

Заметим, что при доказательстве леммы 2 весь потенциал фундаментальной теоремы Карлесона—Ханта не был использован.

Доказательство оценки снизу (17). При любом фиксированном $N \in \mathbf{Z}_+$ среднее Фейера $\sigma_N f_2(x)$ в силу (7), очевидно, непрерывно и 2π -периодично на вещественной прямой \mathbf{R} : $\sigma_N f_2 \in \mathbf{C}(T)$. По теореме Кантора оно равномерно непрерывно на \mathbf{R} : для любого вещественного числа $\varepsilon > 0$ существует такое вещественное число $\delta > 0$, что для любой пары вещественных чисел x_1 и x_2 , удовлетворяющих условию $|x_1 - x_2| \leq \delta$, выполняется неравенство

$$|\sigma_N f_2(x_1) - \sigma_N f_2(x_2)| \leq \varepsilon. \quad (22)$$

Интегральное среднее

$$\frac{1}{\delta} \int_0^\delta f_2(t) dt = \frac{1}{\delta} \int_0^\delta \ln t dt = \ln \delta - 1.$$

Тогда

$$\frac{1}{\delta} \int_0^\delta \left| f_2(x) - \frac{1}{\delta} \int_0^\delta f_2(t) dt \right| dx = \frac{1}{\delta} \int_0^\delta |\ln x - \ln \delta + 1| dx.$$

С помощью функции распределения

$$m(\lambda) := \text{mes} \{ x \in (0, \delta) : |\ln x - \ln \delta + 1| > \lambda \}$$

получаем [39, с. 55]

$$\frac{1}{\delta} \int_0^\delta \left| f_2(x) - \frac{1}{\delta} \int_0^\delta f_2(t) dt \right| dx = \frac{1}{\delta} \int_0^\infty m(\lambda) d\lambda. \quad (23)$$

Если рассматривать только те вещественные $x \in (0, \delta)$, для которых отрицательно выражение $\ln x - \ln \delta + 1$, то мера

$$\text{mes} \{ x : |\ln x - \ln \delta + 1| > \lambda \} = \text{mes} \{ x : \ln \delta - 1 - \ln x > \lambda \} = \delta e^{-\lambda-1}.$$

Поэтому левая часть (23)

$$\frac{1}{\delta} \int_0^\delta \left| f_2(x) - \frac{1}{\delta} \int_0^\delta f_2(t) dt \right| dx \geq \frac{1}{\delta} \int_0^\infty \delta e^{-\lambda-1} d\lambda = \frac{1}{e}. \quad (24)$$

Для вещественных $x \in (0, \delta)$ с помощью неравенства (22) получаем

$$\begin{aligned} \left| \sigma_N f_2(x) - \frac{1}{\delta} \int_0^\delta \sigma_N f_2(t) dt \right| &= \left| \frac{1}{\delta} \int_0^\delta \sigma_N f_2(x) dt - \frac{1}{\delta} \int_0^\delta \sigma_N f_2(t) dt \right| \leq \\ &\leq \frac{1}{\delta} \int_0^\delta \left| \sigma_N f_2(x) - \sigma_N f_2(t) \right| dt \leq \varepsilon. \end{aligned}$$

До сих пор $\varepsilon > 0$ было произвольным. Теперь фиксируем $\varepsilon := \frac{1}{2e}$. Тогда из предыдущего неравенства имеем

$$\left| \sigma_N f_2(x) - \frac{1}{\delta} \int_0^\delta \sigma_N f_2(t) dt \right| \leq \frac{1}{2e}. \quad (25)$$

Так как длина любой стороны треугольника больше модуля разности длин двух других сторон этого треугольника, то согласно определению (14) *-полуноормы

$$\begin{aligned} \|f_2 - \sigma_N f_2\|_* &\geq \frac{1}{\delta} \int_0^\delta \left| f_2(x) - \sigma_N f_2(x) - \frac{1}{\delta} \int_0^\delta [f_2(t) - \sigma_N f_2(t)] dt \right| dx \geq \\ &\geq \frac{1}{\delta} \int_0^\delta \left| \left| f_2(x) - \frac{1}{\delta} \int_0^\delta f_2(t) dt \right| - \left| \sigma_N f_2(x) - \frac{1}{\delta} \int_0^\delta \sigma_N f_2(t) dt \right| \right| dx. \end{aligned}$$

Отсюда в силу неравенств (24) и (25) получаем

$$\begin{aligned} \|f_2 - \sigma_N f_2\|_* &\geq \\ &\geq \frac{1}{\delta} \int_0^\delta \left| f_2(x) - \frac{1}{\delta} \int_0^\delta f_2(t) dt \right| dx - \frac{1}{\delta} \int_0^\delta \left| \sigma_N f_2(x) - \frac{1}{\delta} \int_0^\delta \sigma_N f_2(t) dt \right| dx \geq \frac{1}{e} - \frac{1}{2e} = \frac{1}{2e}. \end{aligned}$$

Поскольку N — произвольное неотрицательное целое число, то оценка снизу (17) доказана.

Заметим, что при доказательстве (17) в использовании строгого и нестрогого неравенств мы следовали Л. Шварцу [40, с. 22]: употребляли знак строгого неравенства только в тех случаях, когда заменить его нестрогим неравенством нельзя.

Средние Фейера для функций исчезающей средней осцилляции. Пусть вещественная функция $f \in L^1(T)$ и вещественное число $\delta > 0$. Положим

$$M_\delta(f) := \sup_{|I| \leq \delta} \frac{1}{|I|} \int_I \left| f(x) - \frac{1}{|I|} \int_I f(t) dt \right| dx.$$

Согласно Сарасону (Sarason) функция f имеет исчезающую среднюю осцилляцию (vanishing mean oscillation), если $\lim_{\delta \rightarrow 0+0} M_\delta(f) = 0$. Пишут $f \in \mathbf{VMO}(T)$. Очевидно, что *-полуноорма (14)

$$\|f\|_* = \lim_{\delta \rightarrow 2\pi-0} M_\delta(f). \text{ Также очевидно, что } \mathbf{C}(T) \subset \mathbf{VMO}(T) \subset \mathbf{BMO}(T).$$

Теорема 2. Для того чтобы вещественный тригонометрический ряд (9) являлся рядом Фурье (5) некоторой функции f исчезающей средней осцилляции, необходимо и достаточно, чтобы последовательность его средних Фейера сходилась в *-полуноорме (14).

Сравните необходимое условие в теореме 2 с оценкой снизу (17).

Необходимость условия теоремы 2 вытекает из леммы 3.

Лемма 3. Если функция $f \in \mathbf{VMO}(T)$, то последовательность средних Фейера (7) сходится в *-полуноорме (14) к ней:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \|f - \sigma_N f\|_* = 0. \quad (26)$$

Ещё раз сравните предельное равенство (26) с оценкой снизу (17).

Тригонометрический ряд

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} (-i \cdot \operatorname{sgn} n) f^{\wedge}(n) e^{inx} \quad (27)$$

называется сопряжённым с тригонометрическим рядом Фурье (5) функции $f \in L^1(T)$. Если тригонометрический ряд (27) является рядом Фурье некоторой функции, то её называют тригонометрически сопряжённой к функции f и обозначают через \tilde{f} .

Когда функция $f \in L^1(T)$, то

$$f(x) \stackrel{\text{п. в.}}{=} \lim_{R \rightarrow 1-0} \sum_{n=-\infty}^{\infty} r^{|n|} f^{\wedge}(n) e^{inx}, \quad (28)$$

$$\tilde{f}(x) \stackrel{\text{п. в.}}{=} \lim_{R \rightarrow 1-0} \sum_{n=-\infty}^{\infty} r^{|n|} (-i \cdot \operatorname{sgn} n) f^{\wedge}(n) e^{inx}, \quad (29)$$

где символ « $\stackrel{\text{п. в.}}{=}$ » означает равенство почти всюду на вещественной прямой R . Иными словами, тригонометрический ряд Фурье (5) функции $f \in L^1(T)$ и сопряжённый с ним тригонометрический ряд (27) суммируем методом Абеля (\Leftrightarrow методом Абеля—Пуассона) почти всюду на R соответственно к $f(x)$ и $\tilde{f}(x)$. В правых частях (28) и (29) стоят функции, которые образуют пару гармонически сопряжённых в единичном круге $z = re^{ix}$ функций, где модуль $r := |z| \in [0, 1)$ и главное значение аргумента $x := \arg z \in (-\pi, \pi]$. Это объясняет, почему функция \tilde{f} названа тригонометрически сопряжённой к f .

Если функция f принадлежит пространству Ф. Рисса $L^p(T)$, $1 < p < \infty$, то и тригонометрически сопряжённая функция \tilde{f} принадлежит тому же пространству $L^p(T)$. Если же $f \in \mathbf{BMO}(T)$, то и $\tilde{f} \in \mathbf{BMO}(T)$. В случае $f \in L^\infty(T)$ можно лишь утверждать, что $\tilde{f} \in \mathbf{BMO}(T)$. Напоминаем, что имеют место строгие включения $L^\infty(T) \subsetneq \mathbf{BMO}(T) \subsetneq \bigcap_{1 < p < \infty} L^p(T)$.

По аналогии с тригонометрическим рядом (27), сопряжённым с тригонометрическим рядом Фурье (5) функции $f \in L^1(T)$, и по аналогии с функцией \tilde{f} , тригонометрически сопряжённой к функции f , вводились понятия сопряжённого ряда и сопряжённой функции для других ортогональных рядов. Например, Макенхоупт и Стейн — для ультрасферических рядов [41, с. 24], Макенхоупт — для рядов Эрмита [42], Макенхоупт — для рядов Лагерра [43, с. 416], Хант — для рядов Уолша [44], П. Л. Бутцер и Р. Л. Штэнс — для рядов Фурье по системе многочленов Чебышёва первого рода [45, с. 56], И. Йо — для рядов Дирихле [46] и разложений Штурма—Лиувилля [47].

Доказательство леммы 3. Если функция $f \in \mathbf{VMO}(T)$, то по теореме Сарасона [48] можно найти две функции $\phi \in C(T)$ и $\psi \in C(T)$ такие, что $f(x) = \phi(x) + \tilde{\psi}(x)$ и $\|\phi\|_{C(T)} \leq A_4 \|f\|_*$, $\|\psi\|_{C(T)} \leq A_4 \|f\|_*$ при некоторой постоянной A_4 . Норма $\|\phi\|_{C(T)} := \max_{-\pi \leq x \leq \pi} |\phi(x)|$. Так как длина любой стороны треугольника меньше суммы длин двух других сторон этого треугольника, то

$$\|f - \sigma_N f\|_* \leq \|\phi - \sigma_N \phi\|_* + \|\tilde{\psi} - \sigma_N \tilde{\psi}\|_*.$$

Поскольку разность $\phi - \sigma_N \phi \in C(T) \subset \mathbf{BMO}(T)$, то $\|\phi - \sigma_N \phi\|_* \leq 2 \|\phi - \sigma_N \phi\|_{C(T)}$ [49]. Для разности $\tilde{\psi}(x) - \sigma_N \tilde{\psi}(x)$, тригонометрически сопряжённой к разности $\psi(x) - \sigma_N \psi(x)$, согласно теореме Спанне—Стейна [50] имеем $\|\tilde{\psi} - \sigma_N \tilde{\psi}\|_* \leq A_5 \|\psi - \sigma_N \psi\|_{C(T)}$, где A_5 — абсолютная постоянная.

Таким образом,

$$\|f - \sigma_N f\|_* \leq 2 \|\phi - \sigma_N \phi\|_{C(T)} + A_5 \|\psi - \sigma_N \psi\|_{C(T)}.$$

Отсюда следует (26), так как средние Фейера (7) тригонометрических рядов Фурье непрерывных и 2π -периодических функций ϕ и ψ в силу (8) равномерно сходятся на вещественной прямой R соответственно к ϕ и ψ .

Лемма 3 доказана.

Достаточность условия теоремы 2 вытекает из леммы 4.

Лемма 4. Если последовательность средних Фейера (20) вещественного тригонометрического ряда (9) сходится в *-полунорме (14), то ряд (9) является рядом Фурье (5) некоторой функции f исчезающей средней осцилляции.

Доказательство. Шаг 1. Из сходимости средних Фейера (20) вещественного тригонометрического ряда (9) в *-полунорме (14) вытекает их ограниченность в этой полунорме. Отсюда на основании леммы 2 следует, что ряд (9) является рядом Фурье (5) некоторой функции f ограниченной средней осцилляции: (16) $\Rightarrow \exists f \in \mathbf{BMO}(T) \quad \forall n \in \mathbb{Z} \quad c_n = f^\wedge(n)$.

Шаг 2. Докажем, что функция f на самом деле принадлежит собственной части $\mathbf{VMO}(T) \subset \mathbf{BMO}(T)$.

Так как $\forall N \in \mathbb{Z}_+$ средние Фейера $\sigma_N f \in \mathbf{C}(T)$, пространство Сарасона $\mathbf{VMO}(T)$ является замыканием в *-полунорме (14) пространства $\mathbf{C}(T)$ [51] и по условию с учётом результата шага 1 имеет место (26), то предельная функция $f \in \mathbf{VMO}(T)$.

Лемма 4 доказана.

Доказательство теоремы 2 закончено.

Заключение. В настоящей работе результаты Л. Фейера [52, с. 165], Рисса—Фишера (11), У. и Дж. Юнгов (12), У. Юнга (13) и Гросса—Штейнгауза [53] о том, когда тригонометрический ряд (9) является рядом Фурье (5) функции из классических пространств $\mathbf{C}(T) \subsetneq \mathbf{L}^\infty(T) \subsetneq \mathbf{L}^q(T) \subsetneq \mathbf{L}^2(T) \subsetneq \mathbf{L}^p(T) \subsetneq \mathbf{L}^1(T)$, где показатель $1 < p < 2$, а сопряжённый показатель $q := \frac{p}{p-1} \in (2, \infty)$, дополнены исследованиями на левом конце предыдущей шкалы пространств: $\mathbf{C}(T) \subsetneq \mathbf{VMO}(T) \subsetneq \mathbf{BMO}(T) \subsetneq \bigcap_{1 < p < \infty} \mathbf{L}^p(T)$. В теории представления функций тригонометрическими рядами в данной работе, во-первых, установлена аналогия между пространством $\mathbf{C}(T)$ и пространством Сарасона $\mathbf{VMO}(T)$: тригонометрический ряд (9) принадлежит $\mathbf{C}(T)$ или $\mathbf{VMO}(T)$, если его средние Фейера (20) сходятся соответственно в $\mathbf{C}(T)$ или в *-полунорме (14); во-вторых, частичная аналогия между пространствами Ф. Рисса $\bigcap_{1 < p < \infty} \mathbf{L}^p(T)$ и пространством Джона—Ниренберга $\mathbf{BMO}(T)$: тригонометрический ряд (9) принадлежит $\mathbf{L}^p(T)$ или $\mathbf{BMO}(T)$, если его средние Фейера (20) ограничены соответственно в $\mathbf{L}^p(T)$ или в *-полунорме (14); различие в предельном равенстве (19) и оценке снизу (17).

Список цитируемых источников

1. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении : в 2 т. М. : Мир, 1985. Т. 1. 264 с. ; Т. 2. 400 с.
2. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 1.
3. Харди Г. Расходящиеся ряды. М. : ИИЛ, 1951. 504 с.
4. Кук Р. Бесконечные матрицы и пространства последовательностей. М. : ГИФМЛ, 1960. 471 с.
5. Барон С. А. Введение в теорию суммируемости рядов. Таллин : Валгус, 1977. 280 с.
6. Fejér L. Sur les fonctions bornées et intégrables // Gesammelte Arbeiten : in 2 Bd. Budapest : Akadémiai kiadó, 1970. Band 1. S. 37—41.
7. Fejér L. Untersuchungen über Fouriersche Reihen // Gesammelte Arbeiten : in 2 Bd. Budapest : Akadémiai kiadó, 1970. Band 1. S. 142—160.
8. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 1. С. 11 ; Бари Н. К. Тригонометрические ряды. М. : ГИФМЛ, 1961. С. 123, 671.
9. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 1. С. 159 ; Бари Н. К. Тригонометрические ряды. С. 74.
10. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 1.
11. Бруй И. Н. Абелевы средние ортогональных рядов и пространства Орлича // Весн. Гродз. дзярж. ун-та імя Янкі Купалы. Сер. 2. 2013. № 2 (151). С. 18—24.
12. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 2. С. 98 ; Бари Н. К. Тригонометрические ряды. С. 166.
13. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 1. С. 49 ; Бари Н. К. Тригонометрические ряды. С. 77.
14. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 1.
15. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 2. С. 98 ; Бари Н. К. Тригонометрические ряды. С. 165.
16. Бари Н. К. Тригонометрические ряды.
17. Там же. С. 165.
18. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 1. С. 108 ; Бари Н. К. Тригонометрические ряды. С. 167, 170.
19. Качмаж С., Штейнгауз Г. Теория ортогональных рядов. М. : ГИФМЛ, 1958. 507 с.
20. Гарнетт Дж. Ограниченные аналитические функции. М. : Мир, 1984. С. 226 ; Кусис П. Введение в теорию пространств H^p . М. : Мир, 1984. С. 226 ; Torchinsky A. Real-Variable Methods in Harmonic Analysis. Orlando ; San Diego ; New York : Academic Press, Inc., 1986. P. 200.
21. Никольский С. М. Приближение функций многих переменных и теоремы вложения. М. : Наука, 1977. 456 с.
22. Гарнетт Дж. Ограниченные аналитические функции. С. 224, 232 ; Torchinsky A. Real-Variable Methods in Harmonic Analysis. P. 200.

23. Гарнетт Дж. Ограниченные аналитические функции. С. 224 ; Torchinsky A. Real-Variable Methods in Harmonic Analysis. P. 217.
24. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 2. С. 98 ; Бари Н. К. Тригонометрические ряды. С. 165—166.
25. Bruij J., Schmieder G. Real trigonometric series of class BMO and (C,1)-means // Acta scientiarum mathematicarum (Szeged). 1998. Vol. 64. P. 485.
26. Ibid. P. 486.
27. Гарнетт Дж. Ограниченные аналитические функции. С. 273.
28. Morgenthaler G. W. On Walsh—Fourier series // Trans. Amer. Math. Soc. 1957. Vol. 84, № 2. P. 472—507.
29. Ibid. P. 488.
30. Ibid. P. 490.
31. Ibid. P. 489.
32. Fine N. J. Fourier—Stieltjes series of Walsh functions // Trans. Amer. Math. Soc. 1957. Vol. 86, № 1. P. 246—255.
33. Зигмунд А. Тригонометрические ряды : в 2 т. М. : Мир, 1965. Т. 1. 615 с.
34. Morgenthaler G. W. On Walsh—Fourier series.
35. Зигмунд А. Тригонометрические ряды. Т. 1.
36. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Т. 1. С. 201 ; Карлсон Л. О. сходимости рядов Фурье и о росте их частных сумм // Математика : период. сб. пер. иностран. ст. 1967. Т. 11, № 4. С. 113 ; Hunt R. A. On the convergence of Fourier series // Orthogonal Expansions and their Continuous Analogues. Carbondale : Southern Illinois University Press, 1968. P. 235—255.
37. Гарнетт Дж. Ограниченные аналитические функции. С. 234 ; Torchinsky A. Real-Variable Methods in Harmonic Analysis. P. 203.
38. Бари Н. К. Тригонометрические ряды. С. 40 ; Натансон И. П. Теория функций вещественной переменной. М. : Наука, 1974. С. 142.
39. Зигмунд А. Тригонометрические ряды. Т. 1.
40. Шварц Л. Анализ : в 2 т. М. : Мир, 1972. Т. 1. 824 с.
41. Muckenhoupt B., Stein E. M. Classical expansions and their relation to conjugate harmonic functions // Trans. Amer. Math. Soc. 1965. Vol. 118, № 6. P. 17—92.
42. Muckenhoupt B. Hermite conjugate expansions // Trans. Amer. Math. Soc. 1969. Vol. 139. P. 256 ; Joó I. 1) Saturation theorems for Hermite—Fourier series // Acta Math. Hungar. 1991. Vol. 57, № 1—2. P. 170 ; 2) On Hermite—Fourier series // Period. Math. Hungar. 1992. Vol. 24, № 2. P. 112.
43. Muckenhoupt B. Conjugate functions for Laguerre expansions // Trans. Amer. Math. Soc. 1970. Vol. 147. P. 403—418.
44. Hunt R. A. Developments related to the a. e. convergence of Fourier series // Studies in harmonic analysis : Proc. of the Conf., Chicago, 1974. Washington, DC : Mathematical Association of America, 1976. P. 29 ; Joó I. On some problems of M. Horváth (saturation theorems for Walsh—Fourier expansions) // Ann. Univ. Sci. Budapest. Eötvös Sect. Math. 1988. Т. 31. P. 248.
45. Butzer P. L., Stens R. L. The Operational Properties of the Chebyshev Transform. II. Fractional Derivatives // Теория приближения функций : Междунар. конф. по теории приближения функций, Калуга, 24—28 июля 1975 г. : тр. М. : Наука, 1977. С. 49—61.
46. Joó I. On the conjugate function of Dirichlet series // Ann. Univ. Sci. Budapest. Eötvös Sect. Math. 1992. Т. 35. P. 59—67.
47. Joó I. On some notions of harmonic analysis for Sturm—Liouville expansions // Ann. Univ. Sci. Budapest. Eötvös Sect. Math. 1992. Т. 35. P. 77—98.
48. Гарнетт Дж. Ограниченные аналитические функции. С. 252 ; Sarason D. Functions of vanishing mean oscillation // Trans. Amer. Math. Soc. 1975. Vol. 207. P. 396.
49. Гарнетт Дж. Ограниченные аналитические функции. С. 224 ; Torchinsky A. Real-Variable Methods in Harmonic Analysis. P. 200.
50. Гарнетт Дж. Ограниченные аналитические функции. С. 228 ; Кусис П. Введение в теорию пространств H^p . С. 270 ; Torchinsky A. Real-Variable Methods in Harmonic Analysis. P. 206.
51. Гарнетт Дж. Ограниченные аналитические функции. С. 252 ; Torchinsky A. Real-Variable Methods in Harmonic Analysis. P. 221 ; Muckenhoupt B., Stein E. M. Classical expansions and their relation to conjugate harmonic functions. P. 396.
52. Бари Н. К. Тригонометрические ряды. С. 165.
53. Там же. С. 168.

УДК 536.33

Д. Ю. Горбач

Белорусский национальный технический университет, Минск

Е. И. Гацкевич,

*кандидат физико-математических наук, доцент
Белорусский национальный технический университет, Минск*

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ WOLFRAM/ALPHA И МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПАКЕТА MATHCAD ДЛЯ АНАЛИЗА НАГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ПРИ ИМПУЛЬСНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

В настоящей работе проведено исследование нагрева и последующего охлаждения металлов при импульсном лазерном воздействии на основе анализа решения одномерного уравнения теплопроводности с помощью программы Wolfram/Alpha (computational knowledge engine) и пакета математических программ Mathcad. Получены данные о пространственно-временной эволюции температурного поля в различных режимах облучения. Проведён сравнительный анализ эффективности использования Wolfram/Alpha и Mathcad для изучения лазерно-индуцированных процессов.

Heating and following cooling of metal have been studied under pulsed laser irradiation on the basis of analysis of one-dimensional heat conduction equation solution by use of the computational knowledge engine Wolfram/Alpha and mathematical program package Mathcad. The data about space-time evolution of temperature field in different regime of irradiation is obtained. The comparative analysis of the effectiveness of Wolfram/Alpha and Mathcad using for the study of laser-induced processes is carried out.

Введение. Лазерная обработка — эффективный метод модификации свойств различных материалов: полупроводников, металлов, гетероструктур [1]. В связи с этим актуальной проблемой является исследование температурных режимов лазерного воздействия. В настоящей работе проведён анализ эффектов воздействия лазерных импульсов наносекундной и миллисекундной длительности на примере алюминия, широко используемого в современных технологиях. Наряду с исследованием лазерно-индуцированного нагрева и последующего охлаждения алюминия проводился анализ эффективности использования программы Wolfram/Alpha и пакета математических программ Mathcad для указанной задачи.

Основная часть. Рассмотрим воздействие лазерных импульсов длительности τ_p постоянной мощности на металлические пластины. Задачу будем решать в следующих приближениях. Предположим, что толщины пластины достаточно, чтобы можно было воспользоваться приближением полубесконечной среды. Будем рассматривать экспериментальную ситуацию, когда распределение лазерного излучения по зоне воздействия однородно и глубина тепловой диффузии существенно меньше размеров нагреваемой области, что позволяет перейти к одномерной задаче. Теплофизические и оптические параметры будем считать постоянными. Металлы, как известно, характеризуются весьма высокими показателями поглощения, что даёт возможность перейти к поверхностному источнику тепла. В такой постановке задачу о нагреве можно сформулировать следующим образом:

$$\begin{aligned}\frac{\partial T}{\partial t} &= a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \\ -k \frac{\partial T(0, t)}{\partial x} &= q_0 A, \\ T(x, 0) &= T_0,\end{aligned}$$

где $T(x, t)$ — температура в момент времени t на глубине x ; a и k — коэффициенты температуропроводности и теплопроводности соответственно; q_0 — плотность интенсивности лазерного излучения; A — поглощательная способность; T_0 — начальная температура, равная 300 К.

В такой постановке задача имеет аналитическое решение [2], которое может быть записано в виде

$$T(x, t) = \frac{2Aq_0\sqrt{at}}{k} \operatorname{ierfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{at}}\right).$$

При вычислении температурного поля на стадии остывания воспользовались подходом [3]. В этом случае температура после окончания действия лазерного импульса, т. е. при $t > \tau_p$ определяется выражением

$$T(x, t) = \frac{2Aq_0\sqrt{a}}{k} \left[\sqrt{t} \operatorname{ierfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{at}}\right) - \sqrt{1-\tau_p} \operatorname{ierfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{a(t-\tau_p)}}\right) \right].$$

Температурное поле при нагреве и охлаждении анализировалось на основе указанных выше аналитических выражений, при вычислениях параметры алюминия брали из работы «Введение в лазерные технологии» [4], поглотительная способность A была равна 0,07, при расчёте использовались пакет математических программ Mathcad и программа Wolfram/Alpha.

Следует отметить, что Mathcad уже давно и достаточно эффективно используется при теоретических исследованиях различных явлений в физике, программа Wolfram/Alpha — довольно новый продукт, применение которого к указанному типу задач пока не исследовано. С использованием данных программ рассчитаны временные зависимости температуры, а также распределения температуры по глубине в различные моменты времени (рисунок 1).

Предложенную методику расчёта пространственно-временной эволюции температурного поля можно использовать и для других металлов, для которых корректны сделанные выше приближения. Проведённый в разных программах расчёт показал, что использование Wolfram/Alpha в применении к этой задаче несколько сложнее. В Mathcad удобнее записывать сложные формулы и проводить моделирование для различных режимов облучения. Wolfram/Alpha весьма эффективен для одиночных операций. К преимуществам Wolfram/Alpha можно отнести то, что он является бесплатным сервисом, всегда доступен в сети Интернет, им можно пользоваться с планшетов и смартфонов.

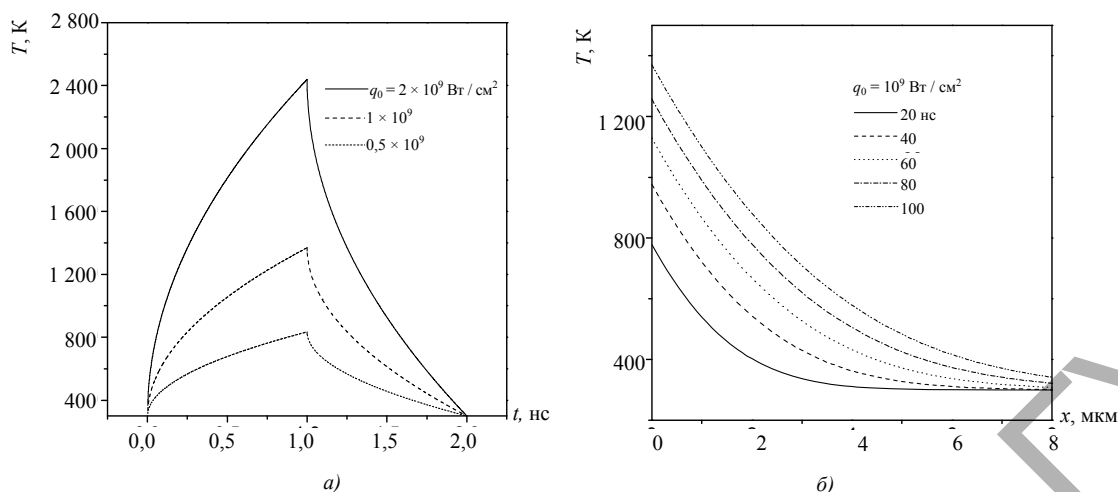


Рисунок 1 — Временная эволюция температуры поверхности алюминия при воздействии импульсами лазерного излучения длительностью 100 нс с указанными интенсивностями излучения (а) и распределение температуры по глубине при облучении лазерным импульсом в указанные моменты времени (б)

Заключение. Получены данные о пространственно-временной эволюции температурного поля при импульсном лазерном воздействии на алюминий. Программа Wolfram/Alpha — весьма эффективный инструмент для анализа явлений нагрева и охлаждения при импульсных воздействиях на металлы.

Список цитируемых источников

1. Bauerle D. Laser processing and chemistry. Berlin : Springer, 2000. 787 p. ; Взаимодействие лазерного излучения с веществом / В. П. Вейко [и др.]. М. : Физматлит, 2008. 312 с.
2. Взаимодействие лазерного излучения с веществом / В. П. Вейко [и др.].
3. Там же. С. 161
4. Вейко В. П., Петров А. А. Введение в лазерные технологии. СПб., 2009. С. 44.

УДК 378.147

В. Г. Заяц, И. М. Толочинец

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ У СТУДЕНТОВ СПОСОБНОСТЕЙ К ИНЖЕНЕРНОЙ ИНТУИЦИИ

В статье рассматривается вопрос о необходимости применения различных форм инновационного обучения при подготовке специалистов инженерного профиля.

The article discusses the need for different forms of innovative training in the preparation of engineering specialists.

Введение. Анализируя опыт отечественных и зарубежных исследований в области современной педагогики, видим, что к настоящему времени разработано немало новых дидактических методов и педагогических технологий, обеспечивающих формирование у студентов способности к инновационной инженерной деятельности. В основе всех этих методов лежит развитие творческого потенциала обучающихся. Изучение существующих и создание новых методов инновационного обучения позволяют разработать комплексный методический подход, формирующий у будущих инженеров способность к инновационной инженерной деятельности.

Основная часть. В современных условиях возникают противоречия между существующей системой инженерного образования и требованиями инновационного развития экономики страны. В качестве основных выделяют расхождения между: 1) фундаментализацией образования и необходимостью углубления специальной подготовки; 2) междисциплинарным характером современных технологий и обучением им; 3) глобализацией и регионализацией общественной жизни; 4) постоянным обновлением и углублением современных представлений о мире и обучением им [1, с. 19].

Представленные противоречия можно устранить, если перейти от традиционных форм, методов, средств и содержания обучения к инновационной технологии, под которой будем понимать технологию, основанную на интеграции инновационных методов обучения (контекстное, обучение в команде, обучение на основе собственного опыта, междисциплинарное обучение), и обеспечивающую формирование у обучающихся способности к инновационной деятельности.

Следовательно, инновационный подход к обучению заключается в построении такой системы, при которой у учащихся вырабатывается способность к инновационной деятельности, т. е. стремление решать все учебные задачи на профессиональном уровне, учитывая направление их подготовки.

Основателем контекстного обучения считается А. А. Вербицкий, а сама технология контекстного обучения, в каком-то смысле, является развитием теории проблемного обучения и деятельностного подхода. Основные разработчики этого обучения связывают это понятие с понятием ситуации, в рамках которой рассматриваются и внешние условия, и субъект, и люди, с которыми осуществляется контакт [2]. Они считают, что «именно благодаря контексту человек знает, чего ему ожидать и как осмысливать продукт восприятия. Прежде чем приступить к действию, человек старается собрать как можно больше контекстной информации о той ситуации, в которой эта профессия реализуется» [3, с. 12]. В связи с этим профессиональная подготовка должна осуществляться с максимально полным учётом особенностей реальной профессии.

Основным средством реализации контекстного обучения является имитационная модель специалиста. Учебная деятельность студента должна формироваться исходя из логики будущей профессиональной деятельности. Условно можно выделить три основных формы такой деятельности: учебную (в виде лекций, семинаров и практических занятий, обеспечивающих передачу и усвоение информации), квазипрофессиональную (моделирующую целостные фрагменты профессиональной деятельности: учебно-производственные практики, научно-исследовательские работы студентов и др.), учебно-профессиональную (реальное курсовое и дипломное проектирование и т. п.). Одним из главных условий успешной реализации контекстных технологий обучения является обеспечение соответствия учебной и учебно-профессиональной деятельности специфике профессиональной деятельности в её содержательной и структурной составляющих. Для этого А. А. Вербицкий обоснованно предлагает при организации учебного процесса ориентироваться на модель действия специалиста [4] (рисунок 1). По А. А. Вербицкому, «для достижения целей формирования личности специалиста необходимо организовать обучение, которое обеспечивает переход, трансформацию учебной деятельности в профессиональную с соответствующей сменой потребностей и мотивов, целей, действий (поступков), средств, предметов и результатов» [5, с. 51].

В этом заключается суть процесса профессиональной подготовки будущих специалистов при контекстном подходе к обучению. При этом используется совмещённая профессиональная учебная деятельность, «которая представляет собой такую форму организации учебной активности студентов, при которой один вид деятельности выступает средством решения предметных задач другого. При организации совмещённой учебной деятельности познавательные цели подчиняются установкам более широкого плана и, в первую очередь, формированию профессионально важных качеств обучаемого, развитию его профессиональной компетенции и навыков социального взаимодействия. В условиях совмещённой учебной деятельности происходит накопление профессионального опыта в его предметном и социальном аспектах, который обеспечивает готовность будущего специалиста к самостоятельному осуществлению профессионального труда» [6, с. 185].

Совмещённая учебная деятельность является одним из основных подходов при обучении общепрофессиональным дисциплинам, обеспечивающим формирование у студентов способности к инновационной деятельности, так как он позволяет использовать и другие инновационные технологии.

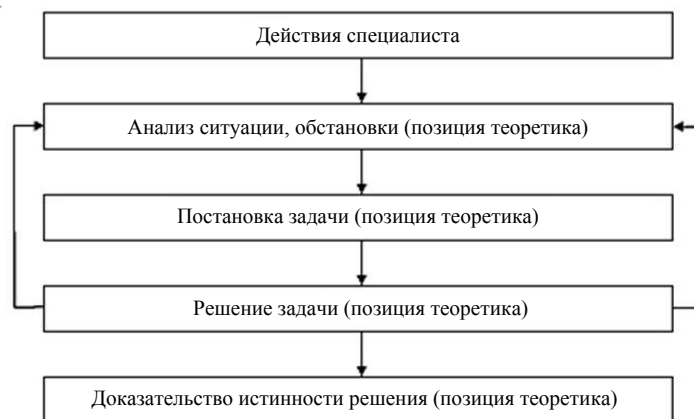


Рисунок 1 — Модель действия по А. А. Вербицкому

Заключение. Из анализа исследований зарубежных и отечественных учёных инновационных методов обучения, в частности, общетехнических дисциплин, следует, что, несмотря на их многочисленность, достаточный срок разработок (начиная с 80-х гг. XX в.), глубину проработки, высокую научность и другие положительные факторы, на сегодня отсутствует единый методический инновационный подход к обучению общетехническим дисциплинам в учреждениях высшего образования технического профиля.

Рассмотренная технология инновационного обучения, реализуемая в рамках проблемно-ориентированного и контекстного обучения, междисциплинарного подхода и обучения на основе дидактического принципа единства фундаментальности и профессиональной направленности, обеспечит формирование у студентов способности к инновационной деятельности, а после окончания всего цикла обучения — подготовку высококвалифицированных специалистов, готовых к инновационной инженерной деятельности.

Эти задачи решаются путём разработки методической системы обучения техническому творчеству, которая совместно с системой обучения в олимпиадной среде, обучения во время внеаудиторной работы в научных кружках и других молодёжных студенческих творческих коллективах, а также совместно с учебным процессом в учреждении высшего образования представляет целостную систему интегрированной технологии обучения общетехническим дисциплинам.

Список цитируемых источников

1. Наумкин Н. И. Инновационные методы обучения в техническом вузе. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2007. 122 с.
2. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход : метод. пособие. М. : Высш. шк., 1991 ; Лаврентьева Н. Б. Контекстное обучение как инновационная технология. Барнаул : АГУ, 1998. 156 с.
3. Лаврентьева Н. Б. Контекстное обучение как инновационная технология. Барнаул : АГУ, 1998. 156 с.
4. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход.
5. Там же.
6. Там же.

УДК 004.422.632.001.2

Г. А. Исакова

*Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения
«Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилёва»,
Астана, Республика Казахстан*

МЕТОД КЛАСТЕРИЗАЦИИ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В МАТРИЧНОЙ ФОРМЕ

Одним из подходов анализа и обработки больших данных (BigData) является использование матричного представления данных, матричного исчисления и методов оптимизации и на этой основе разработка соответствующих инструментальных средств. Рассмотрен подход, модели и методы кластеризации больших данных, представленных в матричной форме.

One approach to the analysis and processing of large data (BigData) is to use a matrix of data, matrix calculus and methods of optimization and on this basis the development of appropriate tools. Examine approaches, models and methods for clustering large data represented in matrix form.

Введение. Парадигма BigData является мировым трендом в области информационных технологий, но к настоящему времени мало изучена. Результаты исследований в области технологии больших данных весьма востребованы как для отраслей мировой экономики, так и для реальных секторов экономики Казахстана. Сегодня ни одна отрасль и ни одна организация не могут эффективно функционировать без достижений в области информационных технологий. Курс на экономическую индустриализацию страны и максимальное удовлетворение спроса социальной сферы определяют новые вызовы и требования к информационным технологиям и обуславливают необходимость повсеместного внедрения самых современных технологий в социально-экономические системы, к которым, безусловно, относятся технологии анализа и обработки больших данных.

В существующих технологиях и продуктах, разработанных мировыми вендорами, используемые методы являются, как правило, конфиденциальными, они вложены в соответствующие коммерческие инструменты. Одной из основных проблем в использовании BigData является анализ огромных массивов данных для извлечения полезной информации для принятия решения.

В настоящее время для анализа и обработки больших данных необходима разработка теоретических основ, методов и алгоритмов в целях создания эффективных инструментов для их применения. В связи с этим указанные проблемы весьма актуальны.

Основная часть. Сегодня у ряда вендоров имеются разработки в области анализа и обработки BigData, но они не получили широкого распространения для эффективного их применения в процессе принятия решений и управления. В связи с этим возникает необходимость в новых подходах и методах, одним из которых является использование матричного представления данных, матричного исчисления и методов оптимизации, а на этой основе — разработка соответствующих инструментальных средств. Приведём основные задачи анализа и обработки BigData: анализ методов и технологий обработки больших данных; анализ особенностей и свойств структурированных и неструктурированных данных большого объёма и многообразия; разработка и исследование методов анализа больших данных, размещённых в хранилищах и представленных в матричной форме; разработка методов кластеризации неструктурированных, структурированных и гибридных данных для их эффективного представления; разработка новых подходов, методов и средств обработки больших данных; разработка инструментальных средств анализа и обработки больших данных; разработка базовых методов и моделей анализа и кластеризации на основе матричного исчисления; разработка методологических основ и рекомендаций для применения разработанных подходов, методов и инструментальных средств анализа и обработки больших данных в секторах национальных экономики.

Рассмотрим подход, модели и методы кластеризации больших данных, представленных в матричной форме для их анализа и обработки. При этом под данными можно понимать отдельные атрибуты, массивы данных, базы данных и данные в структурированных и слабоструктурированных форматах.

Предположим, что данные большого объёма представлены в матричной форме в виде одной матрицы или совокупности матриц. Сформулируем следующую задачу. Пусть $Z = \{z_i; i = \overline{1, I}\}$ — множество запросов поиска и извлечения данных $D = \{d_j; j = \overline{1, J}\}$ — множество атрибутов различных форматов для удовлетворения запросов. Матрица $A = \|a_{ij}\|, i = \overline{1, I}; j = \overline{1, J}$ отражает необходимость поиска и извлечения j -го атрибута и матрицы больших данных для удовлетворения i -го запроса. Необходимо осуществить декомпозицию множества запросов и используемых ими данных таким образом, чтобы минимизировать взаимосвязи по данным между финальными кластерами запросов [1].

Для математической постановки задачи введём следующие переменные и обозначения.

$$\text{Пусть } x_{mi} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й запрос распределяется в } m\text{-й кластер} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases},$$

$$y_{jn} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-й запрос распределяется в } n\text{-й кластер} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}.$$

Тогда целевую функцию кластеризации запросов и данных можно сформулировать следующим образом:

$$\sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N x_{mi} a_{ij} y_{jn} \rightarrow \min$$

при ограничениях:

$$\begin{aligned} & \text{– на дублирование запросов в кластерах: } \sum_{m=1}^M x_{mi} = 1, i = \overline{1, I}; \\ & \text{– число запросов в каждом кластере запросов: } \sum_{i=1}^I x_{mi} \leq p_m; m = \overline{1, M}; \\ & \text{– дублирование данных для удовлетворения запросов: } \sum_{n=1}^N y_{jn} = 1, j = \overline{1, J}; \\ & \text{– число данных в каждом кластере данных: } \sum_{j=1}^J y_{jn} \leq S_n, n = \overline{1, N}. \end{aligned}$$

Сформулированная задача относится к блочно-симметричным задачам дискретного программирования и может быть решена с использованием алгоритма итеративных отображений [2].

Заключение. Как показал анализ технологий BigData, данное направление в самом начале развития. Результаты заключаются в разработке теоретической базы на основе матричного исчисления и множества эффективных инструментов анализа и обработки больших данных. Конечным результатом будут модели и методы, основанные на матричном исчислении, и программные инструменты, которые могут быть реализованы на современной технике и достижениях производителей вычислительных систем.

Список цитируемых источников

1. Казиев Г. З., Набиева Г. С., Даурова Б. М. Декомпозиция прикладных задач и исходных документов систем обработки данных на этапе технического проектирования // Изденис-Поиск. Сер. естеств.-техн. наук. 2012. № 1 (1). С. 285—290.
2. Модели и методы дискретного программирования. Блочнo-симметричные модели — эффективный класс задач дискретного программирования / Г. З. Казиев [и др.] // Вестн. КБТУ. 2010. № 3. С. 60—66.

УДК 378.1

Г. В. Качкар

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Текст публикации не представлен по решению автора.

Репозиторий БарГУ

УДК 378.14

Г. В. Качкар, Т. С. Петлицкая

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

**О ФОРМИРОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ
СТУДЕНТОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ**

Текст публикации не представлен по решению авторов.

Репозиторий Баргу

УДК 378.147

Л. А. Климашевская, Н. И. Шляго

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

РАЗВИТИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

В статье обсуждаются современные методы обучения, которые используются в университете.

The article discusses modern teaching methods that are university.

Введение. Процесс вхождения в мировое образовательное пространство требует от учебных заведений серьёзной переориентации компьютерно-информационной составляющей. В настоящее время особый интерес представляют вопросы, связанные с автоматизацией и технологизацией учебного процесса. Наиболее доступной формой автоматизации обучения является применение компьютеров, информационно-коммуникационных технологий, автоматизированных обучающих систем, электронных средств обучения, информационно-обучающих систем.

Процессы, происходящие сегодня в разных сферах деятельности человека (технике, политике, культуре, образовании, экономике) требуют приложения сил и участия не просто специалистов с определённым набором профессиональных качеств, а личностей в самом высоком смысле этого слова, «индивидов, утверждающих свои права и достоинства» [1, с. 19]. В связи с этим изменяются и требования к инженеру, его творческому и интеллектуальному потенциалу. Современный инженер должен обладать развитым нестандартным творческим мышлением, владеть современными компьютерными технологиями, быть конкурентоспособным эрудитом. Поэтому воспитание самостоятельной, творческой личности с новым информационным мировоззрением, основанным на понимании определяющей роли информации и информационных процессов жизни человеческого сообщества и деятельности самого человека, является одной из актуальных проблем, которую призваны решать не только высшая школа, но и всё общество.

Основная часть. Перед современной высшей школой стоит актуальная задача — готовить не воспроизводителей знаний, умений и навыков, а активных и тактически гибких участников преобразований социосреды, обладающих живым движением мысли, творческим и самостоятельным мышлением. Ведь психологами установлено, что «готовые знания и факты не способствуют формированию самостоятельности студентов, ослабляют внутреннюю мотивацию и приводят к невостребованности потенциала личности» [2]. Поэтому необходима такая организация воспитательно-образовательного процесса учреждения высшего образования, которая позволит за годы обучения развить

у студентов это значимое качество личности, научить их реализовать его в самостоятельной познавательной деятельности, выделяющуюся потребностью в знании, глубоком осмыслении и понимании происходящего. При этом следует сместить акценты с предметно-знаниевой подготовки студентов на воспитание у них профессионально важных качеств, высокой компетенции, индивидуального стиля деятельности и развивать познавательную самостоятельность.

Преподаватель является центральной фигурой обучения и воспитания студентов, который организует учебный процесс, строит методику обучения, используя компьютеры, что позволяет ему интенсифицировать самостоятельную учебно-познавательную деятельность, повышать эффективность обучения и воспитания студентов. Умение работать с информационными системами, компьютерными технологиями позволит приобрести будущему специалисту не только новый инструмент деятельности, но и новое видение мира.

Компьютерные технологии могут быть представлены в образовательном процессе следующими учебно-методическими ресурсами: электронные учебники, тренажёрные системы, виртуальные лаборатории по дисциплине (виртуальный учебно-исследовательский комплекс), тестирующие комплексы [3].

Одной из новых форм внедрения компьютерных технологий является создание и использование электронных учебников. Содержание учебника включает в себя следующие разделы: теоретическая часть, контрольные задания, лабораторные работы, курсовые работы, задания для самостоятельной работы, вопросы для самопроверки. Это присуще и традиционному учебнику, но электронный более компактен, в его содержании могут использоваться видеофильмы и фрагменты звука, что придаёт ему большую привлекательность и оснащённость. В обращении он прост и позволяет студенту легко вернуться к той информации, которая требует дальнейшей доработки: нажать кнопки клавиатуры гораздо быстрее и проще, чем перелистывать страницы учебника.

Электронное пособие вызывает у студентов большой интерес к учёбе и желание изучать предмет в более углубленной форме, что, несомненно, сказывается на их уровне знаний. Способ ведения занятия, когда преподаватель связан с каждым обучаемым единой компьютерной сетью, позволяет более детально и персонально подойти к вопросу обучения студента, проверить его уровень знаний, помочь подобрать оптимальный вариант решения проблемы и устранить «пробелы» в его знаниях.

Электронный учебник — это ресурс, содержащий структурированную интерактивную учебную информацию, систему упражнений для её осмысления и задания для самостоятельного выполнения в качестве закрепления. Описанная последовательность работы с учебным материалом является его сценарием. В грамотно построенном сценарии студент как бы ведёт диалог с преподавателем, который заранее предусмотрел типичные вопросы и ошибки и создал систему реагирования на эти трудности.

Основным принципом разработки электронных учебников является модульность. Модуль — логически завершённый учебный блок. В модуле обязательно чётко определены цели и задачи, навыки и умения, получаемые при завершении изучения модуля, контрольные вариативные мероприятия, по которым оценивается работа студента [4, с. 61].

На наш взгляд, ключевыми аспектами использования электронных учебных материалов в образовательном процессе являются: мотивационный (создание условий для максимального учёта индивидуальных образовательных возможностей и потребностей обучаемых и раскрытия их творческого потенциала); содержательный (дополнение учебника теми элементами, которые он реализовать не может (в электронных учебных материалах можно быстрее найти нужную информацию, оперировать ею, работать с наглядными моделями труднообъяснимых процессов); учебно-методический (обеспечение учебно-методического сопровождения учебной дисциплины); организационный аспект (использование в проектно-групповой, индивидуальной моделях обучения, во внеучебной деятельности); контрольно-оценочный (осуществление различных видов контроля).

Не менее интересным в повышении качества процесса обучения является использование электронных учебных пособий, материалы которых представлены отдельными разделами, главами, темами по различным областям в виде учебно-методического комплекса по дисциплине, где предусматривается не только учебный материал, но и задания для самостоятельной работы. Система навигации представлена в виде гиперссылок на отдельные параграфы и оглавление. Достоинство такой организации интерфейса состоит в том, что учебный материал отображается на экране монитора в большем объёме, что способствует лучшему его восприятию.

Электронные учебные пособия существенно экономят время при многократных обращениях к гипертекстовым объяснениям. Электронный ресурс «активен», он показывает, рассказывает, моделирует и (именно здесь проявляются возможности и преимущества мультимедиа технологий), позволяет быстро, но в темпе, наиболее подходящем для конкретного студента, проверить знания по определённому разделу [5, с. 29].

Проводился эксперимент по использованию электронных средств обучения среди студентов I курса специальности «Информационные системы и технологии» в группах ИСТ-11, ИСТ-12, который показал хорошие результаты: увеличение интереса к самостоятельной работе по выполнению лабораторно-практических занятий; ускорение темпа выполнения контрольных заданий; повышение успеваемости

студентов (количество высоких результатов в экспериментальных группах составляет 61%, в контрольных — 42%).

Как показали итоги летней экзаменационной сессии, использование электронных средств обучения способствует повышению академической успеваемости студентов и, значит, качеству подготовки будущих специалистов.

В целях повышения уровня знаний и мотивации обучения, интенсификации образовательных мероприятий, развития познавательной самостоятельности студентов в учреждении образования «Барановичский государственный университет» на кафедре информационных систем и технологий разработаны и применяются электронные учебники, электронные методические пособия, учебно-методические комплексы, которые позволяют студентам не только активно участвовать в обучении, моделировать реальные ситуации, но и приучают их мыслить самостоятельно, находить оптимальные решения.

Заключение. Применение в учреждении высшего образования электронных технологий и средств обучения способствует развитию индивидуальных ресурсов студентов, формирует навыки познавательной самостоятельности, инициативности и ответственности за выполняемую работу.

В настоящее время в Беларуси созданы благоприятные условия для активного использования в образовательном процессе вышеизложенных электронных учебно-методических ресурсов.

Список цитируемых источников

1. Воронина Т. П., Кашицин В. П., Молчанова О. П. Образование в эпоху новых информационных технологий. Методологические аспекты. М.: Информпресс-94, 1995. 220 с.
2. Там же. С. 23.
3. Там же. С. 49.
4. Бершадский М. М. Каким должен быть мониторинг учебного процесса? // Нар. образование. 2002. № 7. С. 81—87.
5. Образцов П. И. Обеспечение учебного процесса в условиях информатизации высшей школы // Педагогика. 2003. № 5.

УДК 378.147

А. В. Кособуцкий

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ПРИМЕНЕНИЕ АНАГЛИФОВ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ УЧЕНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Статья посвящена разработке и внедрению материалов, связанных с интерактивным доступом к информации, предоставление обучающимся графических материалов в виде трёхмерных изображений объектов. Реализация рассматриваемого способа формирования объёмных изображений является простой с программной точки зрения, не требовательной к наличию специального оборудования, что делает возможным широкое использование полученных данным способом изображений.

The article deals with the development and implementation of materials associated with interactive access to information, providing students with graphic materials in the form of three-dimensional images of objects. The implementation of the method of forming three-dimensional images is easy from the software point of view, not requiring special equipment, which enables the widespread use of the images obtained by this method.

Введение. В настоящее время 3D-технологии уверенно завоёвывают место в жизни современного человека. Уже никто не удивляется экранам с объёмным изображением. Трёхмерное 3D-изображение на плоскости отличается от двумерного тем, что включает построение геометрической проекции трёхмерной модели на плоскость (например, на плоскость листа печатной продукции или экран компьютера с помощью специализированных методов). При этом модель может как соответствовать объектам из реального мира (автомобили, здания, ураган, астероид), так и быть полностью абстрактной (проекция четырёхмерного фрактала).

Трёхмерное пространственное изображение эффективно привлекает и фокусирует на длительное время внимание человека, улучшает восприятие информации благодаря яркости, глубине, реализму и динамике объекта, при этом в сознании остаётся позитивное впечатление от такого отображения действительности.

Экспериментально установлено, что рассматривая традиционный графический объект, внимание удерживается 3 с, анаглиф или же другой 3D-объект (из-за своей необычности, способа представления) изучается 7,5...8 с. В комплексе все это, помимо ярких впечатлений, способствует более лёгкому и ясному запоминанию предлагаемой информации. Такие достоинства позволяют говорить о том, что за стереоскопическими технологиями — будущее в подаче информации человеку в любой сфере деятельности.

Особое внимание привлекают образовательные программы, предназначенные для демонстрации объектов в трёхмерном пространстве. Объёмные изображения помогают обучаемым глубже понять вещи, которые педагогу порой невозможно описать или представить в традиционной форме. Для этой цели предлагается создание и внедрение анаглифических изображений для визуализации учебно-методических материалов в процесс обучения.

Основная часть. Анаглифный (греч. *anaglyphos* рельефный) — самый ранний из известных методов получения и демонстрации стереоизображений. Заключается в предъявлении двух изображений стереопары, каждое из которых окрашено в цвет, дополнительный по отношению к другому (например, одно изображение красное, другое — сине-зелёное). При наблюдении стереопары через анаглифные стереочки каждый глаз воспринимает только одно изображение. Формируемое при этом объёмное изображение воспринимается монохромным. Метод был предложен Ш. д'Альмейда и Д. дю Ороном в 1858 г., реализован в кинематографе Л. Люмьером в 1935 г. [1, с. 2].

Технология создания анаглифа не требует значительных ресурсов и затрат в отличие от технологии создания:

- затворных стереочков. На экран проецируется картинка то для левого глаза, то для правого, соответственно, очки открывают обзор то левому глазу, то правому. Для использования 3D Vision нужен ЖК-, плазменный или OLED-монитор с частотой развёртки 100 Гц или выше, видеокарта от nVIDIA с 3D Vision и специальные очки;

- поляризованных стереочков. Сами очки несколько дороже анаглифных и требуют прецизионного спецоборудования, вдобавок киноэкран должен быть алюминированным, чтобы не было деполяризации света. Очки, основанные на линейной поляризации, дешёвле, но при наклонах головы стереоэффект теряется. Применяются в 3D-кино формата IMAX 3D;

- стереочков с многополосными фильтрами. Очки обеспечивают стереоэффект за счёт того, что линзы пропускают лишь узкие полосы красного, зелёного и синего. Проекционное оборудование относительно дёшево, но сами стереочки дороги. Применяются в 3D-кино формата Dolby 3D;

- стереодисплея. Это оптический инструмент, с помощью которого два плоскостных изображения комбинируются таким образом, что наблюдатель получает впечатление рельефного предмета;

- виртуального шлема (VR HMD). Шлем, который показывает для каждого глаза отдельные изображения, в результате чего получается стереоэффект. Для просмотра трёхмерных данных на компьютере в стереорежиме необходимо воспользоваться стереодрайверами.

Областью применения анаглифов могут быть видеозанятия и лекции, интерактивные модели и приложения, лекции, снятые в 3D-студии виртуальной реальности, фотографии, слайды, графики, схемы и диаграммы, презентации, сложные темы и занятия, тематические занятия и лекции.

Анаглиф позволяет улучшить восприятие материала, сделать сложные материалы более доступными, внедрить современные процессы работы с трёхмерными данными.

Наибольший интерес для науки и образования представляют комплексные системы и решения: визуализация данных, полученных с приборов (микроскопов, томографов, сканеров и др.); 3D-видео- и фотосъёмка сложных процессов и объектов; визуализация данных научных и прикладных исследований; показы на выставках, мероприятиях и презентациях; 3D-печать, трекинг движения, 3D-видеосъёмка и др.

Системы 3D и виртуальной реальности уже давно применяются в таких областях, как геология, картография, неогеография, аэрофотосъёмка и сканирование поверхностей, океанология.

Всё большее количество геоинформационных и других специальных систем поддерживает 3D-режим.

Заключение. Техника стремительно развивается. В настоящее время появилась возможность использовать современные технологии как создания, так и применения 3D-изображений и 3D-видеофильмов в практике образовательной деятельности, причём предлагаемые варианты опираются на использование свободно распространяемого программного обеспечения и самостоятельно изготовленные приспособления для работы с фото и видео. Важно, что студенты сами и под руководством преподавателя смогут создавать 3D-видеоролики и 3D-фотографии. Тем самым они приобретут навыки работы с новейшими технологиями создания простейших приспособлений для просмотра трёхмерных объектов, будут делать красивые презентации, украшать страницы сайтов и блогов, научатся работать с проектами и получат уникальный жизненный опыт.

3D-технологии в образовании можно использовать для показа сложных тем, тематических занятий и лекций, создания студентами собственных 3D-изображений и 3D-роликов, написания 3D-проектов, презентаций и работ, использования этих технологий для развития творческих способностей, привлечения и концентрации внимания студентов к занятиям, улучшения восприятия материала, развития абстрактно-образного мышления студентов инженерного профиля.

Список цитируемых источников

1. Рожков С. Н., Овсянникова Н. А. Стереоскопия в кино-, фото-, видеотехнике. М. : Парадиз, 2003. 135 с.

ВИРТУАЛЬНОЕ ИСКУССТВО КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье анализируются вопросы функционирования цифрового искусства как элемента системы инфокоммуникационных технологий.

The questions of the virtual art functioning in the infocommunication system are analyzing in the article.

Введение. Интенсивное распространение компьютерных технологий, их включённость во все сферы жизни общества привело к настолько сильным трансформациям во всех сферах общественной деятельности, что в 80-е гг. XX в. был сделан вывод о возникновении «компьютеризированного», или «информационного», общества как нового этапа в развитии человеческой цивилизации.

В настоящее время речь идёт о формировании глобальной системы информационно-коммуникационных технологий как принципиально нового компонента современной цивилизации. Появление данной системы явилось закономерным и необходимым этапом в развитии человеческого общества. С её возникновением ноосфера как планетарная оболочка Земли приобрела логически завершённый вид. В известном смысле становление глобальной по масштабам системы получения (производства), обработки, хранения, передачи, распределения, обмена и потребления (использования) информации означает появление единой для всей планеты «системы психического отражения». Как известно, психика есть форма отражения объективной реальности, присущая системам, активно взаимодействующим с внешней средой. Отражение реальности в ней происходит в форме идеальных образов, которые функционально (не предметно) выделяются и переносятся за пределы отражающего субъекта. Иными словами, уже на данном уровне как структурном компоненте деятельности возникает новая реальность, подобная объективной, но не совпадающая с нею полностью.

Основная часть. Данное свойство чётко проявляется в функционировании системы инфокоммуникационных технологий. В процессе их развития, очевидно, происходит определённое «удвоение» реальности. В виртуальной сфере постепенно формируются компоненты, которые уже присутствуют в объективной реальности. Безусловно, их свойства и способы функционирования отличаются от объективных прототипов. Однако базовые функции достаточно чётко воспроизводятся. Можно однозначно утверждать, что виртуальная реальность постепенно воспроизводит сферы, которые традиционно выделяются в структуре социума: экономическую, социальную, политическую и духовную. В отношении последней в настоящее время можно утверждать о постепенном формировании в виртуальной среде компонентов, аналогичных традиционно выделяемым формам общественного сознания.

С нашей точки зрения, наиболее полно данные процессы проявляются в формировании эстетического сознания в целом и виртуального искусства как его элемента в частности. Здесь можно выделить два основных направления развития.

Во-первых, активное проникновение средств виртуальной реальности в сферу «традиционного» искусства. Это особенно характерно для деятельности музеев, выставочных комплексов и т. д. Все крупные галереи современного искусства уже не обходятся без аудио- и видеоинсталляций, компьютерной живописи, гипертекстовой литературы, цифровой поэзии и других уникальных творческих работ, созданных при использовании IT-технологий. Однако данные формы творческого самовыражения играют вспомогательную роль в обеспечении функционирования «традиционного» искусства.

Во-вторых, «собственно виртуальное» искусство. В этой области, несмотря на сравнительно небольшой период развития, уже сформировалось достаточно большое количество форм и направлений: видеоинсталляции, 3D-объекты, анимация в формате GIF, JPG-изображения, литературные гипертекстовые экзерсисы, арт-сайты и т. д.

Сформировались также «переходные» формы искусства, например, цифровая живопись, основанная на произведениях традиционного искусства, которые переносятся в цифровую среду, имитирующую первоначальный материальный носитель. В дальнейшем полученный объект дорабатывается при помощи графических редакторов и иного программного обеспечения.

На наш взгляд, к «действительно виртуальному» в сфере изобразительного искусства можно отнести только направление «Мультитачарт» (его основателем считается К. Худяков). «Картины» этого художника интерактивны, они взаимодействуют со зрителем при контакте — реагируют на движение руки или тела зрителя, меняют графику, цвета, композицию. Таким образом, данная форма творчества, используя возможности, предоставляемые виртуальной сферой, выходит на качественно новый уровень взаимодействия с воспринимающим субъектом, который, в принципе, недостижим в традиционном искусстве.

Анализируя данное направление, можно зафиксировать тенденции формирования специфических для виртуального искусства способов создания объектов, их эстетических характеристик, норм и идеалов творчества и т. д.

Помимо специфической эстетики искусство в виртуальной сфере уже формирует и собственный рынок. Многие крупные аукционные дома начинают продавать цифровое искусство. Первым крупным аукционным домом стал Philips.

Понятно, что произведения такого искусства естественнее реализовывать в однотипной для него среде. Поэтому уже создаются порталы, изначально специализирующиеся именно на продаже произведений виртуального искусства (например, Daata Editions, Artspace, Paddle8). Необходимо отметить, что стоимость произведений виртуального искусства сравнительно низка, коллекционирование данных арт-объектов перестаёт быть привилегией самых богатых людей, становится принципиально более демократичным.

В настоящее время можно выделить несколько направлений в развитии рынка цифрового искусства: отдельные изобразительные арт-объекты, 3D-скульптуры, арт-сайты. Стоимость произведений искусства первой группы начинается с нескольких сотен и может достигать нескольких тысяч долларов США. Самая дорогая 3D-скульптура (автор К. Прайс) была продана за 509 тыс. дол. США. Реализация арт-сайтов осуществляется на основе Art Website Sales Contract — договора, который накладывает на покупателя определённые обязательства по поддержанию и постоянному обновлению сайта.

В процессах развития искусства в виртуальной сфере присутствует ряд проблем. Первая (и принципиально важная) — является ли digital-арт истинным искусством? Очевидно, что в решении данной проблемы имеются два взаимоисключающих подхода. При однозначно положительном решении вышеназванной проблемы возникает ещё целый ряд конкретных проблем второго порядка. Отметим лишь некоторые, наиболее очевидные в настоящее время.

Во-первых, возникает целый ряд вопросов авторского права, связанных с возможностью владения, хранения, тиражирования объектов виртуального искусства. В общем виде вопрос формулируется следующим образом: зачем покупать файл, если его можно скачать?

Во-вторых, возникают технические вопросы хранения произведений digital-арт. Основная проблема здесь заключается в том, что форматы, в которых создавались цифровые произведения, постепенно устаревают и перестают поддерживаться новыми средствами инфокоммуникационных технологий. А при переводе арт-объектов в новые форматы исходные данные могут измениться так, что их невозможно раскодировать. Иными словами, со временем произведение виртуального искусства не просто стареет, как реальное, а становится малодоступным для восприятия или просто исчезает. Данную проблему пытаются решить некоторые музеи, которые занимаются консервацией цифровых объектов (например, Новый музей современного искусства и Музей американского искусства Уитни в Нью-Йорке). Однако пока выход отсутствует.

Заключение. Можно сделать вывод об интенсивном формировании в рамках развивающейся инфокоммуникационной системы человеческой цивилизации аналога эстетической формы общественного сознания, который активно взаимодействует с соответствующими явлениями и процессами реальной жизни. Причём данный компонент виртуальной сферы уже сейчас демонстрирует наличие собственных внутренних закономерностей, которые обеспечивают его постоянную эволюцию как специфического элемента ноосферы. При этом в процессе функционирования виртуальное искусство достаточно активно воздействует и на процессы развития искусства реального. Результатом такого воздействия являются возникающие переходные формы творческого отражения реальности, включающие элементы обеих форм искусства.

УДК 004.92

Е. А. Моргун

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

Текст публикации не представлен по решению автора.

Репозиторий Баргу

Репозиторий Баргу

З. Н. Примичева,

*кандидат физико-математических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники», Минск*

Т. А. Романчук,

*кандидат физико-математических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники», Минск*

О ПРОБЛЕМАХ КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРА

Квалификация современного инженера в достаточно большой степени определяется уровнем его математической подготовки, так как именно она служит той базой, на которой строятся остальные дисциплины. В статье нами рассмотрены некоторые проблемы математической подготовки студентов.

The skills of the modern engineer in a fairly large extent determined by the level of his mathematical training, because it is the base on which the rest of the subjects are built. In the paper we considered some problems of mathematical training of students.

Введение. В современном мире в условиях стремительного научно-технического прогресса важнейшую роль приобретает не просто высшее, а высшее техническое образование, поскольку именно от уровня его развития зависит экономический и социальный потенциал общества в целом.

Однако в последнее время высшее профессиональное образование сталкивается с серьёзными трудностями. Это связано с тем, что существующая педагогическая система подготовки специалистов оказалась просто не готова к тем изменениям в требованиях, которые общество предъявляет к современному специалисту, в первую очередь инженеру (системность мышления, творческая активность, высокая мотивация, профессиональная мобильность).

Основная часть. Содержание каждого предмета в учреждении высшего образования вносит свой специфический вклад в формирование и становление будущего специалиста. Особое место среди фундаментальных дисциплин инженерной подготовки занимает математика. Высокий уровень математических знаний закладывает основы инженерного мышления и помогает формировать такие качества личности, как инициативность и ответственность за результаты своего труда. Система усвоенных математических знаний способствует организации математической культуры, являющейся инструментом достижения профессиональной компетентности инженера. Математическая культура дисциплинирует информационный фундамент для последующего восприятия и усвоения специальных дисциплин, обеспечивает профессиональную мобильность инженера, формирует основу для последующего непрерывного самообразования с целью поддержания квалификации на современном уровне.

В настоящее время одной из проблем высшей технической школы является увеличение количества изучаемых предметов и одновременное сокращение времени на изучение дисциплин естественнонаучного цикла, в первую очередь математики, при этом количество учебного материала по данной дисциплине остаётся практически неизменным. Для повышения качества обучения математике необходимо наряду с компьютеризацией и информатизацией образования проводить интенсификацию обучения, непрерывность математической подготовки на протяжении всего периода обучения будущего инженера, интеграцию математики со специальными и техническими дисциплинами, усиливать профессиональную направленность математики, корректировать учебные планы в соответствии с изменяющимся характером инженерной деятельности [1, с. 91]. Информационные технологии позволяют создавать методики обучения, ориентированные на интеллект, на самостоятельное получение знаний; осуществлять обратную связь; обеспечивать компьютерную визуализацию математической информации, графическую интерпретацию исследуемых закономерностей; производить математическое моделирование изучаемых объектов; хранить большие объёмы информации; управлять учебной деятельностью и контролировать её результаты. Информатизация образования выдвигает ряд требований к проведению учебного процесса: лекционный курс сопровождается презентациями, при составлении заданий преподаватель учитывает разную степень подготовленности и разные возможности студентов в освоении нового материала, использование информационных технологий при решении аналогичных задач для закрепления полученных знаний, проведение компьютерного тестирования. Перенос учебной информации на электронные носители с последующим её структурированием в виде целостных учебно-методических комплексов и интегрированных систем электронных информационных ресурсов представляет собой мощный резерв интенсификации учебного процесса, повышения его качества и расширения потенциальной студенческой аудитории.

Сложности в изучении математики и её преподавании обусловлены ещё и разным уровнем подготовленности абитуриентов по предмету. Поэтому преподавателю важно подбирать доступные уровень и темп изложения материала, выделять базовые, фундаментальные понятия, методы и приёмы, использовать учебно-методические комплексы (курс лекций, практикум, пакет индивидуальных заданий), написанные для конкретной специальности и дифференцированные по сложности и содержанию.

В современной высшей школе имеется и ряд противоречий, связанных с математической подготовкой будущих специалистов-инженеров [2]. С одной стороны, противоречие между объективной ролью математики в профессиональной деятельности конкурентоспособных специалистов и отсутствием в технических учреждениях высшего образования такой методической системы образования, которая учила бы их эффективно применять математические знания, культуру математического мышления в будущем. С другой стороны, противоречие между практикой обучения и развивающейся теорией педагогики. Традиционные методы обучения отличаются слабой направленностью на формирование у студентов умений решения конкретных практических задач, как правило, преподаватель передаёт студентам готовые знания, репродуцируя их в сжатой конспективной форме. Материал усваивается студентами не полностью и, чаще всего, поверхностно. Многие студенты остаются пассивными зрителями, безынициативно выполняя установленный объём учебных задач. Эвристический же подход не блокирует творческую инициативу студентов, которые приобретают новые знания через решение поставленной ими проблемы. Преподаватель ненавязчиво руководит этим процессом, стремясь к развитию мышления студентов, постепенно ведя их к полному пониманию учебного материала. Учитывая фактор времени, в течение которого преподаётся курс высшей математики в учреждении высшего образования технического профиля, квалифицированный преподаватель в разные периоды обучения использует различные подходы и их определённые комбинации. В силу крайне низкого уровня математической подготовки нынешних абитуриентов нужен целый комплекс действий, который позволил бы педагогу управлять учебным процессом, активизируя его и демонстрируя важность и необходимость сознательного изучения предмета. Методическая система обучения математике должна перестраиваться на приоритет развивающей функции обучения по отношению к образовательной и обеспечивать овладение комплексом знаний, умений и навыков, необходимых как для изучения на современном уровне различных дисциплин, так и для профессиональной деятельности [3, с. 38]. Логика дедуктивного метода организации научных знаний должна заменяться логикой познавательного процесса, переходить от конкретных примеров через их анализ к теоретическим обобщениям и далее к широкой практике и приложениям.

Современная математическая наука, центральным объектом которой стало понятие математической модели, превратилась в мощный инструмент анализа и прогнозирования технических и технологических процессов, природных явлений и общественных ситуаций. В сочетании с возможностями компьютерных технологий она пробудила новое направление научного познания — математическое моделирование и математический эксперимент [4]. Поэтому необходимо включать в учебные программы базовой математической подготовки будущих инженеров новые разделы математики. Новые математические курсы могут быть внедрены в учебный процесс путём уплотнения программы стандартного курса математики, целесообразного перераспределения академических часов между темами внутри самого курса, использования новых специальных курсов.

Совершенствование системы высшего образования и глобальная математизация наук влекут за собой повышение требований к математическим знаниям выпускников. Компьютерная математика не способна заменить традиционную математику, поскольку всякая компьютерная программа имеет свои границы применимости, и, следовательно, даже на уровне использования мощных вычислительных средств необходимо проводить предварительный анализ решаемой задачи, опираясь на математические, физические, экономические закономерности. Поэтому специалист в любой сфере деятельности должен иметь фундаментальную подготовку. Особо важную роль при этом играет педагог, имеющий устойчивую установку на саморазвитие не только в личностном плане, но и в профессиональной деятельности. Именно от преподавателя во многом зависит отношение студентов к предмету, от того, насколько интересно представлен им учебный материал и какие создаются условия для формирования познавательной деятельности в процессе обучения математике.

Заключение. В настоящее время перед системой образования стоит очень сложная задача — опережающая подготовка специалистов, ориентированных не только на текущие, но, самое главное, на перспективные потребности экономики, производства и общества; специалистов, обладающих высоким интеллектуальным и профессиональным уровнем, системным и аналитическим мышлением, умеющих принимать оперативные и нестандартные решения в быстро меняющемся современном мире. Однако это невозможно без качественной математической подготовки любого современного специалиста, а не только инженера.

Список цитируемых источников

1. Дворецкий С. И., Муратова Е. И. Система подготовки инженера 21 века и дидактические условия её реализации // Инженер. образование в 21 в. Тамбов, 2001.

2. Василевская Е. А. Профессиональная направленность обучения высшей математике студентов технических вузов : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. М., 2000. 229 с.
3. Носков М. В., Шершнева В. А. Компетентностный подход к обучению математике в техническом вузе // Высш. образование в России. 2005. № 4. С. 36—39.
4. Плотникова С. В. Профессиональная направленность обучения математическим дисциплинам студентов технических вузов : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Самара, 2000. 160 с.

УДК 004.932.4

И. В. Прихач

Белорусский национальный технический университет, Минск

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ШУМ

В статье рассматриваются основные количественные характеристики изображения, содержащего шум. В качестве статистических оценок используются среднее значение и дисперсия. Полученные гистограммы сравниваются с нормально распределённой гистограммой.

This article reviews the basic quantitative characteristics of the image, containing noise. Mean and variance are used as the statistical estimators. The obtained histograms are compared to the histograms with the normal distribution.

Введение. Вследствие несовершенства технологии получения снимков промышленного назначения большинство из них обладает определённого рода дефектом, называемым шумом. Он выражается в проявке на снимках хаотично разбросанных значений пикселей различной интенсивности. Основными причинами этого являются высокая чувствительность матрицы прибора при низкой освещённости, неправильно установленные параметры выдержки, технические неисправности электроники и др.

Основная часть. Фактически шум представляет собой ошибки в записи файла с матрицы прибора. Чтобы оценить, насколько объективно изображение отражает реальную картину, необходимо дать количественную оценку множества пикселей, содержащих шум.

В качестве оценки параметров шума используем дисперсию и среднее значение интенсивности изображения. Представим снимки, полученные с помощью промышленного микроскопа (рисунок 1).

Будем придерживаться следующей процедуры при оценке шума на изображении. Основная задача будет заключаться в оценке среднего значения (математического ожидания) и дисперсии интенсивности изображения, что позволит определить уровень «зашумленности» изображения.

Пусть z_j — дискретные значения интенсивности цветового спектра исходного изображения. Пусть вероятность появления величины интенсивности z_j на изображении вычисляется следующим образом:

$$p = \frac{n_j}{n},$$

где n_j — количество пикселей, которые попали в j -й диапазон; n — общее количество пикселей.

Введём в рассмотрение статистический центральный момент:

$$\mu_n = \sum_{i=1}^L (z_i - m)^n \cdot p(z_i),$$

где z_i — значение i -й интенсивности; m — среднее значение, $m = \sum_{i=1}^L z_i \cdot p(z_i)$.

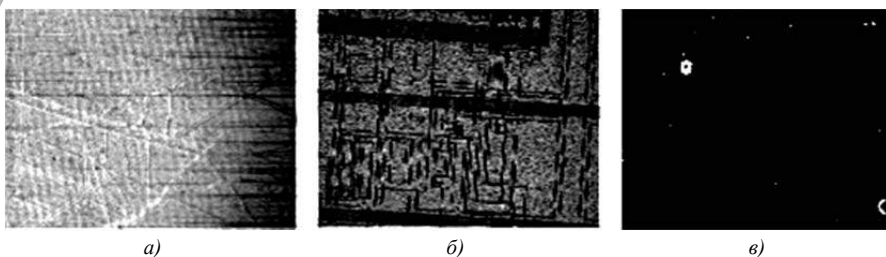


Рисунок 1 — Снимки дифракционной решётки металлической пластины (а), полупроводникового кристалла (б), пористой структуры угля (в)

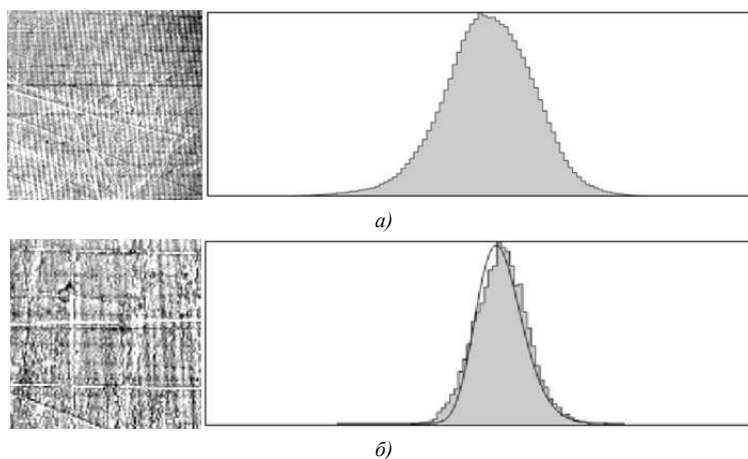


Рисунок 2 — Снимок дифракционной решётки металлической пластины (а) и область интереса (б) с их гистограммами

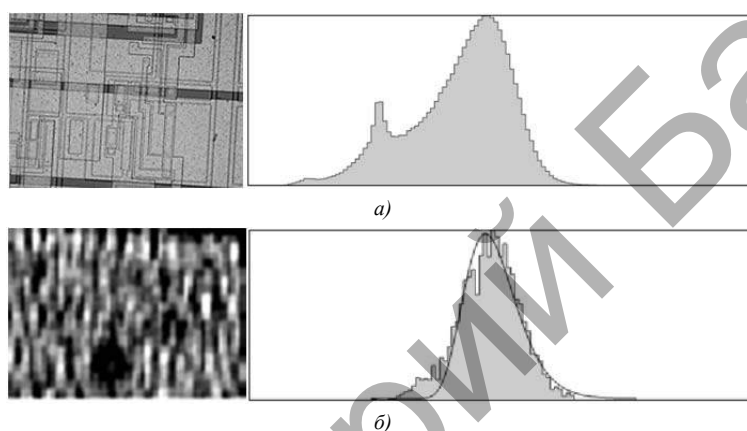


Рисунок 3 — Снимок полупроводникового кристалла (а) и область интереса (б) с их гистограммами

Поскольку количество всех n_i совпадает с общим количеством пикселей на изображении, то можно считать гистограмму нормированной.

Для реализации этих оценок зашумленности изображений может быть использована система Mathematica. Поскольку изображение в компьютере хранится в виде матрицы интенсивностей пикселей, иногда эти матрицы содержат тысячи и десятки тысяч элементов. По этой причине сложностью при работе в системе является то, что большое количество операций приводит к переполнению памяти, и такая простая операция, как сумма этих элементов, становится невыполнимой.

Для подсчёта средней интенсивности изображения изменим структуру выражения, получив вместо списка сумму всех элементов: `ImageData[«Изображение»]/Flatten/(ImageDimensions[«Изображение»][[1]]*ImageDimensions[«Изображение»][[2]])/.List->Plus.`

Для оценки параметров шума непосредственно на зашумленном изображении необходимо выбрать область, по возможности однотонную, фоновую или тёмную, так как шум в большой мере проявляется именно на подобных участках, и распределение яркости будет произведено благодаря ему. По выбранной в соответствии с вышеизложенными требованиями области строится бинарная маска — исходное изображение с выделенной областью интереса переводится в бинарное. После этого строится гистограмма области интереса и высчитывается среднее значение и дисперсия области интереса исходного изображения, накрытого бинарной маской. Находя количественные параметры однотонной области, можно оценить отклонения от среднего уровня интенсивности изображения. Построим гистограммы рассмотренных изображений и сравним их распределения с гауссовым шумом (рисунки 2 и 3).

Распределение шума на исходном изображении наиболее походит на гауссов шум. Следовательно, средняя интенсивность изображений с шумом равна средней интенсивности этих изображений без шума, так как область интереса однородна по интенсивности, то можно утверждать, что дисперсия прежде всего определяется дисперсией шумового слагаемого.

Низкая степень шумового загрязнения данного изображения связана, прежде всего, с высокой точностью прибора, с помощью которого были сделаны данные снимки.

Заключение. Рассмотрена статистическая оценка одного из ряда дефектов изображения. В качестве количественных оценок выбрана дисперсия и среднее значение интенсивности.

С. І. Русан,

кандыдат тэхнічных навук, дацэнт

Установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт», Баранавічы

А. Л. Полюх

Установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт», Баранавічы

ДЫНАМІЧНЫ АНАЛІЗ КАЧЭННЯ ТЭХНАЛАГІЧНАГА КОЛА

Кола разглядаецца як цвёрдае цела ў працэсе раўнамернага і паскоранага качэння. Распрацавана метадыка вызначэння неабходных для яго руху па плоскасці без слізгання сіл шчаплення. Устаноўлены крытэрыі для вызначэння напрамку качэння кола і знойдзена велічыня неабходнай рухаючай сілы.

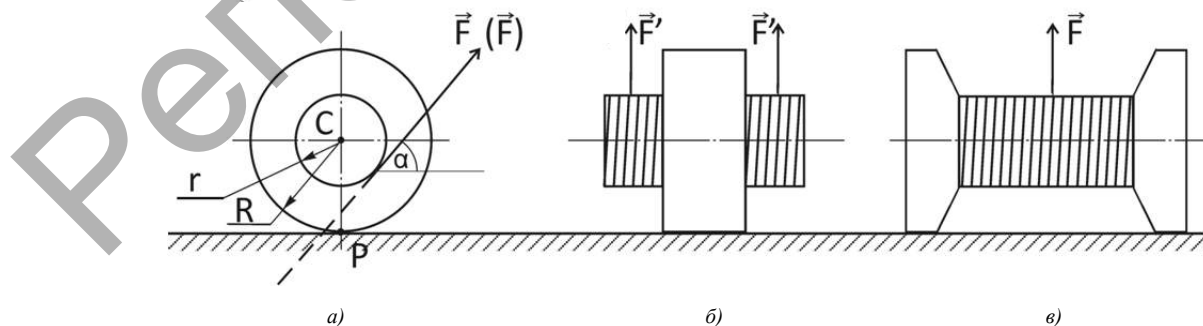
The wheel is considered as a solid body in the process of the uniform and accelerated rolling. The criterion for determination of the rolling direction is established, and the value of a necessary driving force is found. The method was developed for determining the necessary forces of adhesion, providing the wheel rolling on a plane without slipping.

Уводзіны. Тэхналагічным колам будзем мадэліраваць шырока распаўсюджаныя ў тэхніцы цэлы цыліндрычнай формы: катушкі, каткі, бухты, бабіны і інш. Ад транспартных колаў яны адрозніваюцца большай разнастайнасцю форм, размераў, спецыфікай нагрузак, умоў качэння. Транспартныя колы могуць разглядацца як прыватны варыянт тэхналагічных.

Колы будзем лічыць абсалютна цвёрдымі цэламі. Задача даследавання руху такіх аб'ектаў можа разглядацца ў вучэбным курсе тэарэтычнай механікі. Аднак там яна не выдзяляецца ў асобную тэму, таму адпаведная метадыка даследавання не распрацавана. Апісаным становішчам абумоўлены змест нашай работы. Разам з тым, актуальная распрацоўка дазваляе пашырыць тэматыку навукова-даследчай працы студэнтаў. Адзін з прыярытэтаў якасці афармлення даследавання — яго даступнасць для студэнтаў сярэдняга ўзроўню падрыхтоўкі.

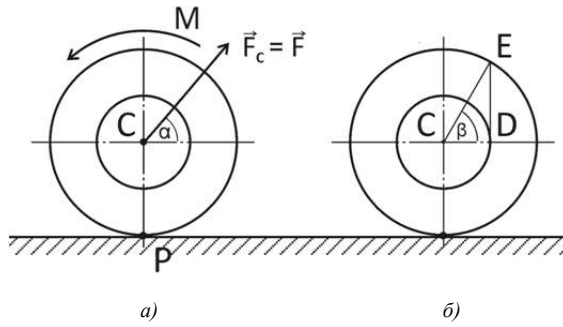
Асноўная частка. Метадыку прымянення абстрактных формул курса тэарэтычнай механікі разгледзім на канкрэтным прыкладзе. Ступенчатае кола масы m , геаметрычныя параметры якога роўныя r і R , устаноўлена на гарызантальную шурпатую плоскасць. Дзеючая на яго сіла F нахілена пад вуглом α да плоскасці (рысунак 1, *a*). Вугал α можа прымаць значэнні ў межах ад 0 да 90° . Каэфіцыент трэння слізгання роўны f . Момент трэння качэння M_T мы пакуль будзем лічыць роўным нулю, але далей ўвядзем для яго вызначэння каэфіцыент δ , тады будзем лічыць $M_T = \delta N$. Трэба вызначыць сілу шчаплення $F_{шч}$, неабходную для раўнамернага ці паскоранага качэння кола без слізгання.

Пачынаючы вывучэнне руху кола, неабходна вызначыць яго форму ў прасторы і спосаб прыкладання сілы F . Для гэтага паказаны яго магчымы выгляд збоку (рысунак 1, *b, в*). Сіла F (ці $F' = F/2$) прыкладзена да канца троса, што змотваецца з цыліндра радыуса r . Значыць, яе лінія дзеяння заўжды датычна да малой акружнасці. Пры адсутнасці дастатковага досведу аналізу нават вызначэнне напрамку качэння выклікае цяжкасці. Таму вывучэнне руху кола пачнем з пошуку адказу на закранутае пытанне. Выканаем паралельны перанос сілы F з пункта A ў цэнтр кола C . Раўназначнае сіле F новае ўздзеянне на аб'ект цяпер складаецца з сілы $F_C = F$ і пары сіл з момантам $M = Fr$ (рысунак 2, *a*). Кожны з кампанентаў нагрузкі па рознаму ўздзейнічае на кола: сіла F_C імкнецца каціць яго ўправа, а пара M — улева. Пры гэтым момант качэння, ствараемы сілай F_C , роўны $F_C \cos \alpha R = F \cos \alpha R$.

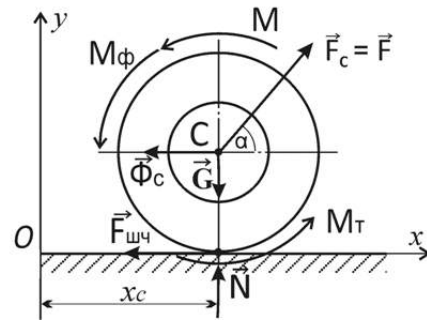


a — галоўны від; *b, в* — від збоку (два варыянты)

Рысунак 1 — Тэхнічнае кола пад нагрузкай



а — перанос сілы; б — пабудова гранічнага вугла β
 Рисунак 2 — Вызначэнне напрамку качэння



Рисунак 3 — Сілавое ўздзеянне на кола пры паскораным качэнні ўправа

Відавочна, што пры адсутнасці моманта трэння качэння ўмова паскоранага руху кола ўправа выражаецца няроўнасцю: $F \cos \alpha > M$, ці $R \cos \alpha > r$. Інакш: $\cos \alpha > \cos \beta$ і $\alpha < \beta$, дзе $\cos \beta = r/R$ (рысунак 2, б). Разважаючы аналагічна, прыходзім да высновы, што пры $\alpha > \beta$ кола з паскарэннем коціцца ўлева, а пры $\alpha = \beta$ кола не пачне каціцца. Вугал β , што характарызуе структуру кола, назавём гранічным. Такім чынам, напрамак качэння кола вызначаецца суадносінамі вуглоў нахілу сілы F і гранічнага вугла кола. Яго можна вызначыць і візуальна без пераносу сілы F у пункт C . Для гэтага неабходна дакладна ў пэўным маштабе нарысаваць кола і пабудаваць лінію дзеяння сілы F . Калі яна будзе перасякаць плоскасць качэння злева ад пункта P (гл. рысунак 1, а), то кола будзе каціцца ўправа, і наадварот. Калі ж лінія дзеяння рухаючай сілы пройдзе дакладна праз пункт P , то качэнне не пачнецца.

Качэнне кола без слізгання магчыма толькі пры пэўным значэнні сілы шчаплення, што ўзнікае ў плоскасці яго кантакту з паверхняй качэння. Мінімальнае значэнне такой сілы вызначым для двух відаў качэння: раўнамернага і паскоранага. Для даследавання руху кола выкарыстаем прынцып Даламбера. Для гэтага да зададзенай сілы далучым сілы інерцыі:

$$\Phi_C = ma_c = m\ddot{x}_c; \quad M_\Phi = I_{cz} \varepsilon = I_{cz} \ddot{\varphi}. \quad (1)$$

Тут захаваны абазначэнні, прынятыя ў курсе тэарэтычнай механікі. Пры паскораным качэнні ўправа (рысунак 3) паводле метада кінетастатыкі атрымаем:

$$\begin{aligned} \sum X_i = F \cos \alpha - F_{\text{шч}} - \Phi_C = 0; \quad \sum Y_i = F \sin \alpha - G + N = 0; \\ \sum M_C(F_i) = F_{\text{шч}} R - M - M_T - M_\Phi = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

З кінематыкі вядома, што пры раўнамерным качэнні $a_c = 0$, $\varepsilon = 0$, таму ў формулах (1) і (2) $\Phi_C = M_\Phi = 0$. Мы пакуль лічым $M_T = 0$. Вядома, што пры руху без слізгання сіла шчаплення $F_{\text{шч}}$ можа прымаць любое значэнне ад 0 да $\pm fN$, таму знойдзенае значэнне сілы шчаплення будзе вызначаць мінімальны, патрэбны для такога руху, каэфіцыент шчаплення f . Сілу шчаплення, неабходную для раўнамернага качэння, будзем называць статычнай і абазначаць літарамі $F_{\text{шч}}^{\text{ст}}$. З першага ураўнення (2) знаходзім: $F_{\text{шч}} = F_{\text{шч}}^{\text{ст}} = F \cos \alpha$.

Варта адзначыць, што раўнавага нерухомага кола ці раўнамернае качэнне магчымы толькі пры пэўным вугле $\alpha = \beta = \arccos r/R$. Раўнавага ці раўнамернае качэнне без слізгання магчымы, пакуль сіла F не перавышае максімальнага значэння, абмежаванага ўмовай $F \cos \alpha = F_{\text{шч}}^{\text{ст}} \leq fN$; раўнамернае ж качэнне са слізганнем (калі $V_C = \text{const}$, $\omega = \text{const}$, але $\omega R \neq V_C$) магчыма толькі пры адзіным значэнні рухаючай сілы F : тады напрамак сілы трэння вызначаны напрамкам праслізгвання кола адносна плоскасці, а яе велічыня заўсёды роўная fN . У абодвух гэтых выпадках, з другога ўраўнення (2) $N = G - F \sin \alpha$, і тады канчаткова маем:

– без слізгання $F \cos \alpha = F_{\text{шч}}^{\text{ст}} \leq fN = f(G - F \sin \alpha)$, адсюль мінімальны патрэбны каэфіцыент трэння

$$f \geq F \cos \alpha / (G - F \sin \alpha);$$

– пры наяўнасці слізгання $F \cos \alpha = F_{\text{сл}} = fN = f(G - F \sin \alpha)$, і раўнамерны рух кола магчымы толькі пры адзіным значэнні сілы

$$F = fG / (\cos \alpha + \sin \alpha). \quad (3)$$

Мы амаль скончылі разгляд спрощанага варыянта задачы, калі лічылі $M_T = 0$. Трэба дадаць, што для агульнасці можна разгледзець вуглы дзеяння сілы ў больш шырокіх межах: $-180^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$. Гэта дасць яшчэ адзін варыянт для раўнавагі кола ці яго раўнамернага руху, калі лінія дзеяння сілы таксама праходзіць праз пункт P , але ўжо накіраваная ўніз. Трэба адзначыць, што пры адмоўным α у выразе (3) для рухаючай сілы назоўнік відавочна можа ператварацца ў ноль пры $f = -\operatorname{ctg} \alpha$. Гэта значыць, што пры пэўных параметрах сістэмы раўнамернае качэнне са слізганнем стане ўвогуле немагчыма ні пры якім значэнні рухаючай сілы, ці кола можа заклініць у час руху (маецца на ўвазе амаль імгненны і вельмі значны рост сілы нацягнення тросу за кошт запasu кінетычнай энергіі).

Цяпер разгледзім момант супраціўлення качэнню, калі $M_T = \delta N \neq 0$. Тады з трэцяга ўраўнення сістэмы (2), у якім $M_T = \delta N = \delta(G - F \sin \alpha)$ атрымліваем $Fr + \delta(G - F \sin \alpha) - F \cos \alpha R = 0$; адсюль $F = \delta G / (R \cos \alpha + \delta \sin \alpha - r)$. Велічыні сіл F і $F_{\text{шч}}^{\text{ct}}$ пры качэнні кола ўправа і ўлева знаходзяцца па аднолькавых формулах, аднак значэнні сіл розныя; гэта тлумачыцца змяненнем вугла α , які ўжо не будзе роўны $\arccos r/R$ (лінія дзеяння рухаючай сілы не праходзіць праз пункт P , таму што з'явіўся дадатковы момант M_T). Пры змене правага напрамку качэння на левы необходимая сіла $F_{\text{шч}}^{\text{ct}}$ памяншаецца, а сіла F павялічваецца.

Выкарыстаем першае і трэцяе ўраўненні сістэмы (2). Выключаем з іх сілу $F_{\text{шч}}$, атрымліваем $M + M_\Phi + M_T - (F \cos \alpha - \Phi_C)R = 0$. Улічваючы, што тут спалучэнне $M_\Phi + \Phi_C R$ паводле залежнасцей (1) роўнае $I_{cz}\varepsilon + m a_c R = (I_{cz}/R + mR)a_c$, знаходзім:

$$a_c = (FR \cos \alpha - M - M_T) / (I_{cz}/R + mR) = \text{const.}$$

Цяпер зноў вяртаемся да першага ўраўнення сістэмы (2), з яго выражаем шукаемую дынамічную сілу шчаплення $F_{\text{шч}} = F \cos \alpha - \Phi_C = F \cos \alpha - m a_c$. Параўнанне з раўнамерным качэннем паказвае, што паскоранае качэнне кола прыводзіць да зніжэння сілы шчаплення на велічыню сілы інэрцыі. Ва ўсіх выпадках мы можам вызначыць адпаведны мінімальны каэфіцыент трэння слізгання: $f_{\min} = F_{\text{шч}} / N$.

Заклучэнне. У даследаванні выкладзена метадыка прымянення прынцыпа Даламбера для дынамічнага аналізу раўнамернага і паскоранага качэння тэхналагічнага кола; устаноўлены крытэрыі для вызначэння напрамку качэння; вызначаны статычная і дынамічная сілы шчаплення, неабходныя для качэння кола без слізгання; указана магчымасць закліньвання пры некаторых умовах качэння са слізганнем; паказана, што сілы шчаплення могуць залежыць ад напрамку качэння.

УДК 531

С. І. Русан,

кандыдат тэхнічных навук, дацэнт

Установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт», Баранавічы

Я. С. Стэцкі

Установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт», Баранавічы

ДЫНАМІЧНЫ АНАЛІЗ КАЧЭННЯ ВЯДУЧАГА КОЛА ПА ПЛОСКАСЦІ З ПЕРАМЕННЫМ КАЭФІЦЫЕНТАМ ТРЭННЯ СЛІЗГАННЯ

Выкананы якасны аналіз руху кола па плоскасці з пераменным каэфіцыентам трэння слізгання. Вызначана сіла шчаплення кола з плоскасцю, неабходная для раўнамернага і паскоранага качэння. Для даследавання выкарыстаны дыферэнцыяльныя ўраўненні плоскага руху цвёрдага цела.

A qualitative analysis of the motion of the wheel plane with variable coefficient of sliding friction. Determined the bond strength with the plane of the wheel, necessary for the uniform and accelerated rolling. The study used the differential equations of plane motion of a rigid body.

Уводзіны. Даследаванне руху аб'екта выконваецца на падставе гіпотэз і ўраўненняў, выкладзеных у курсе тэарэтычнай механікі. Мэта аналізу — паглыбленае вывучэнне руху аднаго з найбольш распаўсюджаных аб'ектаў тэхнікі — кола (альбо любога цыліндрычнага цела з кругавой накіравальнай). Кінематычны аналіз яго качэння выкананы ў работах [1]. Асаблівасць разглядаемай тут задачы заключаецца ва ўліку зменнасці механічнай характарыстыкі паверхні качэння — яе шурпатасці. Апошняя апісваецца пераменным каэфіцыентам трэння слізгання $f(x)$.

Асноўная частка. Прадставім тры графікі функцыі $f(x)$: 1 — $f(x)$ узрастае; 2 — $f(x)$ змяншаецца; 3 — $f(x)$ застаецца нязменнай (рысунак 1). Пункцірнай лініяй 4 паказана мінімальнае значэнне каэфіцыента

трэння f_{\min} , неабходнае для качэння кола без слізганьня. Велічыня f_{\min} не залежыць ад механічных уласцівасцей паверхні качэння, яе вызначэнне прыведзена ніжэй.

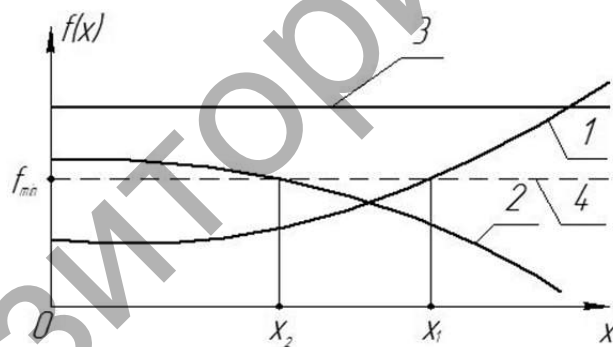
Кола ў агульным выпадку пераменнай уздоўж радыуса таўшчыні $h = f(\rho)$ (ці ступеньчатае) масы m коціцца па гарызантальнай шурпатай плоскасці пад дзеяннем пары сіл з момантам M . Да восі кола прыкладзена сіла F , што мадэлюе карыснае супраціўленне (рысунак 2). Зададзены каэфіцыент трэння слізганьня $f(x)$ і трэння качэння $\delta = \text{const}$. Патрэбна вызначыць неабходную для качэння без слізганьня сілу шчаплення $F_{\text{шч}}$ і характар руху кола.

Наяўнасць графікаў 1—4 (гл. рысунак 1) дазваляе скласці папярэднюю ўяву аб характары руху кола. На ўчастках шляху, для якіх розніца $\Delta f(x) = f(x) - f_{\min} > 0$, кола коціцца без слізганьня, а пры $\Delta f(x) < 0$ — са слізганнем. Так, калі $f(x)$ змяняецца паводле графіка 1, то на ўчастку шляху $x < x_1$ кола рухаецца са слізганнем; пры $x > x_1$ яго качэнне працягваецца без слізганьня. Пры змяненні каэфіцыента $f(x)$ паводле графіка 2 качэнне без слізганьня мае месца на ўчастку шляху $x < x_2$; далей кола рухаецца са слізганнем. Графіку 3 на ўсім шляху адпавядае качэнне без слізганьня. Характар качэння можна вызначыць па рысунку 1 візуальна без вылічэння $\Delta f(x)$: на тым участку, дзе графік функцыі $f(x)$ знаходзіцца вышэй пункцірнай лініі f_{\min} , качэнне адбываецца без слізганьня, а дзе ніжэй — кола коціцца са слізганнем [2].

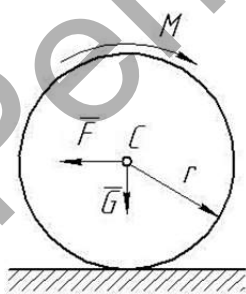
Калі на кола дзейнічае момант M , то яно можа знаходзіцца на шурпатай паверхні ў раўнавазе, можа каціцца па ёй без слізганьня раўнамерна ці паскорана толькі пры пэўных значэннях сілы шчаплення. Разгледзім прыватныя выпадкі.

Кола не рухаецца. Каб забяспечыць такі стан кола, замацуем яго цэнтр з дапамогай стрыжня BC (рысунак 3). Рэактыўную сілу, што ўзнікае ў плоскасці кантакта кола з паверхняй S будзем называць статычнай сілай шчаплення і абазначым літарай $F_{\text{шч}}^{\text{ст}}$. Для яе вызначэння складаем умову раўнавагі: $\sum M_C(\vec{F}_i) = F_{\text{шч}}^{\text{ст}} r - M = 0$. Адсюль $F_{\text{шч}}^{\text{ст}} = M/r$. Далей выкарыстоўваем ураўненні дынамікі плоскага руху цэла (захоўваем агульнапрынятыя ў курсе тэарэтычнай механікі абазначэнні):

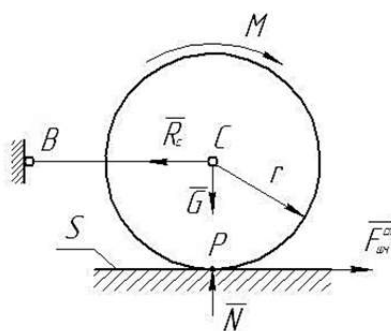
$$m\ddot{x}_c = \sum X_i, \quad m\ddot{y}_i = \sum Y_i, \quad I_c \ddot{\phi} = \sum M_C(F_i). \quad (1)$$



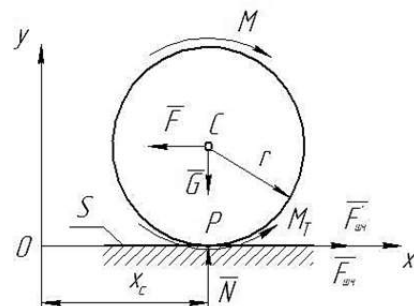
Рысунак 1 — Графікі змянення каэфіцыента трэння $f(x)$



Рысунак 2 — Кола на шурпатай плоскасці



Рысунак 3 — Кола ў раўнавазе



Рысунак 4 — Паскоранае качэнне кола

Кола коціцца без слізгання раўнамерна. Пры такім руху паскарэнне цэнтра кола $a_c = \ddot{x}_c$ і яго вуглавое паскарэнне $\varepsilon = \ddot{\phi}$ роўныя нулю. Гэта дазваляе запісаць першае і трэцяе ўраўненні ў выглядзе $\sum X_i = 0$; $\sum M_p(\vec{F}_i) = 0$. Улічваючы момант трэння M_T і сілу супраціўлення F (рысунак 4) атрымліваем:

$$F'_{\text{шч}} - F = 0; \quad M - M_T - F \cdot r = 0. \quad (2)$$

З другога ўраўнення (2) знаходзім неабходную для раўнамернага качэння кола сілу супраціўлення $F = (M - M_T)/r$. Затым з першага ўраўнення (2) вызначаем $F'_{\text{шч}} = F = (M - M_T)/r$. Як бачым, патрэбная для раўнамернага качэння без слізгання сіла $F'_{\text{шч}}$ пры $M_T = 0$ не адрозніваецца ад $F_{\text{шч}}^{\text{ст}}$, яе таксама будзем называць статычнай.

Кола коціцца без слізгання паскорана, гэта значыць знаходзіцца ў пераходным рэжыме руху. Адназначную сілу шчаплення назавём дынамічнай і абазначым літарай $F_{\text{шч}}$. Для яе вызначэння выкарыстаем першае і другое ўраўненні сістэмы (1) з правымі часткамі, адпаведнымі рысунку 4:

$$m\ddot{x}_c = F_{\text{шч}} - F; \quad I_z\ddot{\phi} = M - M_T - F_{\text{шч}} \cdot r. \quad (3)$$

Далей улічваем, што тут пры качэнні без слізгання $x_c = \phi r$, $\ddot{x}_c = \ddot{\phi} r$. Гэта дазваляе выключыць з сістэмы (3) \ddot{x}_c , $\ddot{\phi}$ і з атрыманага алгебраічнага ўраўнення вызначыць дынамічную сілу шчаплення [3], пры $I_z = mi_z^2$ яна роўная

$$F_{\text{шч}} = \frac{\left[\frac{(M - M_T)r}{i_z^2} \right]}{1 - \frac{r^2}{i_z^2}},$$

дзе i_z — радыус інерцыі кола.

Для параўнання велічыні $F_{\text{шч}}$ са значэннямі $F'_{\text{шч}}$ (ці $F_{\text{шч}}^{\text{ст}}$) апошнюю формулу прывядзём да выгляду $F_{\text{шч}} = \left[r^2 / (r^2 + i_z^2) \right] [(M - M_T)/r]$, альбо карацей: $F_{\text{шч}} = \gamma F'_{\text{шч}}$. Тут велічыня $\gamma = r^2 / (r^2 + i_z^2) < 1$; назавём яе каэфіцыентам змяншэння статычнай сілы шчаплення. Значыць, каб знайсці дынамічную сілу шчаплення, неабходна адпаведную статычную сілу памножыць на каэфіцыент змяншэння γ . Каб мець уяву, наколькі істотна ўплывае паскорана рух кола на сілу шчаплення, вылічым каэфіцыент γ для кола пастаяннай таўшчыні. Для яго радыус інерцыі $i_z^2 = r^2/2$. Тады $\gamma = \frac{r^2}{r^2 + (r^2/2)} = \frac{2}{3}$.

Ведаючы неабходную для качэння без слізгання сілу $F_{\text{шч}}$, можам знайсці адпаведны ёй мінімальны каэфіцыент трэння слізгання $f_{\text{мін}}$ з формулы $F_{\text{шч}} = f_{\text{мін}}N$. Рэакцыю плоскасці N вызначаем з другога ўраўнення (1) пры $\ddot{y}_c = 0$: $m\ddot{y}_c = G - N$. Атрымліваем $N = G = mg$. Графік велічыні $f_{\text{мін}}$ паказаны на рысунку 1.

Заклучэнне. У даследаванні выкладзена метадыка рашэння прыкладной задачы качэння кола, што засталася па-за ўвагай аўтараў падручнікаў па тэарэтычнай механіцы. Знаёмства з ёй назапашвае і ўзбагачае досвед рашэння нетыповых праблем. Атрыманы вынік у выглядзе формулы для вылічэння сілы шчаплення кола з плоскасцю качэння дазваляе прагназаваць магчымасць качэння кола і характар яго руху. Даследаванне зацікавіць дапытлівых студэнтаў і спецыялістаў у галіне транспартных машын і тэхналагічнага абсталявання.

Спіс цытаваных крыніц

1. Русан С. І., Стэцкі Я. С. Альтэрнатыўны аналіз скорасцей пунктаў кола пры качэнні па плоскасці са слізганнем // *Технологии, экономика и право: актуал. проблемы и инновации* : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 20 нояб. 2014 г. Барановичи : РИО БарГУ, 2014. С. 39—41 ; Русан С. І., Наліўка А. І. Выкарыстанне палёў у даследаванні паскарэнняў кола пры качэнні па плоскасці са слізганнем // *Технологии, экономика и право: актуал. проблемы и инновации* : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 20 нояб. 2014 г. Барановичи : РИО БарГУ, 2014. С. 36—39.
2. Русан С. І., Стэцкі Я. С. Альтэрнатыўны аналіз скорасцей пунктаў кола пры качэнні па плоскасці са слізганнем.
3. Русан С. І., Наліўка А. І. Выкарыстанне палёў у даследаванні паскарэнняў кола пры качэнні па плоскасці са слізганнем.

ИГРОВЫЕ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ НА ЗАНЯТИЯХ ИНФОРМАТИКИ

Интерес к предмету можно повышать, используя разные методы. Даже на самых методически грамотно составленных занятиях элемент обязательности сдерживает развитие увлечённости предметом. Поэтому на занятиях нужно как можно шире применять нетрадиционные формы обучения. Преподаватель должен прогнозировать активную и увлечённую работу своих обучающихся и использовать это как отправную точку для возникновения и развития любознательности, познавательного интереса.

Interest in the subject can be improved by using different methods but even the most methodologically well-written lessons element of compulsion hampers the development of the subject of fascination. So in the classroom should be as wide as possible use non-traditional forms of education. The teacher should predict an active and committed work of their students and use that as a starting point for occurrence and development of curiosity and cognitive interest.

Введение. Современная эпоха ставит перед образованием новую проблему — подготовить учащихся к жизни и профессиональной деятельности в высокоразвитой информационной среде, возможности получения дальнейшего образования с использованием современных информационных технологий обучения. На самом деле содержание обучения информатики не ограничивается только информационными технологиями, а несёт в себе значительный мировоззренческий потенциал, присущий исключительно данной дисциплине. На занятиях информатики в условиях обычной классно-урочной системы преподавателями успешно используются следующие методы и формы обучения, позволяющие эффективно построить учебный процесс с учётом специфических особенностей личности обучающегося: диалоги, работа в группах, игровые методики, информационные минутки, эвристический подход.

Обычно применяемая аудиторно-урочная система обучения делает неизбежной принадлежностью каждого занятия переход от фронтальной работы, от объяснения преподавателя к индивидуальной работе каждого обучающегося, завершать которую необходимо обсуждением итогов работы, причём желательным коллективным, при этом увеличивается как прямой (от преподавателя), так и обратный (от обучающегося) объём информации. При таком обмене информацией большую помощь оказывают компьютеры. Они позволяют учителю контролировать и степень усвоения материала учеником, и скорость его изложения для каждого конкретного ученика в зависимости от уровня подготовки. Занятия по информатике можно сделать интересными и занимательными, применяя ребусы, кроссворды, шуточные задания и стихи. Урок информатики нужен и интересен, когда он — искусство. Преподаватель должен быть художником своего занятия, т. е. сценаристом, режиссёром, актёром и критиком. Он должен иметь возможности для своего профессионального роста, от которого в немалой степени зависит его престиж и интерес к дисциплине. Сейчас у обучающихся заметно снизилось стремление к освоению учебных дисциплин, в том числе и информатики. Поэтому особый интерес представляют вопросы, связанные с применением информационных технологий в образовании, так как в настоящее время обычными методами обучения удовлетворить индивидуальные запросы учащихся стало труднее. Таким образом, чтобы получить полноценное научное мировоззрение, развить свои творческие способности, обучающиеся должны овладеть основами компьютерного математического моделирования, уметь применять полученные знания в учебной и профессиональной деятельности, и в этом призваны помочь нетрадиционные формы обучения данному предмету.

Основная часть. Творчески работающие преподаватели информатики ведут поиск новых эффективных методов обучения и таких методических приёмов, которые активизировали бы умственную деятельность обучающихся, стимулировали бы их к самостоятельному приобретению знаний. Надо заботиться о том, чтобы на занятиях каждый обучающийся работал активно и увлечённо, и использовать это как отправную точку для возникновения и развития любознательности, познавательного любопытства. Интерес к предмету можно повышать, используя разные методы, но самым привлекательным является занимательность. Даже у самых слабых обучающихся можно вызвать внимание к предмету, используя на занятиях актуальный и занимательный материал. Особенно интересны игровые занятия, где имеется возможность в увлекательной и игровой форме предоставить те сведения, которые в традиционной форме усваиваются очень слабо, провести неординарно обобщающий урок по теме. В процессе игры можно выработать умение сосредотачиваться, мыслить самостоятельно, развивать внимание и стремление к знаниям. Увлёкшись, обучающийся и не замечает, что учится — он познаёт, запоминает новое, ориентируется в необычной ситуации.

Игры являются ценным средством воспитания умственной активности обучающихся, активизируют психические процессы, но только в том случае, если проводит их толковый организатор.

Из-за практического отсутствия методических разработок по этому вопросу и катастрофической нехватки личного времени преподавателя для разработки и режиссуры игр, которые требуют повышенного методического и профессионального мастерства, до недавнего времени игру использовали лишь изредка, недооценивая её роль в учебном процессе.

Организационно-деятельностные игры как особая форма организации и метод стимулирования коллективной мыслительности, нацеленной на решение проблем, широко распространились как в сфере решения творческих задач, так и в интеллектуальных системах управления. В «классическом» варианте данные игры применяются в качестве инструмента коллективного поиска оптимальных решений сложных технических, организационных или управленческих проблем в реальных условиях предприятий, учреждений. Сущность игр в том, что они представляют собой комплекс взаимосвязанных методик или техник (мыслительно-интеллектуальных, социально-психологических и др.), обеспечивающих логически обоснованную смену различных видов коллективной, групповой, микрогрупповой деятельности, нацеленных на создание «продукта игры» — текста, содержащего решение поставленной или даже сформулированной в ходе самой игры проблемы, решение которой составляет предмет этой игры. Организационно-обучающие игры разрешают трудности профессионального обучения и общего социального развития взрослых людей путём таких средств и методов, которые обеспечивают развитие личности и формируют у человека способности исследовательского и творческого, преобразующего отношения к окружающей действительности. Обучение взрослых может быть эффективным при реализации принципов развивающего обучения, т. е. процесс образования должен быть не столько процессом передачи знаний, сколько процессом управления развитием личности.

Деловые игры находят всё более широкое применение в самых разных областях. Они используются для подготовки специалистов, а также решения задач исследования, прогноза, апробирования намечаемых нововведений. Деловые (имитационные) игры являются «серьёзными» играми для взрослых, а не развлечением или отдыхом. Отличительным признаком собственно деловой игры является наличие имитационной модели, ни в организационно-деятельностных, ни в ролевых играх имитационные модели не строятся [1].

Классификацию ролевых игр можно провести по различным признакам. Эти игры делятся на классы в зависимости от способа их создания и места проведения, по уровням сложности и по временному или целевому признаку. Для успешного проведения даже простой ролевой игры организатору необходимо определить её конкретные классификационные признаки: 1) территориальные признаки (настольные, павильонные, игры на местности); 2) уровень сложности (военные, сказочные, историко-этнографические, информационные); 3) целевой и временной признаки (целевые, с открытым концом, нон-стоп (без остановки)); 4) уровни участия в игре (пассивное (экскурсант), ограниченное (ведомый), свободное (игрок)); 5) разработка игры.

На занятиях информатики преподаватель вынужден всегда создавать новый, комбинированный тип игры, основанный на ролевой игре [2].

Эвристический метод, применяемый для выработки логического и алгоритмического мышления, очень похож на игровой метод с той разницей, что инициатива хода урока находится полностью в руках преподавателя. В эвристическом методе можно выделить пять основных этапов организации деятельности учеников на уроке: мотивационный, постановочный, создание собственного продукта, демонстрационный, рефлексивный.

Заключение. Успешность формирования любых знаний зависит, прежде всего, от желания учащихся получить эти знания. Процесс формирования мотивов учения напрямую связан с методикой и формами обучения. Методика преподавания информатики на основе использования игровых форм обучения помогает создать свой неповторимый стиль проведения занятий, сделать их интересными для обучающихся, привить любовь к информатике, повысить качество преподавания. Игровые методы обучения могут найти применение на занятиях не только информатики, но и других дисциплин.

Список цитируемых источников

1. Ананьева Е. Г., Алексеев В. Е., Губенков С. Ю. Методические рекомендации по организации учебно-технических и деловых игр. М. : ИНФРА-М, 1991.
2. Чуракова Р. Г. Моделирование педагогических ситуаций в ролевых играх : сб. ролевых игр. М. : Творч. педагогика, 1991. 101 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Предоставление качественной подготовки обучающихся — главная задача любого учреждения образования. В достижении максимально возможных результатов руководители учреждения образования и педагогический коллектив должны опираться на современную кибернетическую модель построения образовательного процесса. Для успешной деятельности в обеспечении качественной подготовки обучающихся необходимо корректировать образовательный процесс путём различных мероприятий и механизмов.

Providing of qualitative preparation for students is the main task of any educational institution. In order to achieve the best possible results the heads of educational institution and teaching staff must rely on the modern cybernetic model of construction of the educational process. To successful activity in providing of qualitative preparation of students is necessary to adjust the educational process by means of various activities and mechanisms.

Введение. Проблема оценки качества образования является в настоящее время одной из самых актуальных для всей системы образования в Республике Беларусь. Общая черта изменений в системе образования, нацеленная на обеспечение его качества, совершенствование системы оценки качества и его соответствие требованиям современного общества стоит достаточно остро. Под качеством образования понимается интегральная характеристика системы образования, отражающая степень соответствия реальных достигаемых образовательных результатов нормативным требованиям, социальным и личностным ожиданиям. Оценка качества образования подразумевает оценку качества образовательных достижений обучающихся и оценку качества образовательного процесса. Зачастую руководители учреждений образования не в полной мере представляют специфику мероприятий и механизмы, которые необходимо задействовать для качественного повышения уровня знаний обучающихся [1]. Одновременно с этим преподаватели чётко выделяют цель: качественно подготовить обучающихся к итоговой аттестации. Для её достижения определяют ряд актуальных задач: способствовать формированию глубоких знаний обучающихся, умений и навыков через организацию личностно-ориентированного обучения; создавать условия для психологической адаптации обучающихся во время промежуточного и итогового контроля.

В соответствии со спецификой различных учебных учреждений необходимо разработать ряд мероприятий, способствующих улучшению качества образования обучающихся.

Основная часть. Для максимального достижения поставленной цели и оптимального решения озвученных задач необходима реализация и доскональное исследование в подготовке и проведении следующих мероприятий.

1. Информационно-организационная деятельность учебного учреждения: ознакомление с нормативно-правовыми документами Министерства образования Республики Беларусь по организации и проведению промежуточного и итогового контроля знаний обучающихся; подготовка в учебных заведениях и кабинетах информационных стендов по правилам проведения промежуточного и итогового контроля знаний обучающихся; создание базы данных на обучающихся и педагогов-предметников; создание тестовой базы для тематического контроля и пробного тестирования на основе самостоятельно разработанного преподавателями материала; составление аналитического материала по итогам пробных результатов промежуточного и итогового контроля; утверждение планов подготовки к промежуточному и итоговому контролю знаний обучающихся.

2. Мероприятия по повышению качества образования: аналитический обзор результатов промежуточного и итогового контроля по итогам прошлых лет; изучение рекомендаций по вопросам промежуточного и итогового контроля знаний обучающихся; определение факторов, снижающих качество подготовки к промежуточному и итоговому контролю знаний обучающихся; системная подготовка обучающихся на занятиях и при выполнении самостоятельных работ; составление совместно с психологом учебного заведения психолого-педагогических рекомендаций по организации режима дня, подготовки к занятиям, формированию и развитию умений и навыков; анализ и коррекционная работа по результатам пробных тестирований; разработка мероприятий по коррекции результатов знаний обучающихся; организация занятий по устранению пробелов в знаниях обучающихся; обеспечение обучающихся тестовым материалом; выводы и рекомендации по итогам пробных тестирований, выработанных на заседаниях методических объединений.

3. Контрольно-аналитическая деятельность учебного учреждения: регулярное проведение пробных тестирований с обучающимися на всех этапах учебного процесса; анализ итогов пробных тестирований; работа преподавателя-предметника по определению «западающих» звеньев и разработка

мероприятий по коррекции результатов знаний обучающихся; проведение мониторинга результатов пробных тестирований в коррекционной работе; анализ и оценивание деятельности педагогов-предметников по выполнению базового уровня, освоение учебного компонента вариативной части учебного плана; мониторинг качества знаний обучающихся по итогам значимых учебных циклов конкретного учебного заведения; проведение совещаний при администрации учебного учреждения по итогам пробных тестирований; презентация лучшего опыта работы преподавателей учебного учреждения.

4. Работа с педагогическими кадрами учебного учреждения: разработка плана мероприятий по качественному обеспечению подготовки обучающихся к промежуточному и итоговому контролю каждым преподавателем-предметником; совещания с преподавателями, работающими с обучающимися, выходящими на итоговую аттестацию (государственный экзамен); создание руководителями учебного учреждения банка данных на преподавателей, работающих с обучающимися, выходящими на итоговую аттестацию (государственный экзамен); организация учебного процесса на основе современных требований; внедрение в учебный процесс информационных технологий, использование технологии дифференцированного обучения, создание мотивационных установок; разработка учителями-предметниками системы дидактического обеспечения образовательного процесса; изучение, обобщение и распространение положительного опыта работы по достижению качества образования через открытые занятия, работу методических отделов учебных учреждений, семинары и «круглые столы», посещение занятий администрацией учебного учреждения; организация и проведение практических семинаров по личностно-ориентированному подходу к обучению; изучение деятельности педагогов по повышению качества подготовки обучающихся к промежуточному контролю на всех этапах обучения и выпускников к итоговому контролю.

5. Работа с учащимися: проведение пробных тестирований для обучающихся; проведение дополнительных занятий, консультаций с целью коррекции знаний обучающихся; проведение тренингов с обучающимися по формированию психологической готовности к сдаче промежуточного или итогового контроля по плану психолого-педагогических мероприятий; ведение каждым обучающимся портфолио с целью диагностики успешности обучения; тщательное проведение профориентационной работы; отработка техники подготовки к промежуточному и итоговому контролю путём тренингов; тестирование обучающихся на выявление профессиональных склонностей.

Повышению эффективности и качества результатов промежуточного и итогового контроля знаний умений и навыков способствует комплексный подход в подготовке обучающихся, который подразумевает целенаправленное сотрудничество администрации учебного учреждения, преподавателей-предметников, психолога и обучающихся [2, с. 195].

Заключение. Обеспечение качества подготовки обучающихся напрямую зависит от качества проведения мероприятий и эффективности выбранных механизмов для достижения поставленных целей.

Список цитируемых источников

1. Игнатов В. Г., Албастова Л. Н. Теория управления : курс лекций. М. : ИКЦ «МарТ», 2006. 464 с.
2. Педагогический менеджмент и управление современной школой : учеб.-метод. пособие / В. К. Омарова [и др.]. Павлодар : ПГПИ, 2011. 251 с.

УДК 004.421.2

Л. Л. Сотник, Я. К. Левшунов

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕСС ВЫПОЛНЕНИЯ И КОНТРОЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Проведены теоретические исследования и обоснования необходимости внедрения в образовательный процесс в учреждениях высшего образования компьютерных технологий и использование практико-ориентированного обучения. Внедрена пробная программная оболочка, позволяющая усовершенствовать и значительно упростить процесс выполнения и контроля курсового проекта.

Conducted theoretical researches and justification of necessity of introduction in educational process in higher education establishments of computer technology and the use of practice-based learning. Embedded test software allows you to improve and simplify the production process and control of the course project.

Введение. Происходящие в обществе социально-экономические преобразования настоятельно потребовали дальнейшего совершенствования системы высшего образования. Практика показала, что решение этой проблемы возможно, в первую очередь, через реализацию различных инновационных подходов к процессу обучения студентов в условиях высшей школы. Одним из путей улучшения качества профессиональной подготовки будущих специалистов является внедрение компьютерных технологий в процесс образования.

Во всех сферах образования ведутся поиски способов интенсификации и быстрой модернизации системы подготовки, повышения качества обучения с использованием компьютерных технологий. Возможности компьютерных технологий как инструмента человеческой деятельности и средства обучения привели к появлению новых методов и организационных форм обучения и более быстрому их внедрению в учебный процесс [1].

Переход к компьютерным технологиям обучения, создание условий для их разработки, апробации и внедрения, поиски разумного сочетания нового с традиционным требуют решения целого комплекса психолого-педагогических, учебно-методических и других проблем. Главной задачей использования компьютерных технологий является расширение интеллектуальных возможностей человека. В настоящее время изменяется само понятие обучения: усвоение знаний уступает место умению пользоваться информацией, получать её с помощью компьютера. Применение компьютерных технологий в современном образовательном процессе — вполне закономерное явление. Однако эффективность их использования в обучении зависит от чёткого представления о месте, которое они должны занимать в сложнейшем комплексе взаимосвязей, возникающих в системе взаимодействия «преподаватель—обучающийся».

Исторически педагогика всегда использовала в своей деятельности информационные средства (средства хранения, обработки и передачи информации); их совершенствование повышало эффективность обучения. Поэтому использование компьютера как самого совершенного информационного средства, наряду с использованием книги, авторучки, телевизора, калькулятора, видеоманитона и пр., в освоении учебных предметов влечёт совершенствование процесса обучения.

Внедрение в учебный процесс информационных технологий открывает широкие перспективы как в постижении теоретического материала, так и в получении практических навыков, что приводит к изменению роли преподавателя. В настоящее время преподаватель должен являться не только источником знаний для ученика, но и быть «проводником» к знаниям. В зарубежной литературе используется термин «учитель-фасилитатор» (анг. facility лёгкость). Источником знаний выступают технические средства: банки данных, средства коммуникации и воспроизведения [2].

Основная часть. В рамках изучения дисциплины «Техническая механика» и в ходе выполнения курсового проекта была разработана программная оболочка «Расчёт курсовых работ». Разработка программы производилась в RAD Studio 2010 средствами языка C++.

Её целью является повышение уровня усвоения теоретических знаний, получение практических навыков расчётов и их контроля. Главной задачей внедрения программ в процесс обучения является глобальная рационализация интеллектуальной деятельности, а также радикальное повышение эффективности и качества подготовки специалистов до уровня, достигнутого в развитых странах, т. е. подготовки кадров с новым типом мышления, соответствующим требованиям постиндустриального общества.

Возможности программы: выбор элементов привода (электродвигатели, муфты, открытые передачи (ременные и цепные) и редукторы (цилиндрические, конические и червячные)); задание требуемых параметров привода (крутящего момента T , угловой скорости ω , срока службы привода Lh , режима нагружения); выбор последовательности расчёта; ручная поэтапная коррекция расчёта.

Рассматриваемая программа включает в себя ряд диалоговых окон. Чтобы начать расчёт, пользователь должен ввести начальную информацию: крутящий момент на выходном валу, угловую скорость на выходном валу, срок службы привода, передаточное отношение редуктора (рисунок 1). Далее нужно выбрать режим нагружения, затем — составить схему привода. Для добавления компонента пользователь должен нажать на кнопку «Добавить».

Затем откроется окно добавления элементов (рисунок 2). При необходимости элемент можно удалить при помощи кнопки «Удалить». Удаляются элементы с конца поочерёдно. Если в приводе присутствует червячный редуктор, то на главном окне необходимо настроить некоторые параметры: число заходов червяка и расположение червяка.

Схема привода должна включать: один редуктор, две или одну открытую передачу, муфту, двигатель. Если всё настроено, то нужно нажать кнопку «Расчитать». Далее пойдёт поочерёдный расчёт привода, сопровождающийся появлением диалоговых окон, в которые пользователь должен вводить необходимые параметры и данные. В конце расчётов будет доступна итоговая таблица со всеми величинами (рисунок 3).

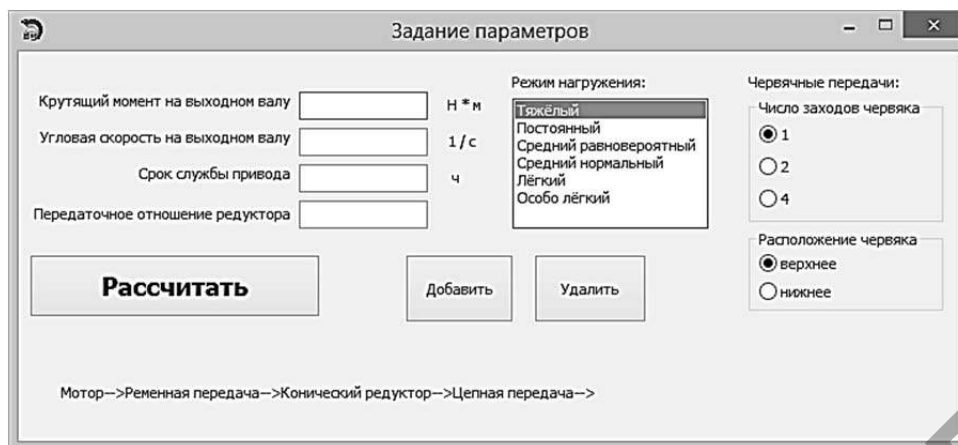


Рисунок 1 — Главное окно программы

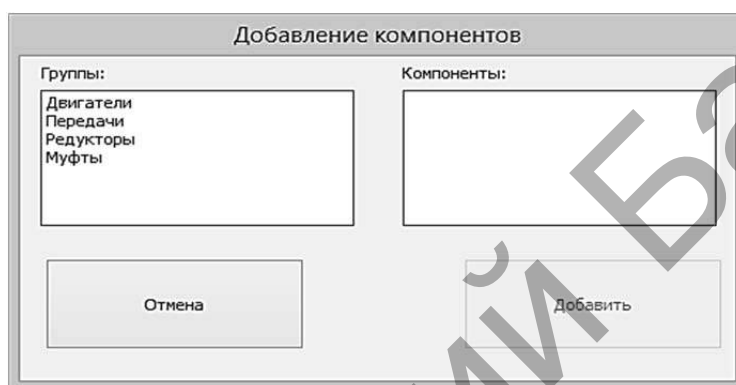


Рисунок 2 — Окно добавления элемента

Параметр	Значение	Единица
Общее КДП(η)	0,7634	...
Мощность на приводном валу($P_{пр}$)	10,575	кВт
Потребляемая мощность электродвигателя(P)	13,8523	кВт
Требуемая синхронная частота вращения приводного вала($n_{сінч}$)	134,6451	об/мин
Предварительная величина общего передаточного числа	6,72 ... 35,84	...
Диапазон синхронных частот	904,82 ... 4825,68	об/мин
Выбранный двигатель
Тип двигателя	4A160S2Y3	...
Номинальная мощность	15	кВт
Номинальная частота	2920	об/мин
...
Передаточное отношение привода(U_d)	21,687	...
Потери(ΔU)	0	%
Кинематические и силовые параметры привода
Вал 1
Мощность(P)	13,8523	кВт
Частота(n)	2920	об/мин
Угловая частота(ω)	305,7817	1/с
Крутящий момент(T)	45,3	Н * м

Рисунок 3 — Итоговая таблица

Заключение. Для разрешения проблем, связанных с расчётом курсового проекта, была создана программа «Расчёт курсовых работ», и в процессе её использования были внесены некоторые модификации. В настоящий момент используется версия данной программы. Программа корректно работает на ОС Windows XP/7/8. В основе работы программы лежит поэтапный расчёт всех параметров передач заданного привода. Возможность взаимодействия программы с другими приложениями позволяет усовершенствовать процесс выполнения курсового проекта (тем самым значительно расширяя возможности контроля качества и точности выполнения преподавателем).

Использование программы позволило проводить занятия в компьютерном кабинете. Дальнейшее использование программы мы видим в её кооперации с другими программами (их поиск и/или разработка) так, чтобы подобное взаимодействие способствовало улучшению учебного процесса.

Использование новых информационных технологий позволяет заменить многие традиционные средства обучения. В ряде случаев такая замена оказывается эффективной, так как позволяет поддерживать у учащихся интерес к изучаемому предмету, создавать информационную обстановку, стимулирующую любопытство.

Использование современных информационных технологий способствует повышению эффективности, качества процесса обучения, активности познавательной деятельности, углублению межпредметных связей, увеличению объёма и оптимизации поиска нужной информации, формированию информационной культуры, умений осуществлять обработку информации и экспериментально-исследовательскую деятельность, подготовке информационно грамотной личности [3].

Список цитируемых источников

1. Использование компьютера как инструмента образовательного процесса. URL: <http://www.rusedu.info/Article598.html> (дата обращения: 10.02.15).
2. Использование программ администрирования в процессе обучения. URL: <http://inzheneriy.su/slovar/obrazovanie/ispolzovanie-programm-administrirvaniya-v-processe-obucheniya.html> (дата обращения: 12.02.15).
3. Внедрение информационных технологий в процесс обучения математике. URL: <http://www.uchportal.ru/board/2-1-0-36> (дата обращения: 13.02.15).

УДК 517.05.512

Е. В. Ставер

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА СЛУЧАЙНОСТИ ДВОИЧНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ. АНАЛИЗ ЧАСТОТНОГО ПОБИТОВОГО И ЧАСТОТНОГО БЛОЧНОГО ТЕСТОВ NIST DRAFT SP 800-90B

Описана методика тестирования последовательностей с применением частотного блочного и частотного побитового тестов.

A method for testing sequences with the frequency of the frequency block and bit-tests.

Введение. При работе с криптографией без генераторов случайных чисел не обойтись. Одним из возможных применений таких генераторов является генерация ключей. Если последовательность случайных чисел предсказуема, то даже самый стойкий алгоритм шифрования, в котором данная последовательность будет использоваться, оказывается уязвим, например, резко уменьшается пространство возможных ключей, которые необходимо «перебрать» злоумышленнику для получения некоторой информации, с помощью которой он сможет «взломать» всю систему.

Национальный институт стандартов и технологий США (NIST) разработал набор тестов для оценки случайности последовательности чисел. О них и пойдёт речь в данной статье. Будут рассмотрены частотный блочный и частотный побитовый тесты.

Целью данной статьи является исследование математических методов для тестирования последовательностей с применением частотного блочного и частотного побитового тестов.

Объект исследования — случайные последовательности и математические методы для их тестирования.

Основная часть. Пакет статистических тестов разработан Лабораторией информационных технологий NIST [1]. В его состав входят статистические тесты, цель которых — определение меры случайности двоичных последовательностей генераторов случайных чисел. Тесты основаны на различных статистических свойствах случайных последовательностей.

Под генерацией случайных чисел подразумевается получение последовательности из двоичных знаков 0 и 1. Генераторы случайных чисел бывают случайные (физические датчики случайных чисел) и псевдослучайные (программные генераторы случайных чисел).

Первые принимают на вход некий случайный бесконечный процесс, а на выходе дают бесконечную последовательность 0 и 1. Вторые представляют собой заданную программистом детерминированную функцию, которая инициализируется и на выходе выдаёт последовательность 0 и 1.

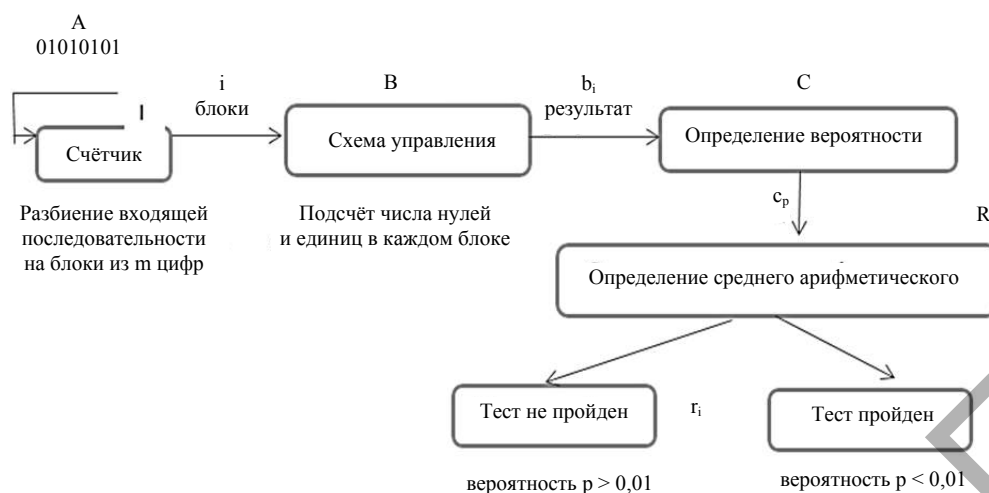


Рисунок 1 — Абстрактный автомат частотного блочного теста

Частотный блочный тест. Суть — определение доли единиц внутри блока длиной m бит. Цель — установить, что частота повторения единиц в блоке длиной m бит приблизительно равна $m/2$ [2]. Вычисленное в ходе теста значение вероятности p должно быть не меньше 0,01. Если $p < 0,01$, последовательность не носит случайный характер. Если принять $m = 1$, данный тест переходит в частотный побитовый. Рекомендуемой длиной тестируемых последовательностей, согласно NIST, являются битовые строки по 1 000 000 бит. Всего для принятия одной из гипотез тестируется 100 последовательностей (рисунок 1).

Автомат Мили — конечный автомат, где выходные сигналы являются функциями текущего состояния и входного сигнала, в отличие от автомата Мура, в котором выходные сигналы — функции только состояния.

Абстрактный автомат получим, если укажем алфавит A, B, C, I, R и программу P как совокупность команд вида $i_i, a_j \rightarrow i_x, b_y$.

В нашем случае:

$$A = \{a_1, a_2\}, B = \{b_1, b_2\}, C = \{c_1, c_2\}, I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}, R = \{r_1, r_2\},$$

- где a_1 — пришёл 0;
 a_2 — пришла 1;
 b_1 — инкрементировать счётчик нулей;
 b_2 — инкрементировать счётчик единиц;
 c_1 — $|\text{количество нулей} / \text{количество единиц} - 1| > 0,01$;
 c_2 — $|\text{количество нулей} / \text{количество единиц} - 1| < 0,01$;
 i_1 — поместить число a в очередь n_1 ;
 i_2 — поместить число a в очередь n_2 ;
 i_n — поместить число a в очередь n_n ;
 r_1 — $|\sum c_i / i| > 0,01$;
 r_2 — $|\sum c_i / i| < 0,01$.

$$\delta: AXI \rightarrow CXB \rightarrow CXR = \{a_1 i_1 \rightarrow b_1 c_1, a_1 i_2 \rightarrow b_1 c_1, a_1 i_n \rightarrow b_1 c_1, a_2 i_1 \rightarrow b_2 c_2, a_2 i_2 \rightarrow b_2 c_2, a_2 i_n \rightarrow b_2 c_2, b_2 c_2 \rightarrow c_2 r_2, b_2 c_2 \rightarrow c_2 r_1, b_1 c_1 \rightarrow c_1 r_1, b_1 c_1 \rightarrow c_1 r_2\}.$$

Пример из методики NIST STS: для последовательности из 800 бит с 5%-м интервалом границы для частотного теста выбираются:

$$R = 400 + 1,96 / 2 \cdot \text{SQRT}(800) = 400 + 1,96 / 2 \cdot \text{SQRT}(800) = 400 + 1,96 / 2 \cdot 28,8 = \\ = 400 + 0,98 \cdot 28,8 = 400 + 28,224 = [373,427].$$

Частотный побитовый тест. Принимаем каждую единицу за плюс единицу, а каждый ноль за минус единицу и считаем сумму по всей последовательности. Есть мнение, что распределение количества успешных проходов в серии экспериментов, где в каждом эксперименте возможен успех или неуспех с заданной вероятностью, имеет биномиальное распределение (рисунок 2).

Абстрактный автомат получим, если укажем алфавит A, B и C и программу P как совокупность команд вида $b_i, a_j \rightarrow b_c, c_p$.

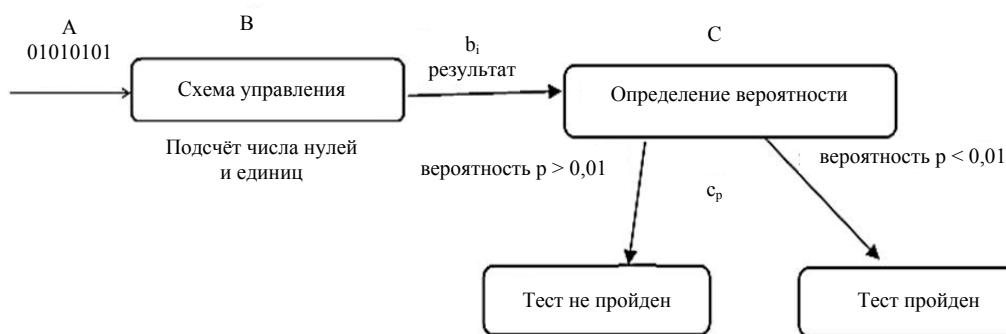


Рисунок 2 — Абстрактный автомат частотного побитового теста

В нашем случае:

$$A = \{a_1, a_2\}, B = \{b_1, b_2\}, C = \{c_1, c_2\},$$

- где a_1 — пришёл 0;
 a_2 — пришла 1;
 b_1 — инкрементировать счётчик нулей;
 b_2 — инкрементировать счётчик единиц;
 c_1 — $|\text{количество нулей} / \text{количество единиц} - 1| > 0,01$;
 c_2 — $|\text{количество нулей} / \text{количество единиц} - 1| < 0,01$.

$$\delta: Vx A \rightarrow Vx C = \{b_1 a_1 \rightarrow b_1 c_1, b_2 a_2 \rightarrow b_2 c_2, b_1 a_1 \rightarrow b_1 c_2, b_2 a_2 \rightarrow b_2 c_1\}.$$

Заключение. Побитовый частотный тест гарантирует, что существует примерно одинаковое количество нулей и единиц. Этот тест применяется в виде одностороннего критерия хи-квадрат.

Можно говорить о том, что дефектом частотного побитового теста является наличие большого количества нулей в последовательности, а дефектом частотного блочного теста — локализованные отклонения частоты появления единиц в блоке от идеального значения $1/2$.

Список цитируемых источников

1. NIST SP 800-90A. Recommendation for Random Number Generation Using Deterministic Random Bit Generators. URL: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-90A/SP800-90A.pdf> (date of access: 13.09.2015).
2. Ibid.

УДК 53(07)

Д. Р. Читая, О. И. Быстров

Государственное учреждение образования «Средняя школа № 187 г. Минска», Минск

ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА SYSTEM — СИНХРОНИЗАЦИЯ С БУДУЩИМ

В статье ставится задача рассмотреть псевдо-операционную систему System TegrOS. В результате анализа автор доказывает эффективность использования функций данной системы, в том числе и для людей с ограниченными возможностями. Искусственный интеллект системы сможет контролировать систему защиты, автоматически находить и исправлять системные ошибки, перенастраивать и обновлять операционную систему (далее — ОС).

The article seeks to examine pseudo operating system TegrOS. As a result of analysis the author proves efficiency of use of the functions of this system, including for people with disabilities. Artificial intelligence systems will be able to control the security system, automatically find and fix system errors, reconfigure and upgrade the operating system (onward OS).

Введение. Мы живём в мире с растущими потребностями, которые приводят к совершенствованию и прогрессу. Развитие происходит во всех сферах жизнедеятельности человека. Не остаётся без внимания и модернизация ОС.

ОС представляет собой программное обеспечение, которое присутствует в любом компьютере. Система отвечает за различные жизненно важные операции компьютера. Часть базовых функций операционной системы отвечает за исполнение программ, управление памятью, обработку данных, управление компьютерными файлами, планированием запуска и др.

Основная часть. System TegrOS — псевдооперационная система нового типа. В этой ОС отображается множество оригинальных функций, в том числе и для людей с ограниченными возможностями (рисунок 1). Интуитивно понятный интерфейс «Рабочей панели» с иконками папок, файлов и программ упрощает взаимодействие пользователя и системы.

В этой псевдооперационной системе сверху присутствует строка состояния, в которой отображается самое актуальное состояние системы на текущий момент. Здесь даются данные о системе защиты, наличии сети, состоянии «Блокировки ПК» (аналог — Брандмауэр на Windows), имя пользователя, под которым был осуществлён вход, статус родительского контроля, количество свободной оперативной памяти (RAM) и свободных жёстких дисков (HDD), дата и процент загрузки центрального процессора (CPU).

При задействовании стрелки «Вниз» открывается дополнительное меню. При наличии уведомлений: e-mail письма, оповещения от приложения и т. д., открывается центр уведомлений. В случае отсутствия уведомлений по умолчанию открывается вкладка «Доступ», в которой можно включать и отключать сети, защиту и другие приложения, иконки которых здесь отображаются (рисунок 2).

Следующая вкладка в System TegrOS — «Диспетчер задач». Здесь, как и в Windows, можно наблюдать за программами, процессами, сетью и быстродействием. Для программ можно узнать название, состояние, сколько CPU и RAM они потребляют, а также наличие проверенного издателя.

В совокупности пользователь получает полноценный центр состояния системы и даже более.

Следующим элементом этого проекта является дополнительное меню у свёрнутых программ. При нажатии на стрелку возле свёрнутого приложения всплывает меню с нужной информацией: полное название программы, потребление CPU и RAM, ссылки, которые даёт эта программа. Это необходимо для того, чтобы не искать их в диспетчере задач, где может быть открыто очень много программ.

В пункте «Меню» отображаются программы, приложения, диски и сайты, которые пользователь может расставлять в удобном для него порядке. За чертой видно большую иконку программы «SystemSecurity», сюда можно выносить иконки других программ, приложений, игр и сайтов. Размер иконок можно изменять на маленький, средний, крупный и очень крупный. В отличие от Windows на System TegrOS можно делать любой из этих размеров, пусть и с потерей качества изображения. Справа от пункта «Меню» находится проводник, который способствует максимальной разгрузке экрана. В проводнике указывается местоположение в системе.

Сайджеты — аналог гаджетов на Windows и виджетов на Android, они появляются в выдвигающемся справа налево окне при нажатии на стрелку возле часов. Размер и расположение сайджетов можно с лёгкостью менять и с помощью кнопки «Скачать» быстро загружать и/или обновлять другие сайджеты с официального сайта.

Также к нововведениям относится страница уведомлений, которая открывается при входе под своим именем и паролем в систему. На эту страницу можно выносить некоторые сайджеты и живые иконки программ.



Рисунок 1 — Интерфейс System TegrOS

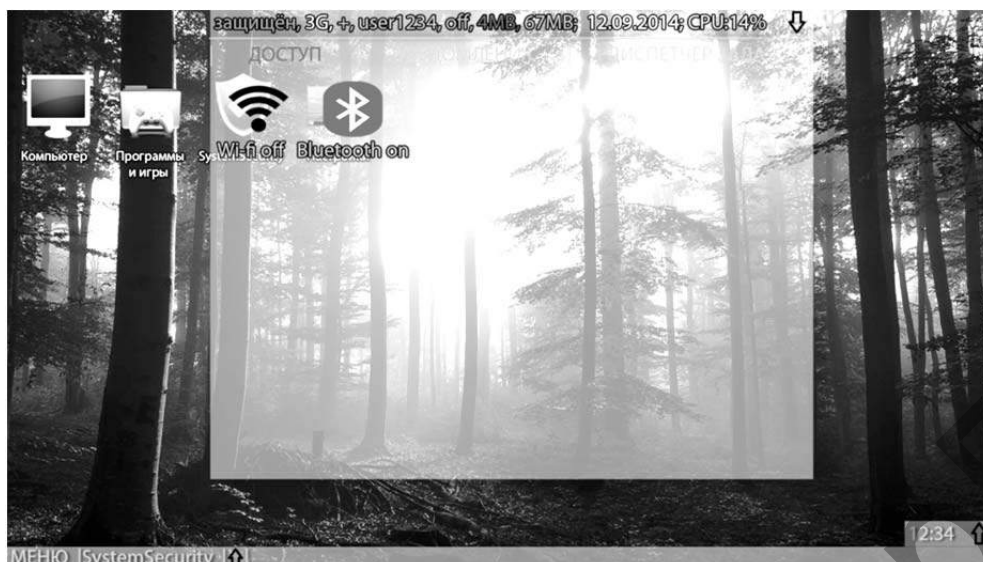


Рисунок 2 — Дополнительное меню в System TegrOS

В итоге из дизайна “Three-dimensional flat”, или «Плоская объёмность», получается большое рабочее пространство, единое на всех устройствах, интуитивно понятный внешний вид и множество оригинальных и полезных функций.

Достоинством этой системы считается доступность для всех слоёв населения, включая людей с ограниченными возможностями. Для этого разрабатывается система «Искусственного интеллекта» и плагин озвучивания текста “Ksana” для него. В этом плагине есть множество настроек, касающихся самой озвучки.

Мультиязычность программы также является важным фактором. В дальнейшем планируется выпускать новые системы на разных языках.

Защита — это один из главных факторов, по которым выбирают ОС. System TegrOS может предложить хорошую защиту — 3-х. Это не одна антивирусная программа, а три: SystemSecurity, Zebra и «Блокировка ПК». SystemSecurity — антивирусная программа средней категории, она потребляет немного RAM и CPU и защищает от вирусов малой и средней степени опасности. В свою очередь Zebra включается автоматически, когда степень опасности вируса становится высокой. «Блокировка ПК» защищает от вирусов из сети и работает по принципу Брандмауэра на Windows.

В стандартный пакет System TegrOS входят программы: Текстовый документ v0.5, Computer Center v0.2 Truching, Новости v0.1, Гороскоп v0.1, Music Player v0.1, Picture Player v0.2; приложения: plugin v1.0, multipugin v0.5, SVPlayer v0.3, SourseGL v1.0; игры: Угадай число v0.2, Millionry v0.2 (build 002); браузеры: SysNet v0.2, My browser v0.1; антивирусная программа SystemSecurity v0.5.

Заключение. ОС System — обновляемая система, стремящаяся к новым вершинам. Её интуитивно понятный интерфейс рабочей панели с иконками папок, файлов и программ упрощает взаимодействие пользователя и системы.

В этой операционной системе отображается множество оригинальных функций, закладывается фундамент будущего искусственного интеллекта, который сможет контролировать систему защиты, автоматически находить и исправлять системные ошибки, перенастраивать и обновлять ОС.

Примечание. Ответственность за подбор и точность приведённых фактов, цитат, экономических данных, личных имён и другой информации несут авторы опубликованных материалов.

Научное издание

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ:
ИННОВАЦИИ И КАЧЕСТВО

Материалы III Международной
научно-практической конференции

(Барановичи, 18 декабря 2015 года)

На русском, белорусском, английском языках

Ответственный за выпуск Е. Г. Хохол
Технический редактор Е. П. Юзефович
Компьютерная вёрстка Е. П. Юзефович
Корректор Н. Н. Колодко

Подписано в печать 10.12.2015. Формат 60 × 84¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 22,50. Уч.-изд. л. 15,70. Тираж 63 экз. Заказ 1070.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования «Барановичский государственный университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/424 от 02.09.2014.

Ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи.
Тел. 8 (0163) 45 46 28, e-mail: rio@barsu.by .

Репозиторий БарГУ

ISBN 978-985-498-701-9



9 789854 987019