Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

№78, Октябрь 2021
(Часть 2)

Самара, 2021

T33

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №78, Октябрь 2021 (Часть 2) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2021 – 164 с.

doi: 10.18411/trnio-10-2021-p2

Тенденции развития науки и образования - это рецензируемый научный журнал, который в большей степени предназначен для научных работников, преподавателей, доцентов, аспирантов и студентов высших учебных заведений как инструмент получения актуальной научной информации.

Периодичность выхода журнала – ежемесячно. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в сборниках, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.ru>

© Научный центр «LJournal»
© Университет дополнительного
профессионального образования

УДК 001.1
ББК 60

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ VI. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	6
Афанасьева А.В., Гулякин Д.В. 3D графика в проектировании.....	6
Жуков Д.А., Гулякин Д.В. Разработка Web-сайта для строительных организаций	8
Каранова В.В., Гулякин Д.В. Корпоративные информационные системы в строительстве. 11	
Литвинов Д.В., Гулякин Д.В. О важности внедрения систем автоматизации современных зданий.....	14
Пылькин А.Н., Соколова Ю.С., Дмитриева Т.А. Выбор современного языка программирования для изучения базовых принципов программирования	16
Смирнов С.В. Проектирование тематического слоя электронной карты при помощи графа качественных признаков объектов	25
Смирнова А.Д., Гулякин Д.В. Риски, связанные с использованием нелицензионного программного обеспечения.....	29
РАЗДЕЛ VII. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	32
Абросимов С.Н., Буткарёв А.Г., Тихонов-Бугров Д.Е. Элементы геометрического конструирования в «Инженерной и компьютерной графике»	32
Абросимов С.Н., Глазунов К.О., Тихонов-Бугров Д.Е. Определяющие разделы курсов геометро–графической подготовки современного технического специалиста	35
Панченко В.А., Чирский С.П. Методика моделирования планарной солнечной теплофотоэлектрической кровельной панели в системе конечно-элементного анализа Ansys	40
Панченко В.А., Чирский С.П. Моделирование теплового состояния двустороннего фотоприёмника теплофотоэлектрического концентраторного модуля.....	45
Панченко В.А., Чирский С.П. Трёхмерное моделирование фотоприёмника ω -образного вторичного концентратора солнечного теплофотоэлектрического модуля в системе конечно-элементного анализа	49
РАЗДЕЛ VIII. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ	53
Башков Н.Е. Синтез нового пиридо[1,2-а]бензимидазол-6,9-диона.....	53
Марценюк В.В. Полимерные электреты на основе реактопластов	56
Ожимкова Е.В., Орлов В.В. Перспективы биоконверсии предварительно обработанной ультразвуком линглоцеллюлозной биомассы в биоэтанол.....	59
Суфиянов Р.Ш. Аммиак как источник водорода	62
Ханжина Е.Г. Влияние катализаторов на олигомеризацию ϵ -капролактама под действием спиртов.....	65
РАЗДЕЛ IX. МАШИНОСТРОЕНИЕ	69
Горбатовский А.А. Потеря устойчивости вращающегося диска при нагреве по наружному контуру.....	69

Трусова Е.В. Особенности использования высокопроизводительного оборудования и роботизированных модулей для обработки и контроля поверхности отверстий.....	73
Хлыбов А.А., Аносов М.С., Рябов Д.А. Фрактальный анализ микроструктур сплавов, полученных путем горячего изостатического прессования	76
РАЗДЕЛ X. СТРОИТЕЛЬСТВО	80
Загребаяев А.С., Кононенко В.В., Гулякин Д.В. Значение информационных технологий в строительстве	80
Кодоева В.С., Тибилова А.Г. Деревянный дом как экологически комфортная среда проживания.....	82
Маковецкий А.А., Гулякин Д.В. Виртуальная реальность в архитектуре.....	88
Панченко Н.М. К вопросу оценки качества функционирования технологических процессов в строительстве через их производительность и сроки выполнения работ	90
Селиверстов А.А. Проект и реализация малой архитектурной формы для детского сада города Петрозаводска	93
РАЗДЕЛ XI. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	96
Каплин Д.П. Новые технологии энергосбережения в тепло- и водоснабжении в административных зданиях	96
Суфиянов Р.Ш. Проблемы образования и использования фосфогипса	99
Makoshenets A.A., Statsenko O.V., Semenova S.N. The Consumption of Water Resources During Coronavirus Infection Spreading (on the example of Great Britain)	102
Minakova P.S., Taskin A.V., Nadtochiy I.I. Production of high-strength ceramics from ash and slag waste	105
РАЗДЕЛ XII. БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ	108
Милованова Т.Г., Солманова А.И. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 16 «Основные средства».....	108
РАЗДЕЛ XIII. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ.....	112
Грикшас С.А., Егоров М.Г. Использование овсяного толокна при производстве полукопчёных колбас	112
РАЗДЕЛ XIV. ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	116
Minakova P.S., Agoshkov A.I., Faizulin A.M. Reducing the impact of hazardous substances released in the air of the delayed coking unit operator working area	116
Minakova P.S., Agoshkov A.I., Tychina A.A. Improving air quality in the workplace of a cement packer	120
РАЗДЕЛ XV. МЕХАНИКА.....	123
Косачев С.Л. Особенности дистанционного компьютерного тестирования в курсе теоретической механики на примере раздела «Общие теоремы динамики».....	123

РАЗДЕЛ XVI. ЭНЕРГЕТИКА.....	127
Демин В.И., Седой Ю.Н. Особенности измерения сопротивления заземляющих устройств в условиях вечной мерзлоты, скальных и сухих грунтов	127
Тихонов А.И., Эрнст А.Д., Соловьев А.А., Левочкина Н.А. К вопросу эффективности практического использования скорректированной методики расчета молниеотводов высоковольтных подстанций	131
Minakova P.S., Tolmachev K.I., Mavromati A.V. Improvement of gas pumping unit anti-surge protection system	135
РАЗДЕЛ XVII. ФИЗИКА	138
Пылаев А.П. О неудачной попытке Эйнштейна вывести формулы преобразования Лоренца	138
РАЗДЕЛ XVIII. НАНОТЕХНОЛОГИИ.....	142
Сухачевская А.Г. Нейронные сети и их применение в решении задач АПК	142
РАЗДЕЛ XIX. БИОТЕХНОЛОГИИ	146
Гаврилова О.И., Грязькин А.В., Щукин П.О., Суханов Ю.В., Кабонен А.В. К вопросу поиска новых методов оценки эффективности лесовосстановления на покрытых и непокрытых лесом территориях	146
РАЗДЕЛ XX. ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ	149
Выборная К.В., Раджабкадиев Р.М., Никитюк Д.Б. Некоторые аспекты асимметрии развития верхних конечностей у детей, занимающихся теннисом.....	149
Сабреков Т.Р., Хайруллин И.Т. Физическая культура как средство борьбы от переутомления и низкой работоспособности.....	152
РАЗДЕЛ XXI. ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	155
Воронин А.В., Карпов А.В. Пробоподготовка некоторых лекарственных препаратов, содержащих диосмин.....	155

РАЗДЕЛ VI. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Афанасьева А.В., Гулякин Д.В.

3D графика в проектировании

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-41

Аннотация

В статье рассмотрены основные понятия о 3D графике, способы организации и методы обучения 3D графике в условиях современного развития систем автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: BIM-моделирование, недвижимость, здание, 3D графика, проектирование, строительство, управление.

Abstract

The article discusses the basic concepts of 3D graphics, methods of organization and methods of teaching 3D graphics in the context of modern development of computer-aided design systems.

Keywords: BIM modeling, real estate, construction, 3D graphics, design, construction, management.

В настоящее время стремительно развивающиеся системы автоматизированного проектирования сложных объектов привели к принципиальному изменению инженерной деятельности. При проектировании вначале разрабатывается его трехмерная модель, а затем с помощью систем автоматизированного проектирования выполняется чертеж. Одним из важнейших инструментов является параметрическое моделирование, которое помогает создавать геометрические модели объектов, в которых при изменении параметров происходят изменения в конфигурации детали. Безусловно, трехмерные параметрические модели позволяют создавать графические базы данных по деталям и сборочным единицам, которые непосредственно в дальнейшем используются при конструировании похожих деталей [1-4].

Разработка и применение информационных технологий является одним из приоритетных направлений науки и практики в строительстве, имеющим большое значение для развития строительной деятельности в современных условиях. Архитектурные, землеустроительные, экологические, инвестиционные и др. задачи, решаемые в строительной отрасли, связаны с использованием и обработкой разнообразной графической и пространственной информации о строительном пространстве и объектах. Информационная система по экологической, геотехнической, геологической среде города создает базу для снижения трудоемкости, оптимизации объемов и сроков проектных работ, для оптимизации проектных решений и для обоснования высокоэффективных строительных технологий, обеспечивающих экологическую безопасность городской среды.

Трехмерная графика — раздел компьютерной графики, совокупность приемов и инструментов, предназначенных для изображения объёмных объектов.

В российской практике многие годы поднимался вопрос, как рационально и эффективно эксплуатировать здания. Дебаты на эту тему возобновились с новой силой после того, как была разработана технология информационного моделирования зданий и возникла гипотеза, что BIM-информация, получаемая в течение жизненного цикла объекта может помочь повысить эффективность управления недвижимостью.

BIM (Building Information Modeling или Building Information Model) – информационное моделирование здания или информационная модель здания или сооружения. Это современный подход к проектированию, возведению, эксплуатации зданий и сооружений, который способен контролировать все этапы проекта. К преимуществам общей информационной модели относятся междисциплинарный подход, учет всех деталей и нюансов, четкие конструктивные и экономические расчеты, создание библиотеки материалов и анализ поведения здания при чрезвычайных ситуациях. К самому главному преимуществу информационной модели можно отнести комплексную работу специалистов, что важно при создании любого объекта, но особенно актуально, если это объект доступной архитектуры[5].

Знание информационных технологии в области компьютерной графики является необходимым атрибутом профессиональной пригодности в обществе. Уже недостаточно знать законы построения пространственных форм на чертеже, необходимо понимание алгоритмов и правил отображения их на экране дисплея. Для продуктивной деятельности в современном информационном мире нужна фундаментальная базовая графическая подготовка. Одна из задач системы образования состоит в адаптации к новым требованиям жизни, передаче значительно больших объемов знаний в установленные сроки обучения, привитии учащимся умений самостоятельно их осваивать.

Комплексный анализ состояния методики обучения студентов вузов компьютерной графике, а также современные исследования в указанной области позволили выделить ряд противоречий:

- между возросшей потребностью общества в специалистах, адекватной запросам социума и требованиям рынка труда, обеспечивающей должный уровень эффективности и конкурентоспособности будущих специалистов, и недостаточной разработанностью вопросов методики обучения студентов вуза компьютерной графике;
- между сложившимися на данный момент научными подходами к организации и методике обучения студентов компьютерной графике, и необходимостью поиска научно-методологических подходов, ориентированных на профессиональную подготовку специалистов, которая, используя технологичность ИКТ, учитывает креативную деятельность и индивидуальные предпочтения обучаемого;
- между необходимостью создания учебных пособий и методических рекомендаций, позволяющих организовать процесс обучения компьютерной графике и недостаточной разработанностью научно-практических рекомендаций в этой области.

Функционирование системы обучения инженерной графике в режиме развития для активизации подготовки людей к инженерной деятельности будет обеспечиваться, если соблюдены следующие условия[6]:

- определены условия взаимодействия системы обучения с системой воспитания и информационной системой инженерной графики;
- управление взаимодействием данных систем осуществляется целенаправленно в целях их рационального функционирования.

Развитие трехмерной компьютерной графики определяется различными факторами, среди которых наиболее существенные:

- реальные потребности потенциальных пользователей в системе визуализации;
- достижения в области аппаратного и программного обеспечения;
- высокая потребность в информации развивающегося общества;
- потребность человека в когнитивной компьютерной графике, позволяющий в пространственной форме представлять на экране компьютера не только

различные геометрические фигуры, но и различные математические формулы, которые развивают воображение человека и его ассоциативное мышление;

- потребность личности в информационной свободе - возможность получать необходимую информацию для жизни, профессиональной деятельности и своего развития, а также выражать свою точку зрения по поводу тех или иных природных или общественных явлений, передавать информацию другим людям, т.е. распространять ее в обществе;
- востребованность экоинформатики в связи с развитием нового научного направления в области теоретической информатики, имеющие целью создания новых информационных метатехнологий для решения задач глобального моделирования сложных природных явлений на основе эволюционного подхода.

Таким образом, анализ задач строительной отрасли показывает высокий уровень потребности в средствах обработки графических и пространственных данных в задачах автоматизации проектирования. Вместе с тем, эффективность использования указанных средств является недостаточной, что связано с отсутствием научно-обоснованной интегрированной информационной технологии обработки этого вида данных, учитывающей особенности строительных задач. Имеющиеся системы не в полной мере отвечают требованиям методологической, информационной и программной совместимости, функциональным возможностям. Учитывая, что развитие и применение информационных технологий является одним из приоритетных направлений науки и практики в строительстве, имеющее большое значение для развития строительной деятельности, задача создания адекватной информационной, технологии обработки графических и пространственных данных для строительства является теоретически и практически актуальной.

1. Арбузова Е.К. Роль и значение информационных систем в строительстве // Экономическое развитие России: тенденции, перспективы. Материалы II Международной научно-практической конференции. Нижний Новгород. 2016. С. 5-9.
2. Гулякин Д.В. Социально-информационная компетентность в структуре деятельности личности // Научные проблемы гуманитарных исследований. – 2009. – № 12. С. 36-39.
3. Гулякин Д. В. Роль информационно-коммуникационных технологий в формировании социально-информационной компетентности // Современные информационные технологии. – 2009. – №10. – с. 121-123.
4. Гулякин Д.В. Информационная деятельность в процессе формирования социально-информационной компетентности будущего специалиста. В мире научных открытий. 2010. № 2-2 (8). С. 19-21.
5. Машбиц Е.И. «Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения», педагогика, 1988.
6. Акимова И. Н. Методологические основы алгоритмизированного обучения графическим дисциплинам. Автореферат дис. д.п.н.- М.: 1995, 68 с.

Жуков Д.А., Гулякин Д.В.

Разработка Web-сайта для строительных организаций

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-42

Аннотация

В современных условиях развития информационного общества Интернет является довольно эффективным способом продвижения своих товаров и услуг. В статье рассматриваются аспекты разработки и внедрения Web-сайта для строительных организаций.

Ключевые слова: строительство, web-сайт, строительная организация, информационные технологии.

Abstract

In modern conditions of development of the information society, the Internet is a fairly effective way to promote your goods and services. The article discusses aspects of the development and implementation of a Web site for construction organizations.

Keywords: construction, website, construction organization, information technology.

В современном обществе практически у всех есть персональный компьютер или телефон, имеющие доступ в Сеть. Технологии достигли таких высот, когда каждый желающий может скачивать статьи, аудио- или видеoinформацию по любой интересующей его теме.

Сайт строительной компании – это море ее возможностей. Несмотря на широкое развитие Сети, ее доступность, решения о покупке недвижимости принимаются далеко не быстро. Человек понимает, что ему предстоит совершить большие траты, поэтому подходит к этому вопросу очень осторожно. Они должны ознакомиться с прайс-листом на услуги компании, технологиями строительства, их преимуществами и недостатками, отзывами заказчиков. Кроме того, можно заинтересовать покупателя новыми технологиями в строительстве, тем самым вызвав интерес к источнику[1-3].

Создание веб-сайта и его продвижение в Интернете может стать эффективным способом обогнать конкурентов. Качественная раскрутка сайта позволяет не только привлечь новых клиентов, но и раскрутить товарный знак компании, сделав его более запоминающимся среди потребителей, а также заинтересовать новых партнеров и инвесторов.

Одним из преимуществ разработки бизнеса в Интернете является непрерывная работа сайта 24 часа в сутки и малую стоимость его создания и продвижения. С помощью веб-сайта можно предоставлять потенциальным клиентам необходимую информацию, вести мониторинг их интересов к тем или иным товарам и услугам, что в свою очередь позволяет быстро замечать и реагировать на изменения рынка, находить новые способы продажи товаров и услуг, а также увеличивать объемы продаж.

Чтобы любой сайт, включая ресурс нашей веб-студии, отображался на экранах компьютеров и мобильных телефонов, подключенных к интернету во всем мире, необходимы 3 основные составляющие.

- Внешний вид сайта начинается с визуального оформления. Изначально дизайн сайта создается в графическом редакторе. Далее готовый дизайн переформатируется в HTML-страницу. HTML (или HyperText Markup Language) – язык разметки документов в интернете. Разработанная версия сайта превращается в документ, максимально приспособленный для сети. В современный период сайты создаются на HTML 5. Все, что касается внешнего вида сайтов, еще называется front-end (фронт-энд).
- Функционал работы сайта отвечает за отправку заказов через форму обратной связи или за регистрацию в личном кабинете. Большинство современных сайтов работают на языке программирования PHP (Hypertext Preprocessor). Самая современная версия языка 8.0.6. Часть сайта, которая отвечает за функционал, называется back-end (бэк-энд)[4].
- Хостинг - это специально созданное место для хранения и работы сайта. Сайт можно запускать и со своего домашнего компьютера. Для этого необходимо настроить стабильную работу веб-ресурса. Сайт должен быть в интернете буквально всегда. У современного хостинга есть много параметров, на которые надо ориентироваться при выборе подходящего места для размещения именно вашего сайта. О некоторых из них мы поговорим ниже.

Что же касается оформления содержания сайта, его доступности, то тут необходимо придерживаться требований законодательства. Согласно приказу Минстроя на сайте должна быть информация о застройщике, занимающимся долевым строительством. Фирма обязана предоставить дольщикам свободный доступ ко всем данным по объектам без регистрации, установки дополнительного ПО, платы.

На страницах должны быть проекты уже построенных и пока строящихся объектов, варианты планировки, возможные конструктивные решения. Онлайн-пользователь в таком случае будет иметь возможность выбрать проект самостоятельно, который отвечает его требованиям и бюджету.

Кроме того, дополнительной помощью в связи между продавцом и потребителем может послужить формы заявки и обратной связи. Это позволит сделать сайт более комфортабельным для общения с профессионалами. Для быстрого же ответа можно подключить на сайт онлайн-чат, в котором менеджер может быстро отвечать на вопросы от потенциальных заказчиков.

Для фирм, занимающихся частным домовозведением можно предусмотреть возможность загрузки плана, если клиент хочет узнать смету на возведение дома по индивидуальному проекту.

Учитывая сложности в современном обществе, люди перестали доверять на слово. Поэтому важно расположить доверием клиента. Строительный сайт должен развеять все сомнения, возникшие у человека при вкладывании больших денег в строительство. Нужно создать разделы для свидетельств, лицензий, сертификатов, рассказать о материалах, технологиях, с которыми вы работаете, привести отзывы, рекомендательные письма.

Типы строительных сайтов:

- 1) Сайт-визитка. Такой вид сайта является самым простым и быстрым с точки зрения запуска вариантом. Кроме того, он – самый недорогой. Значит, вполне может быть выбран временной основой строительной организации. Ведь крупным компаниям важно не потерять потенциальных клиентов, пока ведется разработка сложной многоуровневой корпоративной IT-инфраструктуры. Для средних же компаний такой тип сайта является имиджевым инструментом. Она не столько привлекает клиентов из интернет-сети, сколько дает возможность офлайн-клиентам узнать больше о компании по ссылке, найденной в буклете или на другой печатной промо-продукции.
- 2) Лендинг пейдж для строительной компании – это одностраничник для продажи конкретной услуги. По структуре он во многом напоминает сайт-визитку, но с оговоркой, что структура лендинга построена вокруг единственной цели – побудить посетителя откликнуться на предложение. И поэтому на нем размещается только та информация, которая этому способствует. Это идеальный вариант, чтобы привлекать клиентов, но на имидж и PR такие сайты не работают, у них совсем другая задача.
- 3) Корпоративный сайт для строительной компании – универсальный и лучший на начало 2020-х вариант для бизнеса в этом сегменте. Полноценный корпоративный сайт в 2021 году способен в выгодном свете представить и компанию, и каждое ее предложение. При этом за кулисами пользовательской версии корпоративного ресурса может скрываться сложная система интеграций, позволяющая автоматизировать продажи, собирать и анализировать данные об аудиториях, работать с существующими клиентами онлайн и привлекать новых, а также решать массу других маркетинговых задач[5,6].

2. Kharchenko L., Panova I., Babaeva E., Magomedova R., Gulyakin D., Pashtayev B. Russian syndromes, impeding the development of the innovation processes in education // Life Sci J 2014; 11 (9s): 184 -187, USA, (ISSN: 1097-8135). <http://www.lifesciencesite.com>. 35.
3. Гулякин Д.В. Современный вуз как среда, реплицирующая культуру общества // Научное обозрение. Серия 2: Гуманитарные науки. – 2012. – № 6. – С. 91-95.
4. Гуляев, А.К. Уроки веб-мастера: учебник / А.К. Гуляев. -Москва: Lumena, 2013. – 440 с.
5. Андерсон, С. Приманка для пользователей: создаем привлекательный сайт / С. Андерсон; [пер. с англ. С. Силинский]. - Москва: Питер, 2013. - 234 с. Вин, Ч. Как спроектировать современный сайт: профессиональный веб-дизайн на основе сетки / Ч. Вин. - Москва [и др.]: Питер, 2011. - 192 с.
6. Бадмаев, А. Б. Особенности создания веб-сайта / А. Б. Бадмаев.// Молодой ученый. — 2016. — № 27.2 (131.2). — С. 7-9.

Каранова В.В., Гулякин Д.В.

Корпоративные информационные системы в строительстве

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-43

Аннотация

В статье рассмотрено преимущество внедрения и использования корпоративных информационных систем для обеспечения бесперебойной и системной работы внутриорганизационных подразделений, для достижения нужного результата. Приведены системы автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: корпоративные информационные системы (КИС), эффективность, бизнес-процессы, строительство, системы автоматизированного проектирования.

Abstract

The article considers the advantage of implementing and using corporate information systems to ensure trouble-free and systematic work of intra-organizational units to achieve the desired result. Computer-aided design systems are presented.

Keywords: corporate information systems, efficiency, business processes, construction, computer-aided design systems.

Строительный комплекс России занимает одну из ключевых позиций в экономике страны. В деятельности современных строительных организаций информационные технологии играют значимую роль, способствуя повышению производительности труда и улучшению качества принимаемых решений. В настоящее время разработано множество программных систем, используемых на различных стадиях строительного процесса, в организациях, представляющие разные звенья договорных отношений, специалистами различного профиля.

Корпоративные интегрированные системы (КИС) - это системы управления предприятием, включающие множество функциональных подсистем, которые могут работать с большим числом пользователей, в том числе и удаленных. Они способны автоматизировать все или большинство бизнес-процессов предприятия [1].

В отличие от локальных систем, КИС позволяют автоматизировать географически разделенные предприятия и холдинги. Они построены на мощных системах управления базы данных (СУБД). И это позволяет организовать единую сеть данных между различными филиалами или предприятиями холдинга.

В силу сложности решаемых задач, современные КИС имеют гибкую архитектуру, включают в себя множество настроек. Благодаря этому можно «подогнать» работу системы под определённые требования предприятия. Кроме того, они предоставляют возможности модификации и развития силами любых разработчиков, имеют развитый язык программирования для создания новых экранных форм, отчетов и другого функционала.

К сожалению, реальная ситуация с использованием КИС далека от идеальной. Это связано с тем, что внедрение информационных систем само по себе является крайне сложной задачей. Ведь внедрение иногда может длиться годами, а его стоимость может в разы превышать стоимость самой системы. Успешное внедрение КИС требует правильного выбора программных продуктов, четкой формулировки целей внедрения и ясного понимания ожидаемых результатов. Также необходимы выбор правильной методологии и грамотная организация проекта внедрения. При этом следует учитывать специфические особенности внедряемого продукта (не случайно практически все крупные разработчики программного обеспечения предлагают свои собственные методологии внедрения, ориентированные на создаваемые ими системы) и помнить, что внедрение КИС сопряжено с целым рядом рисков, возникающих на разных этапах процесса внедрения. Пренебрежение этими рисками может привести к увеличению расходов на проект внедрения КИС, его длительности и даже к краху проекта [1, 2].

При внедрении компьютерных информационных технологий в организацию преследуются две взаимосвязанные основные цели:

- сокращение затрат в организации;
- увеличение отдачи, повышение производительности.

Системы могут быть заказными (уникальными) и адаптивными. В первом случае, подразумевается, что КИС создается для конкретного предприятия, и нет больше аналогов. Адаптивные системы представляют переход от базовой системы, отображающей типовые свойства системы, к окончательному решению, приспособленному для данной отрасли.

Основной составляющей строительной отрасли (примерно 90% вложений) является стадия ведения проектов. В первую очередь это касается строительных и компаний-разработчиков, а также компаний, специализирующихся на развитии территорий и создании инфраструктуры строительства. Во многом проекты капитального строительства зданий и сооружений и создания сопутствующей инфраструктуры зависят от общего подхода к процессу [3-6].

Современное строительство на всех этапах – это комплекс расчетов, проектов с огромным множеством практических задач, связанных с материалами и конструкциями, капиталовложениями и затратами. Современному заказчику мало получить хорошее, добротное здание. Как минимум он хочет нечто нестандартное, долговечное и с минимальными затратами [4]. Использование технологии информационного моделирования в строительстве помогает в решении этих и многих других задач. В ходе управления проектами по строительству сложных, насыщенных сетью коммуникаций и оборудованием технологических объектов возникает ряд проблем. Основная их часть может быть допущена на этапе проектирования.

Структура организационного построения строительного процесса позволяет всех участников этого рынка разделить на несколько крупных классов согласно их специализации. Причем крупные строительные концерны, как правило, охватывают сразу несколько видов деятельности. Рассмотрим следующий набор классов: инвестор/управляющая компания, заказчик, подрядчик, эксплуатирующая компания, проектировщик.

- Инвестор/управляющая компания. Специфика деятельности заключается в развитии проекта как бизнес-идеи. Основным показателем является эффективность проекта как бизнеса. Поэтому инвестору прежде всего необходимы системы, позволяющие эффективно вкладывать деньги, контролировать и возвращать свои инвестиции. Это процессы бюджетирования и управленческого учета на верхнем уровне, финансовое моделирование как компании в целом, так и отдельных ее проектов.
- Заказчик. Управляет движением проекта на основной производственной стадии - предпроект, проект, строительно-монтажные работы. Таким образом, особое внимание уделяется управлению проектами, детальному

отслеживанию их технико-экономических показателей, сроков и бюджетов, что накладывает соответствующие требования на детализацию данных в системах. И совершенно естественно, что система отчетности заказчика является более сложной и более многоуровневой, чем отчетность инвестора.

- **Подрядчик.** Основные процессы подрядчика - это реализация делегированного объема работ в сроки и бюджеты, установленные заказчиком. Таким образом проектное управление выходит на первое место, бюджетирование и управленческий учет ведутся строго в рамках учета проектного. Графики мероприятий, бюджеты проектов и фактическое их исполнение, оперативное планирование и казначейские операции - всё это может проводиться в рамках системы управления проектами. Заказчику передается отчетность в установленном виде с требуемым уровнем детализации.
- **Эксплуатирующая компания.** На этом этапе существует необходимость управленческом учете. Какие-либо дополнительные бизнес-процессы отсутствуют.
- **Проектировщик.** Бизнес проектировщика основан на предоставлении услуг по проектированию и разработке документации и кроме документооборота специализированных систем (AutoCad, ArchiCad, Revit и т.д.) и бухгалтерской программы других систем не требует. Более того, данный элемент процесса весьма специфичен и обособлен от остальных и может работать в рамках единой системы только в области документооборота.

Для реализации информационных технологий в строительстве используют системы автоматизированного проектирования - САПР. С их помощью можно выполнять: архитектурное планирование, дизайнерские решения, рассчитывать механические характеристики сооружений, создание документации, конструкторской, проектной и сметной, управление процессом самого строительства. В строительстве наиболее популярными программами являются следующие: AutoCAD, ArchiCAD, Revit; «Компас», «ПК ЛИРА» и другие. Например, такие приложения как Смета 2000\«Ресурсная смета», «Аверс», «Гранд Смета» и т.д., помогают в составлении сметной документации и позволяют: рассчитывать смету; выбирать форму сметы; использовать знание нормативных баз, индексов, коэффициентов.

Для комплексного управления строительством существуют следующие системы: «1С: Управление строительной организацией», «1С: Подрядчик строительства. Управление строительным производством», «1С: Подрядчик строительства. Управление финансами». Они помогают в составлении календарных планов, контроле за выполнением работ.

Аналитики отмечают в числе основных факторов роста мирового рынка урбанизацию и увеличение количества инфраструктурных проектов, а также государственное стимулирование и осознание участниками рынка преимуществ BIM. Определенную роль играет и то, что информационное моделирование относится к ИТ-сфере, которая в глобальном смысле выиграла от массового перехода специалистов на дистанционный формат работы.

Таким образом, преимущества от использования информационных систем в управлении очевидны: сокращаются производственные затраты, уменьшаются сроки выполнения заказов. Но для оценки эффективности возможные выгоды от внедрения необходимо сравнить с совокупной стоимостью владения - основным показателем оценки эффективности внедрения информационных систем. Правильное и грамотное внедрение информационных систем очень полезно. В этом случае предприятие может экономить значительную часть своего бюджета ежедневно. Существует немало примеров, когда внедрение автоматизированных информационных систем принесла значительную долю в прибыль компании. Эффективность внедрения КИС возможна при комплексном подходе к

решению проектных задач, максимальной заинтересованности персонала организации в успехе всего проекта.

1. Корпоративные информационные системы: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Проблемы внедрения и использования / Д. А. Градусов, А. В. Шутов, А. Б. Градусов; Владим. гос. ун-т им. А. Г. И Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2014.
2. Гагарский В.А. Проблемы внедрения корпоративных информационных систем // «Дело» – №12.–2006.
3. Gulyakin D, Babaeva E., Magomedova R., Panova I. и др. Transgression of culturological approach in the practise of the Russian higher education. // Life Sci J 2014;11(9s):188-191, USA, (ISSN:1097-8135). <http://www.lifesciencesite.com>. 36.
4. Гулякин Д.В. Современный вуз как среда, реплицирующая культуру общества // Научное обозрение. Серия 2: Гуманитарные науки. – 2012. – № 6. – С. 91-95.
5. Пирогов В.Ю. «Информационные системы и базы данных: организация и проектирование», год 2009, г. Санкт-Петербург.
6. Заренков, В. А. Проблемы развития строительных компаний в условиях российской экономики / В. А. Заренков - СПб. Стройиздат, 1999,-288с.

Литвинов Д.В., Гулякин Д.В.

О важности внедрения систем автоматизации современных зданий

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-44

Аннотация

В данной статье рассматривается вопрос о модели сложной системы автоматизации и управления всеми инженерно-техническими объектами и конструкциями здания, формирующими непосредственно саму систему автоматизации, и выполнением работ в период внештатных ситуаций с применением всех команд, необходимых для выхода из опасного положения и введения всего многоступенчатого комплекса в привычный режим функционирования.

Ключевые слова: строительство, автоматизация зданий, интеграция, управление, интеллектуальное здание.

Abstract

This article discusses the issue of a model of a complex automation and control system for all engineering and technical objects and building structures that directly form the automation system itself, and performing work during emergency situations using all the commands necessary to get out of a dangerous situation and introduce the entire multistage complex into the usual mode of functioning.

Keywords: construction, building automation, integration, management, intelligent building.

В современном мире крайне ответственно относятся к управлению над всеми инженерно-техническими и информационными системами в такой основополагающей и масштабной отрасли, как строительство. Слаженность всех комплексов, готовность принятия самых разных команд в экстренных ситуациях, надежная защита, неразрывное взаимодействие всех компонентов являются безоговорочными требованиями для четного функционирования того или иного здания. Образование «Интеллектуального здания»-итог внедрения и использования самых современных информационно-коммуникационных систем и четко отработанных технологических решений, и все эти преобразования выполняют основную функцию- удовлетворить как потребности строителей самых разных отраслей работы, так и самого обладателя здания[1,2].

Положительных черты владения систем «Интеллектуального здания» являются следующими:

- минимизация потерь, связанных с внештатными обстоятельствами;
- повышение эффективности эксплуатации и качества обслуживания;
- значительное снижение издержек в сотрудничестве со службами жизнеобеспечения предприятия;
- повышение эффективности и надежности четкого функционирования здания и всех его составляющих;
- повышение комфортности и основательное обеспечение безопасности на всех уровнях;
- снижение аварийности оборудования, учет и экономия всех видов ресурсов;
- доступ к полной информации о системах той или иной части здания в любой момент времени[3-6].

Автоматизированная Система Управления Зданиями (Building Management System, BMS)-«фундамент» интеллектуальных зданий. Система автоматизации и управления зданиями (САиУЗ)-необходима для решения задач оперативного контроля над технологическими процессами жилых промышленных сооружений. САиУЗ регулирует весь жизненный цикл здания и его компонентов как единое целое, обеспечивая достойный уровень гарантий исправности работы всех инженерно-технических систем, допустимые режимы эксплуатации и экономичное потребление внешних ресурсов.

САиУЗ позволяет руководить всеми инженерными системами одного или нескольких зданий с единого диспетчерского пульта-«мозга всей программы».

АСУЗ подразделяется на системы для крупных объектов недвижимости и системы для автоматизации жилых помещений.

При формировании АСУЗ существует несколько уровней автоматизации.

1. Уровень диспетчеризации и администрирования (Management Level), на котором осуществляется взаимодействие между персоналом (операторами, диспетчерами и т.д.) и системой через человеко-машинный интерфейс, реализованный на основе компьютерных средств и SCADA-систем.
2. Уровень автоматического управления (Automation Level), основные компоненты которого-контроллеры автоматического управления, модули ввода-вывода сигналов и электротехническое коммутационное оборудование.
3. Уровень периферийных устройств (Field Level), включающий в себя датчики и исполнительные механизмы, в том числе кабельные соединения[7,8].

Для АСУЗ разработан комплекс международных стандартов Building automation and control systems iso 16484-xx.

В Российской Федерации к 2007 году были внедрены первые части данного стандарта в виде комплекса стандартов АВОК АСУЗ(Ассоциация инженеров по вопросам отопления, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике).

Аппаратно-программная система управления зданием, являющаяся ядром интеллектуального здания, дает возможность контролировать системы жизнеобеспечения и пользоваться всеми необходимыми данными о 32 000 инженерных точек здания.

Через распределительные сетевые процессоры NCM(Network Control Module) и сети LonWork и BACNet она объединяет все системы жизнеобеспечения интеллектуального здания в централизованную отказоустойчивую архитектуру.

Информация о работе той или иной системы жизнеобеспечения здания передается на сетевые процессоры от «интеграторов» типа METASYS Integrator и «полевых» контроллеров, каждый из которых получает данные от регулируемой системы жизнеобеспечения. Интеграторы являются устройствами, которые передают на процессор BMS информацию о работе систем с локальной автоматикой (включая интегрированные системы безопасности, лифты, источники бесперебойного питания (ИБП) и т.д. Сигналы от «полевых» контроллеров и интеграторов поступают на сетевые процессоры BMS системы по сетям LonWork[9,10].

В центре системы находятся сетевые процессоры, имеющие архитектуру с распределенным интеллектом и осуществляющие автоматическое слежение за всеми составляющими «умного» здания. Такой метод работы определенно повышает надежность работы BMS, и сбой любого из процессоров никак не отразится на функциях контролируемой им системы жизнеобеспечения, так как его обязанности «подхватит» другой процессор.

Через центральный сервер и АРМ (автоматизированные рабочие места) операторов функциональных идет процесс архивирования данных, мониторинг работы систем жизнеобеспечения и интеллектуальном сооружении. Для обработки всей информации, идущей с любой системы жизнеобеспечения, в центре действует программное специальное обеспечение BMS.

Исследования большинства специалистов в этой области наталкивают нас на мысль о том, что, несмотря на масштабность и ответственность всего периода возведения здания, доля расходов на данный этап в совокупной стоимости затрат 40-летнего периода составляет только 11%. Расходы, касающиеся эксплуатации и ремонта, и будут являться себестоимостью владения, и лишь от них зависят арендные ставки и, собственно, объемы инвестиций. Более того, в связи с особенностями САиУЗ полностью владеть информацией о всем цикле жизнеспособности здания, срок эксплуатации дома до капитального ремонта возрастает до 50-55 лет.

1. Шишов О. В. Технические средства автоматизации и управления: учебное пособие. – Москва: ИНФРА-М, 2011 г. – 397 с.
2. Тесля Е.В. "Умный дом" своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире. — СПб., 2008. — 219 с.
3. Иванченко П. Технология LonWorks//Бюллетень "Автоматизация здания" 5/2007(10). — М.: ОАО "АСТ — Московский полиграфический дом", 2007. — 20 с.
4. Волков А.А. Информационное обеспечение в рамках концепции интеллектуального жилища//Жилищное строительство. -2001. -№8. -с. 4-5
5. Kharchenko L., Panova I., Babaeva E., Magomedova R., Gulyakin D., Pashtaev B. Russian syndromes, impeding the development of the innovation processes in education // Life Sci J 2014; 11 (9s): 184 -187, USA, (ISSN: 1097-8135). <http://www.lifesciencesite.com>. 35.
6. Гулякин Д.В. Современный вуз как среда, реплицирующая культуру общества // Научное обозрение. Серия 2: Гуманитарные науки. – 2012. – № 6. – С. 91-95.
7. Головин А. ВЫСТАВКА HI-TECH HOUSE: Бюллетень "Автоматизация зданий". Ноябрь 2006. №4.
8. Комаров Н.М., Жаров В.Г. Управление инженерными системами интеллектуального здания с использованием технологий информационного и инфографического моделирования // Сервис Plus. 2013. №2. С. 74-81
9. Федоров Е. "Город будущего" - энергоэффективность, безопасность и комфорт // Control engineering Россия. 2015. №2 (56). С. 22-26.
10. Шишов О. В. Современные технологии промышленной автоматизации : учеб. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 276 с.

Пылькин А.Н., Соколова Ю.С., Дмитриева Т.А.

Выбор современного языка программирования для изучения базовых принципов программирования

*ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина»
(Россия, Рязань)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-45

Аннотация

Рассматривается ряд вопросов, связанных с выбором современного языка программирования для обучения, а также языковые средства современной версии языка Pascal PascalABC.NET, позволяющие писать короткий, понятный и эффективный код.

Ключевые слова: концепции программирования, языки программирования, PascalABC.NET, Python, обучение программированию.

Abstract

A number of issues related to the choice of a modern programming language for teaching are considered, as well as the language facilities of the modern version of the Pascal PascalABC.NET language, which allow you to write short, understandable and effective code.

Keywords: programming concepts, programming languages, PascalABC.NET, Python, teaching programming.

В последние годы интерес к IT-индустрии продолжает расти, а перед новичками и преподавателями возникает актуальный вопрос, какие технологии и языки программирования стоит изучить для успешного старта. Среди технологий программирования можно отметить такие технологии как структурное программирование, объектно-ориентированное программирование, а также функциональное и логическое программирование.

Объектно-ориентированное программирование является доминирующей концепцией программирования с 1990-х годов. Современная промышленная разработка программного обеспечения ведется на языках программирования, основанных именно на этой концепции. Поэтому знание объектно-ориентированного программирования является обязательным требованием работодателей к программистам. Объектно-ориентированное программирование является развитием двух предшествующих концепций: структурного и процедурного-модульного программирования. Поэтому для успешного освоения объектно-ориентированной концепции вначале нужно изучить эти предшествующие ей концепции [1].

Структурное программирование появилось в конце 1960 х годах с работ Э. Дейкстры [2, 3]. Основными положениями структурного программирования являются: использование только типовых управляющих структур следования, выбора и повторения, разработка программ с помощью нисходящего проектирования. Структурное программирование позволило сократить время на разработку и отладку программ, так как всегда можно было установить соответствие между этапом вычислительного процесса и фрагментом программы, его реализующего. Освоение технологии структурного программирования позволяет специалисту среднего уровня составлять программный код повышенной сложности, который в этом случае будет избыточным.

Увеличение сложности программных систем привело к трансформации структурного программирования в процедурное (процедурно-модульное) программирование в 1980 х годах. В структурном программировании не было четко установленных критериев деления программы на модули. В процедурном программировании был введен такой критерий модульности. Этот критерий был основан на понятии уровней абстракции [4, 5]. Каждая подпрограмма решала одну задачу на своем уровне абстракции с использованием подпрограмм непосредственно нижнего уровня.

Эволюция концепций программирования позволяла разрабатывать программные системы нового порядка сложности по сравнению с прежней, но делала инструменты разработки более трудными в освоении и использовании. Поэтому процесс обучения программированию также усложнялся.

Чтобы начать изучение объектно-ориентированного программирования, студент должен знать основы программирования и уметь представлять решение задачи в виде программы. При этом текст программы должен соответствовать концепциям структурного и процедурного программирования.

Перечислим базовые знания и умения в дальнейшем необходимые для освоения объектно-ориентированного программирования.

Основы программирования:

- типы данных;
- операции (в том числе математические);
- управляющие структуры;

- работа со сложными типами данных;
- ввод и вывод данных;
- отладка программы;
- оформление текста программы в соответствии с соглашениями языка программирования (например, стандарт PEP 8 написания программы на языке Python).

Структурное программирование:

- написание или преобразование текста программы в такой вид, чтобы она соответствовала концепции структурного программирования;
- нисходящее проектирование алгоритмов и программ.

Процедурное программирование:

- принципы деления программы на подпрограммы;
- способы обмена данными основной программы и подпрограмм;
- локальные и глобальные переменные;
- формальные и фактические параметры;
- создание библиотек модулей пользователя.

В настоящий момент существует большое число различных языков программирования, как классических, так и современных. Возникает вопрос, какой язык программирования выбрать для получения в этой области знаний и умений, перечисленных выше. Выбор усложняется тем, что рейтинги популярности языков программирования ежегодно меняются, а самих языков очень много, и каждый из них имеет свои особенности, сферы применения и решает свои задачи.

Basic (Бейсик). Был создан в 1964 году как интерактивный язык для студентов-непрограммистов, чтобы они после минимального обучения легко могли самостоятельно создавать программы [6]. Язык Basic является семейством языков высокоуровневого программирования, так как имеет большое число различных диалектов, ориентированных на интерпретацию программного кода (что приводит к снижению производительности машинных прогонов). В настоящий момент язык Basic из простого, почти примитивного языка превратился в самостоятельный язык Visual Basic, который используется для разработки прикладных программ, чаще всего для операционной системы Windows.

К недостаткам использования языка Basic можно отнести следующие: базовые разновидности языка не позволяют обучить структурному программированию [7], причиной этого является своеобразие управляющих конструкций и подпрограмм, значительно отличающаяся от синтаксиса в других языках программирования; язык Visual Basic предназначен не для начального обучения, а для решения других задач, в частности, для офисного программирования.

Pascal (Паскаль). Этот язык специально создан Н. Виртом в конце 1960 х – в начале 1970 х годов для обучения студентов структурному программированию [8]. В языке Pascal обязательно присутствует разделение программы на области (раздел описаний переменных, типов, констант, процедур и функций и др.), также особенностью является строгая типизация данных и однозначность толкования любой команды.

Как и Basic, язык имеет различные диалекты, в которые внесены некоторые изменения. Наиболее известной реализацией языка Pascal, обеспечившей широкое распространение и развитие языка, является Turbo Pascal фирмы Borland [9]. Дальнейшим развитием языка Pascal является язык Object Pascal, дополненный средствами объектно-ориентированного программирования. Язык Object Pascal используется в среде программирования Borland Delphi, в которой были внедрены значительные расширения языка [10].

В настоящее время в учебном процессе для изучения программирования с помощью языка Pascal широко используется свободно распространяемая среда разработки PascalABC, обладающая всем необходимым функционалом. Эта среда разработки функционирует на

платформе .NET. Язык программирования среды PascalABC.NET включает в себя не только классический язык Паскаль, но и большинство возможностей языка Object Pascal и все современные средства языков программирования, такие как классы, интерфейсы, лямбда-выражения, сборка мусора и многие другие. Данные особенности позволяют разделить обучение на необходимые этапы, указанные в данной статье, то есть сначала получить базовые знания по программированию, а потом расширить их знаниями по объектно-ориентированному программированию.

Недостатком языка Pascal является то, что он практически не применяется на практике промышленной разработки программ уровня сложности выше среднего. Но данный язык программирования до сих пор заслуженно считается одним из самых лучших языков для начального обучения программированию.

Python (Питон). Этот язык программирования подходит и для обучения, и для программирования сложных проектов. Язык Python является мощным высокоуровневым объектно-ориентированным языком программирования [11], который начал разрабатывать Г. Россум в конце 1980 х годов.

Именно этот язык считается в последние годы фаворитом для изучения основ программирования. Немногословный и понятный синтаксис, похожий на псевдокод и не усложненный громоздкими конструкциями, а также сильная динамическая типизация способствуют быстрому и безболезненному обучению новичков основам программирования. Кроме того, этот язык постоянно развивается, а сообщество вокруг Python – одно из самых сильных в мире IT.

Этот язык является кроссплатформенным, обладает последовательным синтаксисом, является модульным, легко масштабируется, благодаря чему исходный код написанных на Python программ легко читаем. Разрабатываемые программы содержат меньшее число строк кода по сравнению с другими языками программирования.

Язык Python поддерживает различные концепции программирования, в том числе структурное, процедурное, объектно-ориентированное и функциональное программирование. Для этого языка есть интерактивная консоль, в которой можно ввести команду и сразу увидеть ее результат. Кроме того, язык Python является интерпретируемым языком программирования, то есть для работы с ним подойдет любой текстовый редактор. Но для удобства работы можно использовать свободно распространяемую интегрированную среду разработки PyCharm Community Edition.

Язык Python – самый быстрорастущий язык программирования, который по рейтингу языков программирования от издания IEEE Spectrum с 2018 года уже находился на первом месте [12]. По другим рейтингам этот язык также находится на лидирующих позициях.

Основным недостатком использования языка Python для изучения основ программирования является то, что данный язык не формализован, в нем имеет место динамическая типизация, когда тип переменной определяется только во время исполнения. Это может спровоцировать возникновение целого ряда ошибок, которые начинающему программисту будет сложно выявить. Другим недостатком является то, что широкое использование этого языка программирования в нашей стране определяется недостаточностью периода его изучения и использования.

Тем не менее, язык программирования Python однозначно можно рекомендовать как на первом этапе обучения для получения начальных навыков программирования, так и на втором, при изучении технологии объектно-ориентированного программирования.

C (Си). Язык C разработал Д. Ричи в конце 1960 х – начале 1970 х годов [13]. Он является мощным, быстрым, кроссплатформенным языком программирования общего назначения. Язык C является первым языком, на котором написана операционная система. Язык C используется для разработки широкого спектра приложений от операционных систем, таких как Windows и iOS, до прикладного программного обеспечения для различных устройств и встраиваемых систем.

Этот язык также можно рассматривать в качестве языка для начинающих программистов. Язык С прост в освоении, в нем имеются различные возможности для написания сложных программ, он широко используется по всему миру. Знание языка С значительно облегчает в дальнейшем изучение других высокоуровневых языков, которые от него происходят (C++, Java, C#).

С точки зрения обучения, основным недостатком языка С является отсутствие полномасштабной реализации технологии процедурного программирования (нет понятия процедуры, своеобразное определение функции и др.)

Кроме того, выбор конкретного языка в профессиональной сфере зависит от цели деятельности. Например, можно отметить популярные серверные языки, такие как PHP, Java, Ruby. Из клиентских языков наиболее перспективен JavaScript. Для разработки сложных высоконагруженных проектов и игровых приложений широко используется C++. Лидерами в разработке приложений для мобильных устройств считаются Java, Objective-C, Swift. Среди программ для разработки программ в сфере бизнеса, веб-сервисов, мобильных приложений, игр лидирующее положение занимают C# и Python.

Опыт преподавания авторами дисциплин программирования на первом и втором курсе в рамках укрупненного направления 09.00.00 – Информатика и вычислительная техника показывает, что наиболее приемлемыми языками для начального обучения технологиям программирования следует считать языки Pascal и Python.

Многие считают язык Pascal устаревшим, но это не так. Нужно отметить, что наравне с языком Python развиваются и совершенствуются другие языки программирования, включая PascalABC.NET [14, 15]. Рассмотрим более подробно возможности этого языка программирования и сравним их с возможностями языка Turbo Pascal и Python.

PascalABC.NET был создан около 15 лет назад в Южном федеральном университете [15]. Разработчики преследовали цель создания хорошего современного языка программирования для обучения школьников с мощной, хорошо русифицированной средой программирования, поддерживающей технологию IntelliSense, содержащей средства автоформатирования, встроенный отладчик и встроенный дизайнер форм, включающего в себя лучшее, что предлагают другие современные языки, такие как C#, Kotlin, Python, Haskell и другие. В качестве платформы реализации была выбрана платформа Microsoft.NET.

Синтаксически PascalABC.NET близок к языку Delphi, однако включает множество конструкций языка C# и содержит все современные языковые средства: классы, перегрузку операций, интерфейсы, обработку исключений, обобщенные классы и подпрограммы, сборку мусора, лямбда-выражения, средства параллельного программирования [15, 16]. Кроме того, он содержит собственные расширения языка Pascal, нацеленные на написание компактных, интуитивно понятных программ с использованием современных языковых возможностей.

Многое язык PascalABC.NET взял от языка Python. Это прежде всего легковесные языковые и библиотечные средства, обеспечивающие компактность и интуитивную понятность программ. Кроме того, часто код решения задачи, написанный на Python, фактически идентичен коду на PascalABC.NET.

Рассмотрим решение задачи (№ 14 из ЕГЭ по информатике) поиска количества повторений цифры 3 в значении выражения $4^{503} + 3 \cdot 4^{244} - 2 \cdot 4^{444} - 95$, записанного в системе счисления с основанием 4. В обоих случаях будет получено число 298.

Код на PascalABC.NET	Код на Python
##	
var N := 4bi**503 +	N = 4**503 +
3*4bi**244 -	3*4**244 -
2*4bi**444 - 95;	2*4**444 - 95
var k := 0;	k = 0
while N > 0 do	while N > 0:
begin	if N % 4 ==

<pre> if N mod 4 = 3 then k += 1; N := N div 4; end; print(k) </pre>	<pre> 3: k += 1 N = N // 4 print(k) </pre>
---	--

В рассмотренном примере для хранения значения N используется неограниченный целый тип, обозначаемый в PascalABC.NET идентификатором BigInteger.

Ещё один пример, демонстрирующий схожесть синтаксических конструкций этих языков программирования, также взят из сборников для подготовки к ЕГЭ по информатике (задача № 12): на вход программы для исполнителя «Редактор» поступила строка, состоящая из 107 букв X. Требуется определить, какая строка получится после выполнения следующего алгоритма (в результате должна получиться строка 'XX'):

ПОКА Нашлось (XXX) или Нашлось (ZYX) или Нашлось (ZXX)

 Заменить (XXX, ZZ)

 Заменить (ZYX, X)

 Заменить (ZXX, Y)

КОНЕЦ ПОКА

Код на PascalABC.NET

```

##
var s := 'X' * 107;
while ('XXX' in s) or ('ZYX' in s) or
('ZXX' in s) do
    begin
        s := s.replace('XXX', 'ZZ', 1);
        s := s.replace('ZYX', 'X', 1);
        s := s.replace('ZXX', 'Y', 1);
    end;
print(s)

```

Код на Python

```

s = 'X' * 107
while ('XXX' in s) or ('ZYX' in s) or
('ZXX' in s):
    s = s.replace('XXX', 'ZZ', 1)
    s = s.replace('ZYX', 'X', 1)
    s = s.replace('ZXX', 'Y', 1)
print(s)

```

PascalABC.NET, аналогично Python, позволяет использовать в программах идентификаторы, содержащие кириллические символы [15]. Так в предыдущем примере, реализовав подпрограммы Нашлось() и Заменить(), можно было оставить представленный исполнителю «Редактор» алгоритм фактически без изменений:

```

##
var s: string;
var Нашлось: string → boolean := v → s.Contains(v);
var Заменить: (string, string) → () := (v, w) →
    begin s := s.Replace(v, w, 1) end;
s := 'X'*107;

```

```

while Нашлось('XXX') or Нашлось('ZYX') or Нашлось('ZXX') do
begin
    Заменить('XXX', 'ZZ');
    Заменить('ZYX', 'X');
    Заменить('ZXX', 'Y')
end;
s.Print

```

Как можно заметить из примеров, в коде на PascalABC.NET нет привычных операторов `begin ... end`, разработчики заменили их на символы `##`. Кроме того, использование сочетания символов `###` включает в PascalABC.NET режим спортивного программирования, в котором операторы записываются в краткой форме: вместо `Print` можно писать `Pr`, вместо `Where – Wh`, вместо `Count – Cnt` и т.п.

Также из последнего листинга видно, что PascalABC.NET работает с кортежами, позволяет писать программы в функциональном стиле с использованием лямбда-выражений, которое легко распознается в тексте программы по характерному знаку операции $\rightarrow$ (произносится «переходит в ... »).

Использование кортежа в качестве выходных параметров у функции позволяет передавать в основную программу сразу несколько значений, например, с помощью функции можно сразу определить количество чётных и нечётных цифр в натуральном числе (пример не является учебным, он демонстрирует работу с кортежами):

```

##
function EvenOdd(n: integer): (integer, integer);
begin
    var (ev, od) := (0, 0);
    while n > 0 do
        begin
            var d := n mod 10;
            if d.IsEven then ev += 1 else od += 1;
            n := n div 10
        end;
    result := (ev, od)
end;

var num := ReadInteger('Введите число: ');
var (countEven, countOdd) := EvenOdd(num);
countEven.Println;
countOdd.Println

```

Модуль `School`, встроенный в современный PascalABC.NET, содержит реализацию алгоритмов, часто встречающихся в школьных задачах. Его использование делает текст программы яснее и короче, особенно для тех, кому не требуется углубляться в математические и технические детали этих алгоритмов. Так, с использованием модуля `School` и лямбда-выражений программа нахождения всех простых чисел из диапазона от a до b будет занимать три строки и иметь следующий синтаксис:

```

##
uses school;
var (a, b) := ReadInteger2('Введите два числа: ');
(a..b).Where(x → x.isPrime).Print

```

В PascalABC.NET программное решение задачи нахождения суммы чётных положительных чисел, не делящихся при этом на 8 или на 10, ввод которых заканчивается нулем, может быть записано одной строкой:

```
##
ReadSeqIntegerWhile(x → x<>0).Where(x → x.isEven and (x > 0) and
not(x.DivsAny(8, 10))).Sum.Print
```

Результатом работы программы при вводе последовательности:

13 -6 -2 4 35 64 22 70 -96 80 0 2 -6 44

будет число 26 ($4 + 22 = 26$).

Из приведенных примеров видно, что реализации некоторых функций имеют два формата – для вызова в виде функции и для записи в точечной нотации. Например, для вывода значения переменной s можно писать Println(s) или s.Println.

Но, несмотря на наличие мощной современной системы программирования на базе языка Pascal, в учебных заведениях на компьютерах с установленным PascalABC.NET продолжают писать код с синтаксисом для Turbo Pascal и преподавать устаревшие Free Pascal или Delphi. Многие не видят разницы между этими языками, полагая, что она минимальна или вообще отсутствует.

Следующий пример демонстрирует различие в кодах, написанных на Turbo Pascal, на PascalABC.NET и на Python, при решении задачи поиска минимума и его позиции в случайно сгенерированном массиве из 10 чисел, каждое из которых лежит в диапазоне от -100 до 100 (если минимумов несколько, определить номер первого).

Код на Turbo Pascal

```
var
  a: array[1..10] of integer;
  mn, imn, i: integer;
begin
  randomize;
  for i:=1 to 10 do a[i]:=random(101)-
random(101);
  for i:=1 to 10 do write(a[i]:4);
  writeln;
  mn := a[1];
  imn := 1;
  for i:=1 to 10 do
    if a[i] < mn then
      begin
        mn := a[i];
        imn := i;
      end;
  writeln(mn, ' ', imn)
end.
```

Код на PascalABC.NET

```
##
var a := ArrRandom(10, -100, 100);
a.Println;
a.Min.Print;
(a.IndexMin+1).Print;
```

Код на Python

```
from random import randint
```

```
a = [randint(-100, 100) for i in
range(10)]
print(a)
print(min(a))
print(a.index(min(a)) + 1)
```

Как показывает рассмотренный пример, коды на Turbo Pascal и PascalABC.NET сильно различаются. И несмотря на то, что в PascalABC.NET можно писать код в стиле старого Turbo Pascal, в нем заложены конструкции, присущие другим языкам программирования. Более того, он умеет понимать, форматировать и выполнять с определенными ограничениями программы, написанные на языке C# [15].

Если вспомнить про язык программирования Python [17, 18], который разрабатывался с целью повышения продуктивности самого программиста, нежели кода, который пишется, то PascalABC.NET также позволяет концентрироваться на сути алгоритма, а не на технических деталях благодаря своим встроенным библиотекам. Но, в отличие от языка Python, язык PascalABC.NET имеет статическую типизацию, что позволяет фиксировать множество ошибок на этапе компиляции и делает программу более безопасной. Кроме того, недостаток в скорости ограничивает область применения Python. Высокопроизводительное приложение на чистом Питоне написать не получится, потребуется прибегать к помощи других языков или использовать статически типизированные расширения. Поэтому, если вы планируете стать всесторонне развитым разработчиком, только знания Python недостаточно.

PascalABC.NET за пределами сферы образования практически не используется, но он имеет множество языковых возможностей, поддерживает множество стилей программирования, поскольку обобщает языковые и библиотечные возможности таких языков, как C#, Python, Kotlin, входящих в TOP-10 рейтинга востребованных языков программирования 2021 [19].

Не стоит гнаться за изучением современных языков программирования, поскольку, как показывает практика, на смену одним кодам приходят другие. Гораздо важнее обучать базовым принципам программирования, а этого можно добиться, используя на начальном этапе изучения технологий программирования язык PascalABC.NET. Так, этот язык взят за основу в курсе «Основы программирования» у студентов 1 курса мехмата ЮФУ по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» [15]. Объясняется это тем, что PascalABC.NET является мультипарадигменным языком, позволяющим программировать в структурном, объектно-ориентированном и функциональном стилях, а теоретическая и практическая база, полученная при его изучении, позволяет эффективно освоить современные технологии программирования и в очень короткий срок изучать впоследствии такие языки как Python, C++, C#, Java, Haskell, Ruby и др.

PascalABC.NET является удачным решением для начального знакомства с современными технологиями программирования еще и потому, что это программное обеспечение является свободно распространяемой отечественной разработкой с интегрированным электронным задачником Programming Taskbook [20], который предназначен для обучения программированию и содержит учебные задания, охватывающие все основные разделы базового курса программирования: от скалярных типов и управляющих операторов до сложных структур данных и рекурсивных алгоритмов.

1. Dmitrieva T.A., Prutskov A.V., Pylkin A.N. Two-level study of object-oriented programming by university students / Современные информационные технологии и ИТ-образование № 1, том 15, 2019.
2. Dijkstra E.W. Structured programming. In J.N. Buxton, B. Randell (eds.) Software Engineering Techniques, NATO Scientific Affairs Division, Brussels, Belgium, 1969 (pp. 84-88).
3. Dahl O.J., Dijkstra E.W., Hoare, C.A.R. Structured programming. Aca-demic Press, 1972.

4. Dijkstra E.W. The Structure of the "THE"-Multiprogramming System. In Communications of the ACM, 11 (5), May 1968 (pp. 341-346).
5. Liskov B.H. A Design Methodology for Reliable Software Systems. In Proc. of AFIPS'72 (Fall, part I), 1972 (pp. 191-199).
6. Basic. A Manual for BASIC, the elementary algebraic language designed for use with the Dartmouth Time Sharing System. Dartmouth College, 1964. Available at: http://www.bitsavers.org/pdf/dartmouth/BASIC_Oct64.pdf (дата обращения: 04.09.2021).
7. Bogardus Cortez, M. History of Basic Computer Programming Languages: C Language, BASIC and Beyond. In EdTech magazine, June 2017. Available at: <https://edtechmagazine.com/higher/article/2017/06/history-programming-languages-c-language-basic-and-beyond> (дата обращения: 10.09.2021).
8. Niklaus Wirth. The Programming Language Pascal. In Acta Informatica, 1, 1971 (pp. 35-63).
9. Chapman, M.R. In Search of Stupidity: Over 20 Years of High-Tech Marketing Disasters, 2nd ed. Apress, 2006.
10. Gibson, S. Borland and Microsoft Enter the Object-Oriented Pascal Ring. In Infoworld, 11 (9), 1989 (p. 28).
11. Srinath K.R. Python – The Fastest Growing Programming Language. In International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 4 (12), 2017 (pp. 354-357).
12. Cass, S. The Top Programming Languages 2018. Python stays on top, and Assembly enters the Top Ten. In IEEE Spectrum, July 2018. Available at: <https://spectrum.ieee.org/at-work/innovation/the-2018-top-programming-languages> (дата обращения: 15.09.2021).
13. Ritchie, D. The Development of the C language. In HOPL-II The 2nd ACM SIGPLAN conference on History of Programming Languages, Cambridge, Massachusetts, USA, 1993 (pp. 201-208).
14. https://pascalabcnet.github.io/mydoc_for_EGE.html (дата обращения 22.09.2021).
15. Осипов А.В. PascalABC.NET: Введение в современное программирование. – Ростов-на-Дону, 2019 – 572 с.
16. Осипов А.В. PascalABC.NET: выбор школьника. Часть 3. /А.В. Осипов. – Ростов-на-Дону, 2020 – 146 с.
17. Лутц, Марк. Изучаем Python, том 1, 5-е изд.: Пер. с англ. – СПб.: ООО "Диалектика", 2019. – 832 с.
18. Лутц, Марк. Изучаем Python, том 2, 5-е изд.: Пер. с англ. – СПб.: ООО "Диалектика", 2020. – 720 с.
19. <https://habr.com/ru/post/543346/> (дата обращения 20.05.2021).
20. <http://www.ptaskbook.com/ru/> (дата обращения 28.09.2021).

Смирнов С.В.

**Проектирование тематического слоя электронной карты при помощи графа
качественных признаков объектов**

ИПУ РАН

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-46

Аннотация

В докладе описано проектирование тематического слоя электронной карты специализированной геоинформационной системы (ГИС) при помощи мозаичной иерархической модели изобразительных средств. Рассмотрен граф понятийно - содержательных признаков. Рассмотрена схема графа формирования изобразительных средств для проектирования знаков. Обосновано применение способа квадратомического дерева для ГИС.

Ключевые слова: геоинформационной системы (ГИС), граф, модель, тематический слой, электронная карта, картография, квадратомическое дерево, иерархическая структура, графическая информация.

Abstract

The report describes the design of the thematic layer of the electronic map of a specialized geoinformation system (GIS) using a mosaic hierarchical model of visual means. The graph of conceptual and substantive features is considered. The scheme of the graph of the formation of visual means for the design of signs is considered. The application of the quadratic tree method for GIS is justified.

Keywords: geographic information system (GIS), graph, model, thematic layer, electronic map, cartography, quadratic tree, hierarchical structure, graphic information.

Введение

При разработке геоинформационной системы важное место занимает проектирование её оформления. От правильного оформления карты зависит её читаемость и наглядность, а также эстетические достоинства. Проектирование карты – сложный творческий процесс, требующий больших знаний и опыта, постоянных поисков и экспериментов. На практике приходится учитывать многие требования, предъявляемые к оформлению любой электронной карты, знать специфику оформления разных типов геоинформационных систем (ГИС), достоинства и недостатки изобразительных средств. Зачастую через внешний вид спроектированной системы определяется ценность её содержания. Необходимо заметить, что наглядность свойство психологическое. Однако, чтобы до конца понять содержание физической системы (тематический слой электронной карты), которая моделируется необходимо стремиться к максимальной наглядности. Познание мира есть процесс его последовательного осмысления, а не просто его описания [1, с. 344].

Разработка необходимой модели данных тематического слоя – одна из важнейших задач при построении электронной карты ГИС. Основные проблемы обработки, эффективности, хранения и удобства использования остаются в связи с наличием векторных и растровых моделей данных.

Решение этих проблем достигается созданием мозаичных иерархических моделей. Мозаичность моделей, получается, из-за разделения плоскости данных на многоугольники, которые могут быть квадратами, треугольниками и т.п.

1. Передача пространственных форм графо-аналитической модели

Немного терминов и определений. Многие объекты, возникающие в жизни человека, могут быть смоделированы (представлены в памяти компьютера) при помощи графов. Например, транспортные схемы (схема метрополитена и т. д.) изображают в виде станций, соединенных линиями. В терминах графов станции называются вершинами графа, а линии – рёбра.

Графом называется конечное множество вершин и множество ребер. Каждому ребру сопоставлены две вершины – концы ребра [2].

Бывают различные варианты определения графа. В этом определении концы у каждого ребра – равноправны. В этом случае нет разницы где начало, а где – конец у ребра. Однако, в транспортных сетях бывают случаи одностороннего движения по ребру, тогда говорят об ориентированном графе – это когда у ребер которого одна вершина считается начальной, а другая – конечной.

Рёбра называются кратными, если они соединяют одну и ту же пару вершин (а в случае ориентированного графа – если у них совпадают начала и концы). Ребро называется петлей, если у него совпадают начало и конец. Во многих задачах кратные рёбра и петли не представляют интереса, поэтому могут рассматриваться только графы без петель и кратных ребер. Такие графы называют простыми.

Степенью вершины в неориентированном графе называется число инцидентных данной вершине ребер. Довольно очевидно, что сумма степеней всех вершин равна удвоенному числу ребер в графе. Отсюда можно посчитать максимальное число ребер в простом графе - если у графа вершин, то степень каждой из них равна , а, значит, число ребер есть . Граф, в котором любые две вершины соединены одним ребром, называется полным графом.

Также легко заметить следующий факт – в любом графе число вершин нечетной степени – четно. Этот факт называется *«леммой о рукопожатиях»* — положение теории графов, согласно которому любой конечный неориентированный граф имеет чётное число вершин нечётных степеней. Лемма берёт название от популярной аналогии: в группе людей, некоторые из которых пожимают друг другу руки, чётное число людей поприветствовало таким образом нечётное число коллег [3].

Проектирование графо-аналитической модели тематического слоя электронной карты для ГИС состоит из этапов разработки знаков передачи пространственных форм

определённых качественных и количественных характеристик объектов, а также установления изобразительных средств применительно к содержанию, масштабу и назначению карт.

Проектирование знаков для передачи пространственных форм определённых качественных и количественных характеристик объектов целесообразней всего проводить при помощи машинно-ориентированного формализованного картографического языка (МФКЯ). Для этого применяют теорию графов. Применении теории графов в разработке карт впервые было выдвинуто и развито российским картографом А.С. Васмутом в труде [4].

Граф качественных признаков объектов (точечных, линейных и площадных) имеет общий вид иерархического дерева, построенного при помощи теории графов (рис. 1). Граф G включает подграфы понятийных уровней. Каждый уровень определяется признаком общности и числом разнообразия этого признака: количеством вершин подграфа.

Рисунок 1. Граф понятийно-содержательных признаков

Как показано на рисунке граф G на первом уровне включает несколько подграфов c_i . В некоторый подграф c включены подграфы $d_1, d_2, \dots, d_i$. Число вершин подграфа c равно сумме вершин подграфов d_i . При последующем разделении граф d_i имеет следующие уровни, в которые входят подграфы $q_1, q_2, \dots, q_i$. Причём d_i определяет их общность, а признаки q_i – различия. Исходя из этого составляется граф изобразительных средств [5, с.19].

Граф изобразительных средств будет иметь вид иерархического дерева, где в вершинах будут находиться параметры знаков, которые определяют признаки общности и различия уровней характеристик объекта. В виду того, что объектам картографирования свойственна общность, которая выражается в единстве структурной организации системообразующих признаков, виды графов качественных признаков для разных объектов будут отличаться по числу уровней и элементам разнообразия [6, с. 63].

2. Применение способа квадратомиического дерева для ГИС

У всех графов изобразительных средств для одинаковых (общих) уровней может быть принято единое средство изображения объекта. Средства изображения опираются в первую очередь на подходы, которые позволяют экономить объёмы, требуемые для хранения растровых данных, и способствуют сокращению времени доступа к элементам описания пространственных объектов. Одним из таких подходов является способ квадратомиического дерева.

Применение модели квадратомиического дерева, как объекта разработок для графических информационных систем представлен в работе [7, с. 184].

Иерархическая структура данных, известная как квадратомиическое дерево, используется для накопления и хранения графической информации. В этой структуре двумерная геометрическая область рекурсивно подразделяется на квадраты, что определило название данной модели.

Технология построения квадратомиического дерева основана на рекурсивном разделении квадрата на квадранты и подквадранты до тех пор, пока все подквадранты не

станут однородными по отношению к значению изображения (цвета, смысловая нагрузка) или пока не будет достигнут предопределенный заранее наименьший уровень разрешения.

Преимущество такой структуры состоит в том, что регулярное разделение обеспечивает накопление, восстановление и обработку данных простым и эффективным способом. Простота проистекает из геометрической регулярности разбиения, а эффективность достигается за счёт хранения только узлов с данными, которые представляют интерес [8].

Поскольку квадратомиическое дерево известно как пространственно-рациональный способ представления сгруппированных однородных сопряженных изображений, их преимущество над векторной репрезентацией многих (но не всех) пространственных алгоритмов относительно затрат машинного времени весьма существенно.

Первоначально большинство приложений моделей квадратомиических деревьев было сделано для обработки изображений. Из этой области данная модель была перенесена в ГИС.

В квадратомиических структурах, которые разбивают изображение на вложенные ячейки, достигаются именно, те требования, которые необходимы для удобства формирования изобразительных средств. Этот подход применяется для представления растровых и векторных структур графических данных. Применение именно этой модели при организации данных для проектирования ГИС характерны следующим:

- больший квадрант становится узлом более высокого иерархического уровня квадратомиического дерева, а меньшие квадранты на более низких уровнях;
- расчёты оптимальных площадей размещения знаков, центроидные определения, ускоренное распознавание образов;
- преобразование расстояний с целью максимально точной передачи метрических данных и др.

Существуют примеры, когда способ квадратомиического дерева применялся для представления тематических данных с целью моделирования содержания некоторых видов карт (например: синтетические карты).

Заключение

Преимущества модели квадратомиического дерева заключаются в пространственных связях закодированных в самой модели и осуществлении быстрого поиска, при увеличении однородности данных, а также их формирование в более компактный вариант [9, с.185].

Наряду с преимуществами такой модели представления данных встречаются, конечно, и недостатки. В обобщённом варианте недостатки выглядят так: процесс проектирования квадратомиических деревьев трудоёмкий, при каком-либо изменении в плоскости данных требуется пересчёт всего дерева, а также эти модели не всегда эффективны при хранении спутниковых данных и сведений о цифровании территорий.

1. Акимов О.Е. Дискретная математика: логика, группы, графы. - 2-е изд., доп. - М.: Лаб. базовых знаний, 2001. - 376 с.
2. Теория графов, 2021 URL: <https://foxford.ru/wiki/informatika/teoriya-grafov>
3. Лемма о рукопожатиях, 2021 URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лемма_о_рукопожатиях
4. Васмут А.С. Моделирование в картографии с применением ЭВМ. - М.: Недра, 1983. - 200 с.
5. Кристофидес Н. Теория графов: Алгоритмический подход. - М.: Мир, 1978. - 432 с.
6. Смирнов С.В. Проектирование графических систем со сложной структурой данных. - Саарбрюкен: LAP Lambert Academic Publishing, 2011. - 176 с.
7. Samet H., Webber R. Storing a Collection of Polygons Using Quadrees // ACM Transactions on Graphics, Vol. 4, No. 3, July 1985, P.P. 182-222.
8. Квадратомиическое дерево, 2021 URL: <https://studfile.net/preview/5375751/page:15/>
9. Смирнов С.В. Построение изобразительных средств аналитической модели тематического слоя специализированной геоинформационной системы при помощи квадратомиического дерева / Сборник статей Международной научно-практической конференции «Совершенствование методологии и организации научных исследований в целях развития общества» (Новосибирск, 29.12.2020 г.). Стерлитамак: АМИ, 2020. Ч. 2. С. 182-186.

Смирнова А.Д., Гулякин Д.В.

Риски, связанные с использованием нелицензионного программного обеспечения

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-47

Аннотация

Лицензия на программное обеспечение - это правовой инструмент, определяющий использование и распространение программного обеспечения, защищённого авторским правом. Обычно лицензия на программное обеспечение разрешает получателю использовать одну или несколько копий программы, причём без лицензии такое использование рассматривалось бы в рамках закона как нарушение авторских прав издателя. В статье рассмотрены виды рисков и ответственности юридических и физических лиц за использование нелицензионного программного обеспечения.

Ключевые слова: нелицензированное программное обеспечение, уголовная и административная ответственность, кибербезопасность, нарушение авторских прав.

Abstract

A software license is a legal instrument that determines the use and distribution of copyrighted software. Usually, a software license allows the recipient to use one or more copies of the program, and without a license, such use would be considered by law as a violation of the publisher's copyright. The article considers the types of risks and responsibilities of legal entities and individuals for the use of unlicensed software.

Keywords: unlicensed software, criminal and administrative liability, cybersecurity, copyright infringement.

При пользовании любым программным обеспечением (ПО) юридические и физические лица должны соблюдать авторское право разработчика. Установленное любое нелицензионное ПО и пользование базами данных автоматически делает пользователя ответственным перед законом об авторском праве. Покупатели нелегального программного обеспечения несут административную, уголовную, а также гражданско-правовую ответственность в соответствии с законодательством РФ.

По оценкам ассоциации Business Software Alliance, на нелицензионный софт в России приходится около 64% всех установок ПО.

В настоящий момент существует три способа присоединения к лицензионному соглашению:

- при покупке компьютера на нем может быть предустановлено программное обеспечение. Это так называемые OEM-версии. Подтверждением заключения лицензионного соглашения в данном случае служат специальные наклейки на корпусе компьютера и документация на сам компьютер с указанием, какие программы на нем были установлены;
- приобретение программного обеспечения на информационном носителе в магазине. Так называемые «коробочные версии». К таким программам может прилагаться соответствующая наклейка, она может быть прикреплена к самой коробке, в этом случае ее также необходимо сохранить. Кроме того, доказательствами заключения лицензионного договора в данном случае служат чеки, сопроводительная документация, прикладываемая к информационному носителю;
- «корпоративное лицензирование». В этом случае организация осуществляет контакт с официальным представителем правообладателя и заключает лицензионное соглашение с ним. В данном соглашении определяется

наименование и количество программ, количество рабочих станций (компьютеров) на которых они могут использоваться. Как правило, в этом случае также выдаются наклейки-сертификаты. Кроме того, подтверждением служит подписанный текст лицензионного соглашения, а также документы, подтверждающие оплату [2].

Существует ряд международных и российских стандартов как по информационной безопасности в целом так и управлению информационными рисками в частности, которые описывают информационные риски как со стороны информационных технологий так и со стороны менеджмента.

Главный международных стандартов управления информационной безопасностью – стандарт BS 7799. Этот документ является практическим руководством по управлению информационной организации. В нем описано 10 областей и 127 механизмов контроля, необходимых для построения систем безопасностью, определенных на основе лучших примеров из мировой практики.

Контролем деятельности компании занимается Министерство по борьбе с экономическими преступлениями. Основанием для проверки фирмы являются свидетельства того, что фирма занимается незаконной деятельностью. К примеру, это может быть жалоба от правообладателя или агентства по защите авторских прав, распространителя ПО.

Поводом для возбуждения административных/уголовных дел по фактам использования пиратского ПО может являться (ст. 28.1 КоАП РФ и ст. 140 УПК РФ):

- обнаружение нарушения непосредственно сотрудником правоохранительных органов;
- заявление правообладателя;
- сообщение о нарушении/преступлении, полученное из СМИ и иных источников [1].

Обновления программ - такие же объекты интеллектуальной собственности, как и само программное обеспечение. Помимо правовой и юридической защиты, могут использоваться и технологические, программные способы защиты обновлений. Незаконное обновление программ чревато судимостью, и такие прецеденты уже есть. В зависимости от способа обхода защиты, и распространителю, и исполнителю, и пользователю могут вменить как ст. 272 УК РФ, так и 273 УК РФ (максимальное наказание по ним - лишение свободы на срок до 5 лет) [1].

Существуют следующие риски [2-5].

1. Риски, связанные с безопасностью - пытаясь обойти закон и сэкономить, пользователь от лица своей компании может стать не только преступником, но и жертвой. Ведь использование пиратского софта ставит под угрозу сохранность критически важных для бизнеса данных. Однако скачивание и установка ПО из неизвестных источников может повлечь взлом или утечку критически важных бизнес-данных.
2. Репутационные - они наиболее очевидны. Любая компания на рынке стремиться позиционировать себя как надежного партнера, который никогда не оставляет обязательства незакрытыми. А вот использование пиратского ПО может нанести ее репутации непоправимый ущерб. Отношение к уличенным в таком преступлении компаниям также намного хуже. Контрафактные программы зачастую могут содержать ошибки, которые приводят к неточностям в работе. И это тоже сказывается на репутации компании. При использовании нелегального ПО на стадии проектирования, неправильные расчеты, некорректная аналитика и ошибки в разработке устройства могут быть весьма критичными.
3. Технические - нелегальное ПО нередко не дает пользователю возможности своевременно получать обновления, направленные на исправления ошибок в коде, ведущих к сбоям, сложности в скачивании

обновлений. И само по себе вмешательство в код программных продуктов распространителями пиратского ПО может служить причиной некорректной или нестабильной работы.

4. Финансовые - включают в себя несоблюдение правил лицензирования (некоторые продукты могут быть бесплатными только для некоммерческого использования, поэтому предприниматель должен знать, что, устанавливая такие продукты для работы, он нарушает условия лицензионного соглашения, а следовательно, и закон) и отсутствие необходимой экспертизы (покупка одной лицензии не всегда дает права установить ее на любые устройства, а тем более сразу на несколько устройств).
5. Юридические - административная ответственность за нарушение авторских прав наступает в соответствии со ст. 7.12 КоАП РФ «Нарушение авторских и смежных прав, изобретательских и патентных прав», уголовная ответственность (в соответствии с п. 2 ст. 146 УК РФ «незаконное использование объектов авторского права или смежных прав, а равно приобретение, хранение, перевозка контрафактных экземпляров произведений или фонограмм в целях сбыта, совершенные в крупном размере, наказываются») и гражданско-правовая ответственность.

Как видно, использование нелегального программного обеспечения невыгодно не только его разработчикам, но и пользователям. Приобретая продукты у правообладателя или его официального представителя, компания исключает большое количество рисков и помимо спокойствия получает гарантии качества и стабильности работы.

Весь спектр программных обеспечений просто неиссякаем. На сегодняшний день рынок ПО растет, появляются новые программы. Какие-то из них останутся неизвестными, какие-то получают мировое признание. Создание программного обеспечения для персональных компьютеров за какой-то десяток лет превратилось из занятия программистов-одиночек в важную и мощную сферу промышленности. Помимо этого, создание новых программ влечет за собой развитие новых комплектующих, способных полностью покрыть все требования программы, необходимые для нормального её функционирования. Многочисленные разновидности лицензионных соглашений предоставляют правообладателю широкий набор инструментов для эффективной реализации и защиты своих прав на программное обеспечение. Конечные пользователи, приобретающие программное обеспечение, должны знать о юридических рисках использования нелегальных программных продуктов.

1. Нелегальные программы: ответственность за использование [<https://buh.ru/articles/documents/82643/>], Дата обращения (11.09.2021 г.)
2. Нелегальное программное обеспечение: риски и ответственность// Россол Сергей [<http://delo-press.ru/articles.php?n=5013>], (Дата обращения 11.09.2021 г.)
3. Нелегальное программное обеспечение и риски для кибербезопасности // Павел Сопер, Джон Ф. Грантц.[http://globalstudy.bsa.org/2013/Malware/study_malware_ru.pdf], Дата обращения (12.09.2021 г.)
4. Gulyakin D, Babaeva E., Magomedova R., Panova I. и др. Transgression of culturological approach in the practise of the Russian higher education. // Life Sci J 2014;11(9s):188-191, USA, (ISSN:1097-8135). <http://www.lifesciencesite.com>. 36.
5. Гулякин Д.В. Современный вуз как среда, реплицирующая культуру общества // Научное обозрение. Серия 2: Гуманитарные науки. – 2012. – № 6. – С. 91-95.

РАЗДЕЛ VII. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абросимов С.Н., Буткарёв А.Г., Тихонов-Бугров Д.Е.

Элементы геометрического конструирования в «Инженерной и компьютерной графике»

*Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-48

Аннотация

Рассматриваются особенности геометрической модификации изделий с целью придания им новых пользовательских характеристик. Работы проводятся в рамках курса «Инженерная и компьютерная графика», позволяющие развивать творческие возможности будущих технических специалистов.

Ключевые слова: геометрическое конструирование, компьютерная графика, 3-D модель, геометрическая конфликтология, творчество.

Abstract

The features of geometrical modification of products in order to give them new user characteristics are considered. Works are carried out within the framework of the course "Engineering and Computer Graphics", allowing to develop the creative abilities of future technical specialists.

Keywords: geometric design, computer graphics, 3-D model, geometric conflictology, creativity.

Одним из побуждающих мотивов развития творческих способностей будущих технических специалистов является выполнение заданий с элементами геометрического конструирования [1,2]. Естественно, серьёзных изменений конструкции невозможно не используя программы инжиниринга. Однако облик изделия, в значительной степени, определяется оптимизацией с решением ряда вопросов по моделированию и геометрической конфликтологии. При этом приходится решать задачи по:

- изменению компоновочной схемы с оценкой занимаемого объёма и массы (массо-центровочные характеристики (МЦХ));
- восстановление утерянной информации (обратный инжиниринг);
- изменению присоединительных элементов (посадочных мест, их геометрических характеристик, параметров соединений);
- изменению схем уплотняющих элементов и их параметров;
- решение вопросов геометрической технологичности.

Увязать их между собой или найти соответственный компромисс в условиях ограничений является порой затруднительной задачей. Поэтому приходится выполнять многовариантные проработки, которые и относятся к категории геометрической конфликтологии. При этом часто приходится обращаться к редактору МЦХ (масса - центровочных характеристик) для уточнений параметров после соответствующих конструкторских правок. Блок-схема типовой разработки представлена на рис.1.

Рисунок 1. Блок-схема типовой разработки стенда

В состав стенда может входить несколько сборочных единиц, каждая из которых требует соответствующих доработок или изменений. Например, целый ряд изделий не имеют элементов крепления, а они должны быть закреплены на основании. Это приводит к тому, что наиболее массивные составляющие сборки имеют соответствующее развитие корпуса с элементами крепления (рис.2).

Рисунок 2. Элементы крепления корпусов сборочных единиц

Однако это приводит к утяжелению конструкции и компенсационной частью может выступать замена гранных поверхностей на лыски, выполненные на цилиндрических поверхностях. Этот же подход используется и при модификации других составляющих сборочных единиц (рис.3).

В целом следует отметить, что геометрическое конструирование в общем процессе разработки изделия занимает значительное место, несмотря на важность инжиниринга, который представляет её центральную часть. Для будущих специалистов указанные работы [3] учитывая что они выполняются на 2-ом или 3- семестрах, являются значимыми моментами в их техническом образовании.

1. Абросимов С.Н., Рыбин Б.И. Конструирование как творческая составляющая учебного процесса. // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. 2016. Т.1. С.143-149.
2. Абросимов С.Н., Тихонов-Бугров Д.Е. Геометрическая модификация сборочных единиц в рамках дисциплины «Основы автоматизированного проектирования» В сборнике: Восьмые Уткинские чтения Труды Общероссийской научно-технической конференции. Сер. "Библиотека журнала "Военмех. Вестник БГТУ"" 2019. С. 307-309.
3. Тихонов-Бугров Д.Е., Абросимов С.Н., Дюмин В.А. Базовые принципы преподавания инженерной и компьютерной графики будущим специалистам. Труды Международной конференции по компьютерной графике и зрению "Графикон". 2018. № 28. С. 389-392.

Абросимов С.Н., Глазунов К.О., Тихонов-Бугров Д.Е.

Определяющие разделы курсов геометро–графической подготовки современного технического специалиста

*Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-49

Аннотация

В работе обращается внимание на определяющие разделы дисциплин, ответственных за геометрические и графические знания и навыки, востребованные в практической деятельности современного технического специалиста. Отмеченные разделы выстраивают логическую цепочку общей схемы технической подготовки.

Ключевые слова: «ручное» исполнение, культура геометрического чтения, геометрическое моделирование, PLM (CAD/CAE/CAM/PDF).

Abstract

The work draws attention to the defining sections of the disciplines responsible for geometric and graphic knowledge and skills that are in demand in the practical activities of a modern technical specialist. The marked sections build a logical chain of the general scheme of technical training.

Keywords: manual execution, culture of geometric reading, geometric modeling, PLM (CAD / CAE / CAM / PDF).

Современный уровень подготовки технических специалистов является, совершенно очевидно, недостаточным. Это касается как общих знаний и умений (о чём неоднократно упоминалось), так и специальных вопросов по которым и идёт подготовка специалистов [1,2].

Одной из причин, относящейся к так называемой «тонкой» настройке, являются отсутствие должного внимания к разделам рабочих программ или отсутствие в самих учебных программах отмечаемых разделов.

Следует напомнить, что согласно директивным указаниям подготовленный специалист должен знать методы построения обратимых чертежей пространственных объектов, изображения на чертежах линий и поверхностей, способы преобразования чертежа и уметь снимать эскизы, выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию, а также владеть способами решения на чертежах основных метрических и

позиционных задач. Ему должны быть известны методы построения эскизов, чертежей и технических рисунков стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений, методы построения разверток с нанесением элементов конструкции на развертке и на свернутом изделии.

Отмеченные результаты достигаются путем получения базовых знаний «Начертательной геометрии» с обязательным «ручным» исполнением практических заданий [3] (рис.1) и «скицирования» изготовленных образцов техники с анализом особенностей заданной конструкции (рис.2).

Рисунок 1. Фрагменты «ручного» исполнения практических работ [3]

Рисунок 2. Примеры изготовленных образцов изделий для анализа и «скицирования»

Первым этапом развития базовых знаний является выполнение заданий по проекционному черчению для изделий разной сложности по степени её возрастания (рис. 3).

Рисунок 3. Исходные данные проекционного черчения с возрастанием сложности

Вместе с этим вырабатываются и навыки, востребованные при чтении чертежей общего вида, методов их построения, а также построения сборочных чертежей различного уровня сложности и назначения, в соответствии с требованиями ЕСКД.

Важным современным инструментом разработки являются компьютерные технологии. Среди них главную роль играют методы и средства геометрического моделирования с опорой на программные возможности используемых моделлеров.

Известно, что основой, практически любой, современной технической разработки является геометрическая модель (ГМ) изделия. Полнота и её реалистичность определяется геометрией составляющих элементов, каждый из которых имеет свои закономерности и формы отображения.

Геометрическая модель изделия, в редакциях большинства моделлеров, это совокупность геометрических элементов (1) и геометрий траекторий (2) формообразующих операций.

В качестве первых (1), могут быть использованы: простые геометрические элементы, сложные, составные и результирующие или производные (рис. 4).

Простые геометрические элементы: точка или множество точек, принадлежащих плоскости; прямая; плоскость; закономерные кривые (дуга окружности, окружность, эллипс, парабола, гипербола,).

Сложные: облако точек (не лежащих в одной плоскости); ломанная (состоящая из двух или более связанных между собой отрезков прямых); спирали (цилиндрические, конические, специальной формы); кривая Безье; сплайны (B – сплайн, NURBS, T – сплайн,...); импортированные пространственные кривые (*.sat, *.igs, *.stp).

Составные - совокупность простых и сложных геометрических элементов, указанных выше.

Рисунок 4. Элементная база геометрической модели

Кроме этого, при формировании геометрической модели возможно появление производных геометрических элементов: линия пересечения поверхностей; сплайн, повторяющий геометрическую форму объекта; скругление угла, образованного кривыми; соединения кривых; эквидистантная кривая; сложный контур.

Особое место, в формирующихся геометрических моделях, занимают кривые на их поверхностях. К ним относятся: изопараметрические кривые или их группа, увеличивающие детализацию поверхности; линия очерка грани; сплайн на поверхности; проекционная кривая (основное ее свойство: постоянная связь с исходным объектом, например, ребром проекцией которой она является; возможно, превращение проекционной кривой в геометрический элемент и его редактирование (в рамках прямого моделирования)).

При формировании геометрических моделей также значимым является алгоритм (сценарий), в который входит и геометрия траекторий (рис. 5).

Рисунок 5. Сценарий (дерево построения), эскиз и геометрическая модель, образованная операцией вращения

Базовыми операциями формирования являются: параллельный перенос (выдавливание), базовая траектория – нормаль к плоскости эскиза; вращение, траектория – окружность; кинематическая операция, траектория – кривая; лофтинг, траектория – кривая, связанная с характерными точками эскизов (сечений).

В рамках моделилера возможна работа в режиме компоновочной и конструктивной геометрии, что соответствует различным этапам разработки (рис.6) и это обстоятельство обязательно должно быть освящено в курсе, в плане методологии разработки изделия и выпуске соответствующем ему комплектом конструкторских документов.

Рисунок 6. Фрагмент этапов конструкторской разработки

Важным компонентом указанной работы является умение пользоваться унифицированными и стандартными решениями, т.е. библиотечными элементами и возможностью их разработки, в рамках предметной деятельности. Элементом конструкторской разработки является и обратный инжиниринг, т.е. восстановление отсутствующей или деформированной детали в рамках сборочной единицы.

Особое значение при геометрическом моделировании занимает сохранение формы геометрических элементов, их размерных характеристик и их взаимного положения. Практически во всех пакетах это регулируется введением понятия параметризация, а также понятий степеней свободы и расчётных значений.

Понятие «параметризация» является достаточно широким и распространяется на табличную, иерархическую, вариационную (размерную) и геометрическую. Последняя из них является важным в геометрическом отношении и определяет сохранение формы и положение геометрических элементов и в целом геометрической модели.

Неотъемлемой частью современного технического образования является проектное образование [6], повышающее уровень и качество инженерной подготовки.

Проект наполнен конкретным содержанием по разработке инженерного комплекса или изделия, включающего в себя геометрическую составляющую (рис.6) (концептуальная геометрия, компоновочная геометрия и конструктивная геометрия) и инженерно – конструкторскую часть. Значительную часть проекта составляет конструирование, что является очень важным. Причём конструирование касается и геометрической составляющей проекта. В условиях значительных ограничений сформулированных в техническом задании вырабатывается концепция, переходящая в компоновку и далее в конструкцию. Геометрическая составляющая требует решения целого ряда задач по моделированию и геометрической конфликтологии, причём приходится решать такие вопросы как:

- какие составляющие части изделия (сборочной единицы) взаимодействуют между собой и какие геометрические особенности они имеют;
- какой характер взаимодействия имеют составляющие части изделия (подвижные, неподвижные, разборные, неразборные и т. п.).

В целом, на этом этапе предлагается концептуальное решение, основанное на геометрическом моделировании.

Следующий этап включает в себя инженерное конструирование состоящий из решения широкого круга вопросов, где могут быть использованы даже различные подходы и методы. К ним относятся конструирование по прототипам, использование стандартной и унифицированной номенклатуры элементов конструкции и в целом составляющих изделия, обратный инжиниринг и моделирование с использованием 3D – прототипинга.

Перечень задач, которые приходится решать (он в значительной степени связан с геометрией, как отдельных деталей, так и всей конструкции) может быть расширен или уточнён.

Возможно, ряд из них может оказаться за пределами области знаний конкретных обучаемых, но это не значит, что эти вопросы не следует ставить или их обговаривать.

Более того, при решении значительной части этих вопросов, имеет смысл использовать CAD/CAE/CAM технологии.

В принципе, по мнению авторов, за проектным обучением, будущее и весь процесс обучения должен складываться из нескольких проектов (в зависимости от направления обучения и будущей специальности), идущих параллельно, начинающихся на первом курсе и защищаемых в конце обучения.

1. Абросимов С.Н., Тихонов-Бугров Д.Е. Графическая подготовка в вузах в свете трендов Д.В. Мантурова. Современное образование: содержание, технологии, качество. 2017. Т. 2. С. 61-63.
2. Тихонов-Бугров Д.Е., Абросимов С.Н., Дюмин В.А. Базовые принципы преподавания инженерной и компьютерной графики будущим специалистам. Труды Международной конференции по компьютерной графике и зрению "Графикон". 2018. № 28. С. 389-392.
3. Абросимов С.Н., Шереметьева М.И. О роли «ручного» выполнения графических работ при подготовке технических специалистов В сборнике: Инновационные технологии и технические средства специального назначения Труды XII общероссийской научно-практической конференции. В 3-х томах. Сер. "Библиотека журнала "Военмех. Вестник БГТУ"" 2020. С. 216-219.
4. Вехтер Е.В., Сафьянникова В.И. Реализация проектного обучения при изучении дисциплины «Инженерная графика» // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №1-1.;URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17414> (дата обращения: 26.10.2017).
5. Дюмин В.А., Тихонов-Бугров Д.Е. Хорошо не забытое старое или проектно – конструкторское обучение инженерной графике. // Сборник материалов 5-ой Международной научно-практической интернет-конференции «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации ». Пермь-2015, С. 563-580.
6. Ярошевич О.В. Организация проектной деятельности при обучении инженерной компьютерной графике. Белорусский государственный аграрный университет, Минск, 10.2008г. URL: <http://elibrary.by/handle/123456789/36732>

Панченко В.А.¹, Чирский С.П.²

Методика моделирования планарной солнечной теплофотоэлектрической кровельной панели в системе конечно-элементного анализа Ansys

¹Российский университет транспорта

²МГТУ им. Н.Э. Баумана
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-50

Аннотация

В статье предложена методика моделирования теплофотоэлектрического модуля в виде кровельной панели в системе конечно-элементного анализа Ansys. Представлен алгоритм расчёта теплового состояния с целью последующего получения тепловых полей, скоростей теплоносителя, линий течения теплоносителя и т.п.

Ключевые слова: моделирование, солнечная энергетика, система конечно-элементного анализа, теплофотоэлектрический модуль, тепловое состояние.

Abstract

The article proposes a technique for modeling a photovoltaic thermal module in the form of a roofing panel in the Ansys finite element analysis system. An algorithm for calculating the thermal state is presented with the aim of subsequently obtaining thermal fields, coolant velocities, coolant flow lines, etc.

Keywords: modeling, solar energy, finite element analysis system, photovoltaic thermal module, thermal state.

Преобразователи солнечной энергии совершенствуются быстрыми темпами и возникает необходимость моделирования и расчёта тепловых состояний солнечных модулей, которые предполагают нагрев теплоносителя [1 - 3]. Подобного рода солнечные модули могут быть как планарной конструкции, так и концентраторной, однако при использовании концентраторов солнечного излучения расчёт и проектирование их профиля является непростой задачей [4 - 6].

В качестве примера реализации методики расчёта теплового состояния в Ansys [7] планарного солнечного теплофотоэлектрического модуля представлена солнечная теплофотоэлектрическая кровельная панель, которая позволяет получать потребителю электрическую и тепловую энергию (рис.1).

Рисунок 1. Солнечная теплофотоэлектрическая кровельная панель

С целью визуализации тепловых режимов работы прототипа и движения теплоносителя приняты следующие размеры модели – габаритный размер модуля вдоль линии между отверстиями – 400 мм, перпендикулярно линии между отверстиями – 272 мм. Предварительный расчет выполняется для части модуля: моделируется полоса шириной 40 мм и длиной, равной длине модуля. Течение охлаждающего агента в полости охлаждения считается однородным, с одинаковым расходом через всё сечение полости охлаждения.

Размеры исследуемой области показаны на рисунке 2.

Рисунок 2. Схема расчетной области модели

Твердотельная трёхмерная модель создается в системе автоматизированного проектирования. Экспорт трёхмерной модели осуществляется через формат Parasolid (файл с расширением *.x_t) (рис. 3). Основной расчет проводится в модуле CFX пакета ANSYS Workbench. Импорт твердотельной модели в ANSYS Workbench производится в модуле «Geometry». Для моделирования используется пункт верхнего меню «Import External Geometry File...». Настройка и построение сетки конечных элементов производится в модуле

«Mesh». В настройках сетки выбирается тип решаемой задачи – CFD и используемый решатель – CFX (рис. 3).

Рисунок 3. Экспорт твердотельной трёхмерной модели в SolidWorks; структура расчета модели в ANSYS Workbench; пункт верхнего меню «Import External Geometry File...»; настройка построения сетки

Размер элементов задается числом разбиений различных сторон компонентов. Компоненты из твердых веществ разбиваются на 5 частей, компоненты из газа или жидкости – на 10 частей. По ширине модуль разбивается на 10 частей, по длине – на 50 частей. Процесс настройки показан на рис. 4.

Рисунок 4. Настройка построения сетки: а – толщина слоев жидкостей/газа, б – толщина твердых слоев, в – ширина, г – длина

Настройка трёхмерной модели, свойств материалов, граничных условий выполняется в модуле «CFX» (рис. 3). Так как в разных полостях модели могут течь разные жидкости, то для их адекватного расчета необходимо отключить настройку «Constant Domain Physics», которая автоматически назначает для всех доменов жидкости одинаковый материал с одинаковыми свойствами. Данная настройка находится в панели «Options...», вызываемой из верхнего меню модуля препроцессора CFX-Pre. Изменение настройки проиллюстрировано рис. 5. Далее создаются и настраиваются все материалы, используемые в исследуемой конструкции. Для каждого материала необходимо задать его фазовое состояние – твердое вещество, жидкость или газ и свойства – плотность, теплоемкость, коэффициент теплопроводности, динамическую вязкость (для жидкостей и газов). Процесс настройки свойств материала показан на рис. 5.

Рисунок 5. Отключение настройки «Constant Domain Physics»; настройка свойств материала

Каждый объем, тем или иным способом взаимодействующий с другими объемами или окружающей средой, должен быть описан соответствующим доменом. Для каждого домена должен быть выбран материал, способ взаимодействия с другими доменами и окружающей средой, внутренние источники вещества и теплоты.

Процесс настройки домена показан на рис. 6. На вкладке «Basic Settings» необходимо указать геометрические тела, входящие в данный домен, определить фазовое состояние вещества домена и выбрать материал. Во вкладке «Solid Models» настраивается способ взаимодействия данного домена с другими доменами. В данном расчете из списка «Heat Transfer» → «Option» выбирается пункт «Thermal Energy», что позволяет домену обмениваться теплом с другими доменами. Во вкладке «Initialization» настраивается начальное состояние системы. В данном случае задается начальная температура, равная 293 К. Во вкладке «Solver Control» настраивается решатель. В данном случае никакие изменения в настройки по умолчанию не вносятся.

Поверхности, разделяющие домены, называются интерфейсами. Через интерфейсы может происходить обмен теплотой и веществом между доменами. Поверхности могут описывать изотермические или адиабатные границы. Кроме того, интерфейсы могут описывать симметрию в расчетной области.

Рисунок 6. Настройка домена модели

Для рассматриваемой модели симметрия задана для поверхностей, отмеченных на рис. 7 зеленым цветом. Верхняя поверхность верхнего слоя и нижняя поверхность нижнего слоя модуля обмениваются теплом с окружающей средой. Для них задан коэффициент теплоотдачи $5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ и температура окружающей среды 293 К. Процесс настройки этих поверхностей показан на рис. 7. Торцевые поверхности всех слоев, кроме поверхностей слоя охлаждающего агента считаются адиабатными. На рис. 7 эти поверхности отмечены зеленым цветом.

Рисунок 7. Настройка интерфейса типа «Symmetry»; настройка внешних верхней и нижней поверхностей модуля; настройка торцевых адиабатных поверхностей модуля

Для передней торцевой поверхности слоя охлаждающего агента задается граничное условие типа «Inlet». Это граничное условие описывает вход охлаждающего агента с некоторой температурой и некоторым массовым расходом. Температура охлаждающего агента на входе равна 293 К. Моделирование выполнено для нескольких различных величин массового расхода охлаждающего агента.

Для задней торцевой поверхности слоя охлаждающего агента задано граничное условие типа «Opening», описывающее место свободного истечения в бесконечный объем с некоторой температурой. Температура на выходе равна 293 К, противодавление истечению

отсутствует. Процесс настройки граничных условий для этих поверхностей показан на рис. 8.

Рисунок 8. Настройка торцевых адиабатных поверхностей модуля: а – «Inlet», б – «Opening»

Интерфейсы, описывающие контакт слоев модуля, настроены так, чтобы между слоями была возможна передача теплоты. Для этого выбран тип интерфейса «Interface» и включен теплообмен через него. Процесс настройки показан на рис. 9. На верхней поверхности слоя электрогенерирующего компонента выделяется теплота. Мощность тепловыделения зависит от мощности солнечного излучения, доли солнечного излучения, преобразуемого в электрическую энергию и доли отражаемого солнечного излучения. Для данной модели поверхностная мощность тепловыделения принята равной 800 Вт/м^2 . При настройке модели для верхней поверхности электрогенерирующего компонента необходимо задать источник теплоты. Процесс настройки этого граничного условия показан на рис. 9.

Рисунок 9. Настройка интерфейсов между слоями; настройка источника теплоты

Для настроенной модели выполняется расчет и анализ полученных результатов. Достижение сходимости расчета для разных моделей происходит за разное число итераций. Максимальное количество итераций задается в пункте меню «Solver Control» в поле «Max. Iterations», как показано на рис. 10. Запуск расчета выполняется в разделе «Solution» модуля «CFX». Просмотр и сохранение результатов выполняется в разделе «Results» модуля «CFX» (рис. 10). Здесь можно настроить отображение эпюр скоростей, давлений, температур и тому подобное, а также построить линии течений жидкостей и газов.

Рисунок 10. Настройка максимального количества итераций; запуск расчета в модуле «CFX»; постпроцессор модуля «CFX»

Эпюры могут быть построены для любых уже существующих поверхностей или для дополнительных произвольно расположенных поверхностей.

Предложенная методика расчёта теплового состояния фотоприёмника солнечного модуля позволяет определять оптимальные геометрические параметры компонентов модуля, используя результаты, полученные в ходе моделирования различных трёхмерных моделей.

1. Панченко В.А. Теплофотоэлектрический модуль с концентраторами солнечного излучения параболоидного типа. Строительство и техногенная безопасность. 2020. № 18 (70). С. 107-121.
2. Панченко В.А. Исследование теплофотоэлектрического модуля с концентратором параболоидного типа. Оригинальные исследования. 2020. Т. 10. № 4. С. 47-53.
3. Панченко В.А. Солнечные теплофотоэлектрические модули стационарной и мобильной конструкции. Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2020. № 31-33 (353-355). С. 20-33.
4. Сеницын С.А. Задача синтеза геометрической информации при оптимальном моделировании гладких дифференциальных поверхностей. Инновации и инвестиции. 2018. № 10. С. 211-214.
5. Сеницын С.А. Задача паркетирования сферической защитной оболочки плоскими элементами с требуемой точностью. Современные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник трудов по результатам международной интернет-конференции. 2019. С. 265-270.
6. Сеницын С.А. Метод статистической аппроксимации линейных геометрических обводов различной гладкости. Оригинальные исследования. 2020. Т. 10. № 1. С. 34-38.
7. Ansys, сайт. – URL: <https://www.ansys.com/> (дата обращения: 19.09.2021). – Текст: электронный.

Панченко В.А.¹, Чирский С.П.²

**Моделирование теплового состояния двустороннего фотоприёмника
теплофотоэлектрического концентраторного модуля**

¹Российский университет транспорта

²МГТУ им. Н.Э. Баумана
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-51

Аннотация

В статье рассмотрено моделирование теплового состояния фотоприёмника теплофотоэлектрического модуля в системе конечно-элементного анализа Ansys. Представлены тепловые поля различных компонентов фотоприёмника при различных размерах теплоизолятора и мощности падающего концентрированного солнечного излучения.

Ключевые слова: солнечная энергетика, фотоприёмник, система конечно-элементного анализа, теплофотоэлектрический модуль, тепловое состояние.

Abstract

The article discusses the modeling of the thermal state of the photoreceiver of the photovoltaic thermal module in the Ansys finite element analysis system. The thermal fields of various components of the photoreceiver are presented for different sizes of the heat insulator and the power of the incident concentrated solar radiation.

Keywords: solar energy, photoreceiver, finite element analysis system, photovoltaic thermal module, thermal state.

В современном мире ведущие державы всё больше делают упор на создание станций на основе преобразователей солнечной энергии. Этому способствует заметное совершенствование технологий изготовления, увеличение эффективности и уменьшения стоимости установленной мощности. Планарные фотоэлектрические модули [1] наиболее популярны в фотоэлектрических системах, однако использование теплофотоэлектрических модулей несёт ряд определённых преимуществ [2]. Большой интерес наряду с планарными теплофотоэлектрическими модулями представляют и концентраторные теплофотоэлектрические модули, хотя и проектирование профилей концентраторов представляет собой дополнительную задачу [3 - 5]. В подобного рода

теплофотоэлектрических модулях другой важной задачей является расчёт, моделирование и визуализация теплового состояния фотоприёмника, от которого зависят общая эффективность модуля и срок его окупаемости.

Рассмотрим пример моделирования в Ansys [6] фотоприёмника складного концентраторного теплофотоэлектрического модуля с двусторонними фотоэлектрическими преобразователями (матричными высоковольтными фотопреобразователями) (рис. 1).

Рисунок 1. Складной концентраторный теплофотоэлектрический модуль с двусторонними фотоэлектрическими преобразователями

В качестве предварительного расчета рассмотрена часть высоковольтного модуля: полоса шириной 10 мм, условно расположенная в средней части полного модуля, при этом длина части модуля равна длине полного модуля. Так как модуль симметричен относительно средней горизонтальной плоскости, то рассматривается только верхняя его половина. Течение охлаждающего агента считается равномерным по всему сечению полости охлаждения.

Рассмотрены три варианта конструкции, отличающиеся высотой теплоизолирующего слоя (толщиной слоя воздуха) – 3 мм, 5 мм и 7 мм (рис. 2).

Рисунок 2. Три варианта конструкции, отличающиеся высотой теплоизолирующего слоя

Изучено влияние величины концентрации солнечного излучения на тепловое состояние модуля – рассмотрены три варианта: концентрация солнечного излучения в 3, 6 и 9 раз для каждой стороны модуля. С учетом доли солнечного излучения, преобразуемого в электрическую энергию, величины теплового потока приняты равными 2400 Вт/м^2 , 4800 Вт/м^2 и 7200 Вт/м^2 .

Для варианта охлаждения водой с температурой 293 К выполнено моделирование теплового состояния для массовых расходов 0,05 кг/с, 0,005 кг/с и 0,0005 кг/с. Следует отметить, что при массовом расходе воды 0,05 кг/с слой воды не прогревается на всю толщину, поэтому расчет для этой величины расхода выполнен только для варианта конструкции с толщиной теплоизолятора, равной 3 мм.

Для варианта охлаждения воздухом с температурой 293 К при атмосферном давлении выполнено моделирование для величины массового расхода 0,01 кг/с. Так как даже в этом случае температура электрогенерирующего компонента превышает допустимое значение, расчеты для меньших массовых расходов воздуха не выполнялись.

На рис. 3 слева представлены температуры компонентов в плоскости симметрии в зоне входа и в зоне выхода охлаждающего агента воды с массовым расходом 0,05 кг/с при толщине теплоизоляционного слоя в 3 мм и концентрации солнечного излучения в 3 крат. На рис. 3 справа представлены температуры компонентов при концентрации 9 крат.

Рисунок 3. Температуры компонентов в плоскости симметрии в зоне входа и в зоне выхода охлаждающего агента; температуры компонентов при 0,05 кг/с, 3 мм и 9 крат

На рис. 4 слева представлены температуры компонентов при расходе 0,005 кг/с, толщине теплоизоляционного слоя 3 мм и концентрации 3 крат. На рис. 4 справа представлены температуры компонентов при концентрации 9 крат.

Рисунок 4. Температуры компонентов при 0,005 кг/с, 3 мм и 3 крат; при 0,005 кг/с, 3 мм и 9 крат

На рис. 5 слева представлены температуры компонентов при расходе 0,0005 кг/с, толщине теплоизоляционного слоя 3 мм и концентрации 3 крат. На рис. 5 справа представлены температуры компонентов при концентрации 9 крат.

Рисунок 5. Температуры компонентов при 0,0005 кг/с, 3 мм и 3 крат; при 0,0005 кг/с, 3 мм и 9 крат

На рис. 6 слева представлены температуры компонентов при расходе 0,005 кг/с, толщине теплоизоляционного слоя 5 мм и концентрации 3 крат. На рис. 6 справа представлены температуры компонентов при концентрации 9 крат.

Рисунок 6. Температуры компонентов при 0,005 кг/с, 5 мм и 3 крат; при 0,005 кг/с, 5 мм и 9 крат

На рис. 7 слева представлены температуры компонентов при расходе 0,0005 кг/с, толщине теплоизоляционного слоя 5 мм и концентрации 3 крат. На рис. 7 справа представлены температуры компонентов при концентрации 9 крат.

Рисунок 7. Температуры компонентов при 0,0005 кг/с, 5 мм и 3 крат; при 0,0005 кг/с, 5 мм и 9 крат

На рис. 8 слева представлены температуры компонентов при расходе 0,005 кг/с, толщине теплоизоляционного слоя 7 мм и концентрации 3 крат. На рис. 8 справа представлены температуры компонентов при концентрации 9 крат.

Рисунок 8. Температуры компонентов при 0,005 кг/с, 7 мм и 3 крат; при 0,005 кг/с, 7 мм и 9 крат

На рис. 9 слева представлены температуры компонентов при расходе 0,0005 кг/с, толщине теплоизоляционного слоя 7 мм и концентрации 3 крат. На рис. 9 справа представлены температуры компонентов при концентрации 9 крат.

Рисунок 9. Температуры компонентов при 0,0005 кг/с, 7 мм и 3 крат; при 0,0005 кг/с, 7 мм и 9 крат

На рис. 10 слева представлены температуры компонентов в плоскости симметрии в зоне входа и в зоне выхода охлаждающего агента воздуха с массовым расходом 0,01 кг/с при толщине теплоизоляционного слоя в 3 мм и концентрации солнечного излучения в 3 крат. На рис. 10 справа представлены температуры компонентов при концентрации 9 крат.

Рисунок 10. Температуры компонентов в плоскости симметрии в зоне входа и в зоне выхода охлаждающего агента; температуры компонентов при 0,01 кг/с, 3 мм и 9 крат

В результате проведённого моделирования теплового состояния двустороннего фотоприёмника концентраторного теплофотозлектрического модуля в системе конечно-элементного анализа Ansys, появляется возможность оптимизации конструкции и геометрических параметров компонентов фотоприёмника с целью получения необходимой температуры фотоэлектрических преобразователей, температуры теплоносителя на выходе и, соответственно, необходимой величины электрической и тепловой эффективности солнечного модуля.

1. Panchenko V.A., Kharchenko V.V. Solar modules for autonomous and mobile energy generation. European Journal of Renewable Energy. 2018. Т. 1. № 3. С. 9-20.
2. Панченко В.А. Солнечные теплофотозлектрические модули стационарной и мобильной конструкции. Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2020. № 31-33 (353-355). С. 20-33.
3. Сеницын С.А., Стребков Д.С., Панченко В.А. Паркетирование поверхности параболического концентратора солнечного теплофотозлектрического модуля по заданным дифференциально-геометрическим требованиям. Геометрия и графика. 2019. Т. 7. № 3. С. 15-27.

4. Синицын С.А. Метод статистической аппроксимации линейных геометрических обводов различной гладкости. Оригинальные исследования. 2020. Т. 10. № 1. С. 34-38.
5. Синицын С.А. Информационная методика управления качеством поверхности солнечного концентратора, заданной дискретным множеством точек. E-Scio. 2020. № 1 (40). С. 421-427.
6. Ansys, сайт. – URL: <https://www.ansys.com/> (дата обращения: 19.09.2021). – Текст: электронный.

Панченко В.А.¹, Чирский С.П.²

**Трёхмерное моделирование фотоприёмника ω -образного вторичного концентратора
солнечного теплофотоэлектрического модуля в системе конечно-элементного анализа**

¹*Российский университет транспорта*

²*МГТУ им. Н.Э. Баумана*

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-52

Аннотация

В статье рассмотрено трёхмерное моделирование фотоприёмника концентраторного теплофотоэлектрического модуля с ω -образным вторичным концентратором с целью получения его теплового режима работы. Благодаря визуализации теплового режима работы фотоприёмника появляется возможность оптимизации конструкции фотоприёмника с целью получения высокой эффективности его работы.

Ключевые слова: солнечная энергетика, фотоприёмник, система конечно-элементного анализа, концентратор солнечного излучения, теплофотоэлектрический модуль, тепловое состояние.

Abstract

The article discusses three-dimensional modeling of a photoreceiver of a concentrator photovoltaic thermal module with an ω -shaped secondary concentrator in order to obtain its thermal mode of operation. Due to the visualization of the thermal mode of the photoreceiver operation, it becomes possible to optimize the design of the photoreceiver in order to obtain high efficiency of its operation.

Keywords: solar energy, photoreceiver, finite element analysis system, solar radiation concentrator, photovoltaic thermal module, thermal state.

Увеличение эффективности солнечных модулей является важной и актуальной задачей, которая может быть решена как на технологическом уровне, так и с помощью применения новых конструкций солнечных модулей [1 - 2]. Теплофотоэлектрическая конструкция солнечных модулей [3] позволяет увеличивать общую эффективность солнечного модуля благодаря когенерационному принципу работы – выработке одновременно электрической и тепловой энергии. Наряду с когенерацией перспективным способом увеличения эффективности является применение концентраторов солнечного излучения различных типов, которые наряду с возможностью увеличения электрической эффективности фотоэлектрических преобразователей позволяют также уменьшить стоимость установленной мощности, что в свою очередь ускорит срок окупаемости солнечной установки. Однако наряду с задачей расчёта профиля концентраторов солнечного излучения [4 - 6] другой немаловажной задачей является расчёт теплового режима работы фотоприёмников подобного рода солнечных модулей. Ниже предложен пример трёхмерного моделирования в системе конечно-элементного анализа Ansys двустороннего теплофотоэлектрического фотоприёмника ω -образного вторичного солнечного концентратора, находящегося в фокусе первичного параболоцилиндрического концентратора солнечного излучения (рисунок 1).

Рисунок 3. Трёхмерная модель ω -образного вторичного концентратора с двусторонними фотоэлектрическими преобразователями

Для определения теплового состояния фотоприёмника и теплоносителя трёхмерная модель подверглась трёхмерному моделированию в системе конечно-элементного анализа Ansys [7], после чего представляется возможность судить о целесообразности применения разработанной конструкции модуля и проводить оптимизацию режима работы охлаждающего агента.

В результате моделирования вторичного ω -образного концентратора с двусторонними фотоэлектрическими преобразователями (рисунок 4) приемлемые значения температуры фотоэлектрических преобразователей возможно достичь либо за счет создания значительного вихревого течения теплоносителя в системе, либо за счет увеличения скорости течения и, следовательно, расхода, либо заменой типа теплоносителя.

Рисунок 4. Пример вихревого течения и соответствующего теплового поля

Нормальная скорость на входе модуля при трёхмерном моделировании была принята равной 2 м/с, что соответствует расходу $G_V = 4,87$ л/с/. Таким образом, трёхмерное моделирование в системе конечно-элементного анализа позволяет проводить исследования тепловых режимов работы фотоприёмников солнечных теплофотоэлектрических модулей и

оптимизировать конструкцию модуля согласно полученным значениям и требуемой эффективности солнечного модуля.

1. Панченко В.А. Новые российские разработки в солнечной энергетике. Окружающая среда и энерговедение. 2021. № 1 (9). С. 42-51.
2. Панченко В.А. Солнечные модули Федерального Научного Агроинженерного Центра ВИМ различных типов и конструкций для автономного энергоснабжения. Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность - 2017. Сборник статей по материалам научно-практической конференции с международным участием. 2017. С. 1030-1033.
3. Панченко В.А. Солнечные теплофотоэлектрические модули стационарной и мобильной конструкции. Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2020. № 31-33 (353-355). С. 20-33.
4. Сеницын С.А. Задача синтеза геометрической информации при оптимальном моделировании гладких дифференциальных поверхностей. Инновации и инвестиции. 2018. № 10. С. 211-214.
5. Сеницын С.А. Задача паркетирования сферической защитной оболочки плоскими элементами с требуемой точностью. Современные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник трудов по результатам международной интернет-конференции. 2019. С. 265-270.
6. Сеницын С.А. Метод статистической аппроксимации линейных геометрических обводов различной гладкости. Оригинальные исследования. 2020. Т. 10. № 1. С. 34-38.
7. Ansys, сайт. – URL: <https://www.ansys.com/> (дата обращения: 19.09.2021). – Текст: электронный.

РАЗДЕЛ VIII. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Башков Н.Е.

Синтез нового пиридо[1,2-а]бензимидазол-6,9-диона

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

(Россия, Ярославль)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-53

Аннотация

В статье описан способ синтеза 8-бромпиридо[1,2-а]бензимидазол-6,9-диона. Данный метод включал стадии синтеза незамещенного пиридо[1,2-а]бензимидазола, последовательного введения атома брома и нитрогруппы, которая затем была восстановлена до аминогруппы. Окисление полученного соединения в хинон производилось в системе $\text{KNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$.

Ключевые слова: хлорид N-(2-нитрофенил)пиридиния, пиридо[1,2-а]бензимидазол, пиридо[1,2-а]бензимидазол-дион, внутримолекулярная восстановительная циклизация, бромирование, нитрование, восстановление, окисление.

Abstract

The article describes a method for the synthesis of a 8-bromopyrido[1,2-a]benzimidazole-6,9-dione. This method includes the steps of synthesizing unsubstituted pyrido[1,2-a]benzimidazole, sequential introduction of a bromine atom and a nitro group, which was then reduced to an amino group. Oxidation of the resulting compound to quinone was carried out in the $\text{KNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ system.

Keywords: N-(2-nitrophenyl)pyridinium chloride, pyrido[1,2-a]benzimidazole, pyrido[1,2-a]benzimidazole-dione, intramolecular reductive cyclization, bromination, nitration, reduction oxidation.

Ароматические хиноны с аннелированным гетероциклом представляют собой новый класс до конца не изученных соединений, исследование которых активно ведется не протяжении последних лет. К таким соединениям можно отнести производные пиридо[1,2-а]бензимидазол-диона. Известно, что гетероциклические хиноны обладают рядом особых свойств. Данные соединения используются в качестве катализаторов и ингибиторов химических реакций, а также как лекарственные и биологически активные вещества [1, 2]. Обладая π -сопряженной гетероциклической системой и уникальным хиноновым каркасом [3, 4], гетероциклические хиноны способны проявлять флуоресцирующие свойства [5, 6, 7] и выступать основой для создания устройств органической электроники [8-13]. В результате растет интерес к новым производным гетероциклических хинонов.

Поэтому в ходе исследований предполагалось осуществить синтез не описанного в литературе пиридо[1,2-а]бензимидазол-6,9-диона.

На первом этапе при взаимодействии 1-хлор-2-нитробензола (1) с пиридином (2) была получена соль пиридиния - хлорид N-(2-нитрофенил)пиридиния (3) (Схема 1).

Схема 1

Кватернизацию пиридина (**2**) осуществляли в среде ацетона при температуре 110-113°C, в течение 8-10 часов. Продукт реакции был получен в виде темно-коричневого порошка с выходом 35 %. Небольшой выход соединения (**3**) может свидетельствовать о низкой реакционной способности в процессе кватернизации 1-хлор-2-нитробензола (**1**). Причиной этому служит наличие всего одного электроноакцепторного заместителя.

Синтез пиридо[1,2-*a*]бензимидазола (**4**) вели в водно-спиртовой среде при 40 °C в течение 20 минут (Схема 2), добавляя четырехкратный избыток SnCl_2 в 4 %-ной HCl к спиртовому раствору (**3**). По окончании реакции, среду переводили из кислой в слабощелочную до $\text{pH}=7-8$. Полученный осадок экстрагировали хлороформом, затем из полученной жидкой органической фазы отгоняли растворитель. Получался продукт (**4**) белого цвета. Выход пиридо[1,2-*a*]бензимидазола (**4**) составил 90 %.

Схема 2

Первой стадией получения замещенных пиридо[1,2-*a*]бензимидазолов является бромирование.

Схема 3

Реакцию проводили в концентрированной серной кислоте с использованием в качестве бромлирующего агента N-бромсукцинимид при 60 °C, в течение 8 часов. В итоге был получен 8-бромпиридо[1,2-*a*]бензимидазол (**5**) в виде белого порошка, с выходом 87 %.

Для получения 8-бромпиридо[1,2-*a*]бензимидазол-6,9-диона, необходимо, чтобы аминогруппа присутствовала в 6 или в 9 положениях. Данное аминосоединение может быть получено из соответствующего нитросубстрата. Бром является заместителем первого рода, соответственно возможными продуктами нитрования 8-бромпиридо[1,2-*a*]бензимидазола могут быть 9-нитро-8-бромпиридо[1,2-*a*]бензимидазол и 7-нитро-8-бромпиридо[1,2-*a*]бензимидазол. Поэтому предполагалось изучить влияние факторов, влияющих на селективность процесса, с целью подбора условий синтеза продукта введения нитрогруппы в 9 положение.

Реакцию проводили в концентрированной серной кислоте с использованием в качестве нитрующего агента нитрат калия при комнатной температуре. Через 2 часа был выделен продукт мононитрования 8-бром-6-нитропиридо[1,2-*a*]бензимидазол (**6**) с выходом 91 %. Продукт (**6**) был получен в виде желтого порошка (Схема 4).

Схема 4

Далее было проведено восстановление 8-бром-6-нитропиридо[1,2-*a*]бензимидазола (**6**) (Схема 5).

Реакцию восстановления нитрогруппы пытались проводить хлоридом олова (II), однако была получена смесь веществ, содержащая хлорированный продукт. Известно, что процесс восстановления протекает через образование промежуточного соединения - гидроксиламина, а восстановитель SnCl_2 медленно восстанавливает его до амина. В связи с этим возможно протекание побочного процесса - хлорирования гидроксиламина. Поэтому было принято решение проводить синтез более сильным восстанавливающим агентом – хлоридом титана (III).

Схема 5

Восстановление нитропроизводного **6** проводили в 36% HCl , в которую вносился раствор хлорида титана (III) в 15 % HCl . Реакция протекала в течение 1 часа при $60\text{ }^\circ\text{C}$. 8-бромпиридо[1,2-*a*]бензимидазол-6-амин (**7**) образовывался в виде желтого порошка, выход продукта **7** составил 86 %.

В литературе описано большое количество окислительных систем, которые используются для окисления фенолов и анилинов в хиноны [15, 16]. При этом используются даже такие, которые обычно применяются для проведения других химических превращений. Например, система $\text{KNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$, как ранее было показано в данной работе, является эффективным нитрующим агентом. В тоже время, когда проведение реакции нитрования затруднено, эта система может выступать в качестве окислителя. Поэтому, для окисления 8-бромпиридо[1,2-*a*]бензимидазол-6-амин был использован KNO_3 и концентрированная H_2SO_4 . Данную реакцию проводили в течение 8 часов при комнатной температуре. Продукт **8** получился в виде оранжевого порошка. Выход 8-бромпиридо[1,2-*a*]бензимидазол-6,9-диона (**8**) после очистки составил 79%.

Схема 6

Идентификация всех полученных продуктов проводилась с помощью ЯМР ^1H , ^{13}C спектроскопии и масс-спектрометрии высокого разрешения.

Наличие атома брома в структуре синтезированного 8-бромпиридо[1,2-*a*]бензимидазол-6,9-диона (**8**) открывает возможность введения в молекулу дополнительных фармакофорных фрагментов в условиях реакции $\text{S}_{\text{N}}\text{Ar}$ и соответственно получать новые гетероциклические хиноны.

1. Achelle S., Baudequin C., Plé N. (2013). Luminescent materials incorporating pyrazine or quinoxaline moieties // *Dyes and Pigments*. – 2013. – Vol. 98. - № 3. - P. 575–600.
2. Цеплина С.Н., Цеплин Е.Е., Хвостенко О.Г. Термофлуоресценция хинонов // *Известия уфимского научного центра РАН*. – 2014. - № 3. - С.24-27

3. Dias G.G. et al. Quinone-based fluorophores for imaging biological processes // Chemical Society Reviews. – 2018. – Vol. 47. – № 1. – P. 12–27.
4. Проблемы теоретической и экспериментальной химии: материалы XXVIII Российской молодежной научной конференции, 25-27 апреля 2018 года / отв.ред. Гопанюк П.Д., Соколов А.А., Бегунов Р.С. – Екатеринбург: УрФУ, 2018. – 408 с.
5. Schramm S., Weiß D. Fluorescent heterocycles: Recent trends and new developments // Advances in Heterocyclic Chemistry. – 2018. – Vol. 128. – P. 103-179.
6. Зозуля А.С., Мазова О.В. Получение некоторых гетероциклов на основе уреидов и хиноидных структур // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. – 2019. – № 4. – С. 75–84.
7. Гуськова Е.О., Сайфутярова А.Э., Гулакова Е.Н. Синтез новых бис (стирилазагетероциклов) // Успехи в химии и химической технологии. – 2019. – Т. 33. – № 7. – С. 44-46.
8. Mitsumori T. et al. Synthesis and Properties of Novel Highly Fluorescent Pygrolopyridazine Derivatives // Chemistry of Materials. – 2003. – Vol. 15. – № 20. – С. 3759–3768.
9. Антущева А.Д. и др. Новые азотсодержащие гетероциклы, включающие ферроценовый фрагмент: исследование оптических и физико-химических свойств // Журнал общей химии. – 2017. – Т. 87. – № 3. – С. 465-473.
10. Da Silva F.N. et al. Luminescent liquid crystals based on 2,1,3-benzoxadiazole: conducive heterocycle or poor cousin of benzothiadiazole? // Liquid Crystals. – 2019. – Vol. 46. – № 11. – P. 1707-1717.
11. Ezeola A.O. et al. Luminescent properties of some imidazole and oxazole based heterocycles: Synthesis, structure and substituent effects // Dyes and Pigments. – 2011. – Vol. 88. – № 3. – P. 262–273.
12. Grachev A.V. et al. Spectral-luminescence properties of a number of new heterocyclic compounds in solutions // Journal of Applied Spectroscopy. – 2000. – Vol. 67. – № 3. – P. 461–466.
13. Ramkumar V., Kannan P. Novel heterocyclic based blue and green emissive materials for opto-electronics // Optical Materials. – 2015. – Vol. 46. – P. 314–323.

Марценюк В.В.

Полимерные электреты на основе реактопластов

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-54

Аннотация

Представлена технология получения полимерных электретов на основе термореактивных смол. Показано, что поляризация электрета происходит в процессе его отверждения. Установлено, что условия отверждения олигомерной смолы влияют на поверхностную плотность заряда электретов.

Ключевые слова: термореактивные смолы, отверждение, поляризация, разность потенциалов, электреты, физическая модификация.

Abstract

The technology of obtaining polymer electrets based on thermosetting resins is presented. It is shown that the polarization of the electret occurs during its curing. It was found that the conditions for curing the oligomeric resin affect the surface charge density of electrets.

Keywords: thermosetting resins, curing, polarization, potential difference, electrets, physical modification.

Физическая модификация полимерных композиционных материалов (ПКМ) является неотъемлемой частью технологического процесса почти во всех современных производствах изделий из полимеров, поэтому усовершенствование и внедрение новых методов физической модификации полимеров является одной из важнейших задач. В данной работе представлена технология электретных мембран на основе термореактивных смол.

Электреты – материалы, имеющие стабильный поверхностный электрический заряд, используемые в качестве источника электрического поля в различных устройствах и приборах. В настоящее время электреты также используются в медицине, в электретных

фильтрах, в качестве датчиков радиоактивного излучения и в звуковой аппаратуре [1]. Традиционная технология полимерных электретов основана на обработке в электрическом поле пластин и плёнок из термопластов, то есть на их принудительной поляризации. В процессе эксплуатации таких электретов происходит их самопроизвольная деполяризация [2].

Принципиальным отличием новых электретов является то, что их получают не из готовых термопластичных полимеров, а из олигомерных термореактивных смол (эпоксидных, фенолформальдегидных или полиэфирных). Важной особенностью изготовления таких электретов является то, что поляризация происходит в процессе отверждения олигомерной смолы на подложке: металлической или полимерной. В отличие от традиционной технологии физической модификации подвергали не готовый полимер, а исходную смесь. Такой подход к модификации обусловлен тем, что олигомерные молекулы исходных смол более подвижны и легче поддаются внешним физическим воздействиям, чем макроцепи готового полимера.

Технология приготовления исходных смесей весьма проста и мало энергоёмка. Отверждение проводили при нормальных (комнатная температура и давление) условиях. В процессе получения электретных мембран происходит отверждение исходных смол, то есть образование полимера, имеющего объёмную сетчатую структуру, поэтому возникновение электретных свойств коррелирует с кинетикой отверждения исходной смолы. Образующиеся в процессе отверждения полярные сегменты макроцепей ориентируются и локализуются в сетчатой структуре получаемого полимера, что и приводит к появлению электретных свойств. Наличие поверхностных зарядов связано с появлением разности электрических потенциалов на противоположных сторонах мембраны. Электрические потенциалы сторон измеряли при помощи потенциостата Elins P20-J в режиме высокоомного вольтметра по трёхточечной схеме подключения (рис. 1).

Рисунок 1. Трёхточечная схема определения потенциала поверхности электрета: 1 – образец электрета; 2 – капля 2% водного раствора NaCl; 3 – вспомогательный графитовый электрод; 4 – стандартный электрод сравнения; 5, 6, 7 – кабель к потенциостату

Заряд q , Кл, образца электрета зависит не только от разности потенциалов $\Delta\phi$, В, сторон образца, но и от ёмкости C , Ф, которую измеряли цифровым мультиметром. Указанные величины связаны соотношением:

$$C = q/\Delta\phi \quad (1)$$

Величину q вычисляли с использованием соотношения 1. Важнейшей характеристикой электретов является поверхностная плотность заряда σ , Кл/м², которую вычисляли по соотношению 2:

$$\sigma = q/S \quad (2)$$

Неотвержденные образцы обладают высокой электропроводностью, в процессе отверждения термореактивная олигомерная смола превращается в сетчатый полимер, который является диэлектриком. Полимерообразование в изученных материалах протекает по механизму полимеризации без образования побочных продуктов. Противоположные стороны плоского образца (верхняя и нижняя) находятся в разных условиях, поэтому отверждение вблизи этих поверхностей протекает с различными скоростями. Скорость отверждения зависит от ряда факторов: температуры, давления, химической природы наполнителей и других физико-химических воздействий [3]. Наличие ориентированных полярных групп, образующихся в процессе отверждения и локализованных в сетчатой структуре, является причиной поляризации получаемого материала, который становится, таким образом, стабильным электретом. Величина поверхностной плотности электрического заряда коррелирует с величиной степени превращения исходной олигомерной смолы в сетчатый продукт. Протекание отверждения разных сторон с различными скоростями является причиной появления разности электрических потенциалов на этих сторонах (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики различных электретов, полученных в нормальных условиях

Характеристики электретов	ЭД-20 на полимерной подложке №1	ЭД-20 на полимерной подложке №2	ЭД-20 на металлической подложке
$C \cdot 10^9, \Phi$	0,05 – 0,03	0,02 – 0,01	0,003 – 0,006
$\Delta\phi, мВ$	600 – 1200	130 – 500	50 – 220
$\sigma, Кл/м^2$	$2 \cdot 10^{-8} - 7 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-6} - 4 \cdot 10^{-7}$

Величина основной характеристики электретов – поверхностной плотности зарядов σ – определяется главным образом разностью потенциалов сторон электрета и зависит от химической природы наполнителя. Надежность получаемых результатов повышается с увеличением количества идентичных образцов в изучаемой серии, которое доходило до 20 (табл. 2). При использовании нормального распределения случайной величины в каждом массиве данных вычисляли среднее значение, дисперсию и среднее квадратичное отклонение. Например, усредненное значение результатов, представленных в табл. 2, имеет вид: $\Delta\phi = 230 \pm 150 мВ$ при вероятности 83%. Суммарный разброс значений обусловлен не только погрешностью измерений, но и погрешностями в приготовлении образцов.

Таблица 2

Пример несглаженного массива результатов измерений разности потенциалов для электрета на основе эпоксидной смолы и металлической подложки

Номер образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Разность потенциалов, мВ	128	430	54	201	215	303	535	410	65	160	86	127

Результаты измерений потенциалов очень чувствительны к состоянию поверхности, на которой происходит отверждение образцов. С целью снижения погрешностей получаемых результатов стали использовать унифицированные условия отверждения в термостате в полной темноте, либо при наличии постоянного белого света в течение всего процесса отверждения (30 часов). В качестве источника белого света использовали стандартную диодную лампу дневного света мощностью 60 Вт.

Обработка исходных смесей белым светом или ультрафиолетовым излучением – приемы физической модификации. Указанные виды модификации относятся к волновым воздействиям, которые оказывают энергетически подпитывающее влияние, в отличие от ориентирующих воздействий, к которым относится обработка в постоянном электрическом поле. В принципе все виды физической модификации более эффективны при обработке низковязких систем, пока олигомерные молекулы обладают высокой подвижностью,

поэтому все виды физических обработок применяли в начале отверждения, то есть по существу использовали физическую модификацию исходных смесей. Используемые виды модификации можно называть физической модификацией условно, так как все физические обработки влияют на протекание химических процессов при отверждении.

Главными химическими процессами при отверждении являются одновременно протекающие и конкурирующие процессы линейного роста и ветвления полимерных цепей. Основная цепь линейных полимеров содержит лишь вторичные атомы. Третичные атомы появляются при ветвлении полимерных цепей. Химические связи при вторичных атомах более прочны, чем при третичных атомах, следовательно, процесс линейного роста более экзотермичен, чем процесс ветвления. Энергии активации рассматриваемых процессов пропорциональны абсолютной величине их тепловых эффектов, поэтому процесс линейного роста требует несколько большей энергии активации и более чувствителен к энергетической подпитке, чем процесс ветвления. Значит, при отверждении на свету происходит некоторое подавление образования сетчатой структуры, что сопровождается замедлением поляризации и снижением поверхностной плотности зарядов (табл. 3).

Таблица 3

Влияние модификации белым светом на поверхностную плотность заряда различных электретов (над чертой – отверждение в темноте, под чертой – отверждение на свету)

<i>Состав полимерного электрета</i>	<i>Поверхностная плотность заряда, Кл/м²</i>
<i>ЭД-20 на полимерной подложке №1</i>	<i>-19±10/-8±6</i>
<i>ЭД-20 на полимерной подложке №2</i>	<i>1±1/-1±8</i>
<i>ЭД-20 на металлической подложке</i>	<i>26±6/20±5</i>

1. Студенцов В.Н. Разработка технологии полимерного электрета для микрофонов на основе реактопласта / В.Н. Студенцов, В.В. Марценюк // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2016. – Серия 1. – № 3. – С. 103-108;
2. Воронежцев Ю.И. Электрические и магнитные поля в технологии полимерных композитов / Ю.И. Воронежцев, В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук, В.В. Снежков // Под редакцией А.И. Свириденко. – Минск: Наука и техника, 1990. – 263 с.;
3. Студенцов В.Н. Кинетика отверждения и структура волокнонаполненных композиционных материалов // Композиционные полимерные материалы. – 1988. – Т. 37. – С. 32-38.

Ожимкова Е.В., Орлов В.В.

Перспективы биоконверсии предварительно обработанной ультразвуком линглоцеллюлозной биомассы в биоэтанол

*ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»
(Россия, Тверь)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-55

Аннотация

В статье рассмотрены основы ресурсосберегающей технологии переработки семян различных бобовых культур с последовательным получением биологически активных веществ (белков и крахмалов) и последующей биоконверсией линглоцеллюлозной биомассы в биоэтанол. Низкочастотный ультразвук использован как для интенсификации экстракции целевых компонентов, так и для одновременной предобработки растительного сырья для получения биотоплива.

Ключевые слова: ресурсосбережение, комплексная переработка, бобовые, ультразвук, биоконверсия, биотопливо.

Abstract

The article discusses the basics of a resource-saving technology for processing seeds of various legumes with the sequential production of biologically active substances (proteins and

starches) and subsequent bioconversion of lignocellulose biomass into bioethanol. Low-frequency ultrasound is used both for intensifying the extraction of target components and for simultaneous pretreatment of plant raw materials to obtain biofuel.

Keywords: resource saving, complex processing, legumes, ultrasound, bioconversion, biofuel.

В последние годы все более актуальной задачей становится разработка и внедрение современных эффективных ресурсосберегающих технологий переработки растительного сырья в востребованные продукты, в том числе, биотоплива. Процесс предварительной обработки растительных материалов является ключевым технологическим этапом биоконверсии лигноцеллюлозы в биотопливо. На сегодняшний день наиболее распространенными методами предобработки лигноцеллюлозного сырья для производства этанола является измельчение, обработка паром, разрушение лигноцеллюлозы аммиаком, обработка сырья с применением сверхкритического углекислого газа, щелочной гидролиз, предварительная обработка горячей водой, органосольвентные процессы, влажное окисление, озонлиз, гидролиз разбавленными и концентрированными кислотами [1]. Основными недостатками указанных методов предварительной обработки являются большой расход энергоресурсов, дорогостоящих и довольно агрессивных реагентов, что в свою очередь приводит к формированию в реакционной среде различных типов ингибиторов, таких как карбоновые кислоты, фураны и фенольные соединения. Эти вещества подавляют рост микроорганизмов, результатом чего может стать снижение выхода биоэтанола [1-4].

Применение ультразвука для предварительной обработки лигноцеллюлозных субстратов в гетерогенной среде приводит к увеличению их реакционной способности при биоконверсии в сахара [2-3].

Биоконверсия лигноцеллюлозной биомассы в биоэтанол является одной из приоритетной областью современных научных исследований. Лигноцеллюлозный этанол производится из недорогого и широкодоступного сырья, которое может снизить зависимость от ископаемого топлива. Использование биоэтанола в качестве топлива способствует снижению загрязнений окружающей среды, поскольку выбросы CO_2 при сжигании биоэтанола равны объему CO_2 , которое растения поглощают из атмосферы во время фотосинтеза. Этанол в качестве биотоплива позволяет снизить в бензине содержание ароматических углеводородов, повысить октановое число. Кроме того, развитие биотопливной промышленности в мире становится экономически выгодным при растущих мировых ценах на углеводородное сырье [3].

Основные варианты применения биоэтанола в качестве топлива:

- как добавка к бензину от 5 до 15% для использования в обыкновенных бензиновых двигателях;
- в виде смесей с содержанием этанола до 85% для использования в автомобилях с двигателями с универсальным потреблением топлива;
- для синтеза этилтретбутилового эфира - высокооктанового компонента бензина [5-6].

По мнению ряда ученых [2-7], среди всех видов биотоплив наибольший потенциал имеет биоэтанол. Перспективность использования его как экологически чистого топлива, а также как сырья для химической промышленности, способствовала резкому увеличению в ряде стран финансовых затрат на соответствующие программы. Уже более половины этанола, производимого в мире, используется в качестве добавки к топливу (бензину) для двигателей внутреннего сгорания и лишь около 15% - для производства спиртных напитков. В настоящее время производство биоэтанола является наиболее динамично развивающимся сектором биотопливной отрасли.

Согласно оценкам экспертов, к 2030 году выпуск биотоплива в мире составит 150 млн т при ежегодном приросте производства 7-9%. При этом преимущество будет иметь

биоэтанол, т.к. себестоимость его производства снижается быстрее, чем себестоимость производства биодизеля [4,6-7].

Биотопливо второго поколения может производиться из отходов, образующихся в результате заготовки и переработки сельскохозяйственных растений, лесозаготовки и т.д.. Для производства целлюлозного этанола, который является одним из наиболее многообещающих источников «чистой и дешевой энергии», возможно, в принципе, использовать самое разнообразное сырье (например, жмыхи, солому, шелуху и т.д.), что в свою очередь позволяет избежать дилеммы «топливо против пищи», которая являлась серьезной проблемой при производстве биоэтанола первого поколения из пищевого сырья.

Еще одним важным аспектом производства биоэтанола является выбор штамма-продуцента. Представители микроорганизмов с целлюлолитической активностью, способные трансформировать растительную биомассу в этанол напрямую без предварительной обработки, известны, тем не менее, несмотря на большие успехи специалистов разных стран, из-за трудностей культивирования строгих анаэробов и низкого выхода целевого продукта достаточно эффективной технологии, позволяющей преодолевать устойчивость целлюлозосодержащих субстратов к биоразложению, пока не создано. Низкая продуктивность процесса прямого ферментативного гидролиза целлюлозы автоматически ведет к резкому увеличению рабочего объема гидролизопаратов для достижения экономически оправданного масштаба производства, а, следовательно, к неприемлемым капитальным затратам [8-9].

В предоставленной работе в качестве растительного материала для проведения исследований использовались образцы коммерческих марок зеленого и желтого гороха, белой и красной фасоли, красные бобы и зеленая чечевица. Методики выделения крахмала из семян представлена в патенте РФ 2665080 [10]. Полученные результаты подтверждают эффективность однократной ультразвуковой экстракции крахмалов из семян бобовых культур (крайне низкий выход крахмалов при повторной ультразвуковой экстракции), предложенной на первом этапе выполнения проекта. Однако, при проведении поисковых экспериментов по получению биоэтанола из отработанной биомассы бобовых, более высокая скорость накопления в среде редуцирующих веществ отмечена у образцов шрота, полученного после повторной ультразвуковой экстракции. Вероятно, это связано с более существенными изменениями в структуре лигноцеллюлозного материала при увеличении времени ультразвуковой обработки растительного сырья.

Для проведения экспериментальной части работы также были использованы дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, характеризующиеся хорошей приспособленностью физиологически к культивированию в условиях биореактора и являющиеся абсолютно безопасными (штамм винных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* «SP-1» и штамм пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* «SafAle™ S-33»). Концентрацию субстрата варьировали в концентрациях 10, 30, 50 и 80 г/л.

Были проведены эксперименты по получению биоэтанола, в которых использовалось дополнительное осахаривание (нагрев и выдерживание реакционной среды) лигноцеллюлозного сырья и эксперименты без указанной стадии.

При получении биоэтанола с дополнительной стадией осахаривания можно отметить, что через 4 ч осахаривания (для шрота зеленого гороха) и через 6 ч (для шрота желтого гороха) происходит увеличение концентрации редуцирующих веществ, а затем до происходит их накопление в среде до 18 (для шрота зеленого гороха) и 20 ч (для шрота желтого гороха). Максимальная концентрация редуцирующих веществ была отмечена в экспериментах со шротом зеленого гороха в среде с исходной концентрацией субстрата 80 г/л. При выполнении экспериментов с использованием стадии осахаривания удалось получить бражку с содержанием этанола $1,8 \pm 0,05$ об %.

При получении биоэтанола без дополнительной стадией осахаривания удалось получить бражку с содержанием этанола $1,4 \pm 0,05$ об %. при использовании в качестве

субстрата шрота зеленого гороха, полученного после повторной ультразвуковой экстракции и при исходной концентрации субстрата 50 г/л.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00336.

1. Pan X., Zhu J. An update on sulfite pretreatment of lignocellulosic biomass for effective production of cellulose ethanol // Proceeding of the 16 ISWFPC. Tianjin (2011) pp. 968-972.
2. А.П. Карманов, В.В. Володин, Л.С. Кочева, А.В. Рудковский, С.А. Кузнецова. Влияние ультразвуковой кавитации на реакционную способность лигноцеллюлозных субстратов при биоконверсии растительной биомассы // Бутлеровские сообщения – Том 39, №9 (2014), с.52-57.
3. T.Su, D. Zhao, M. Khodadadi, C. Len Lignocellulosic biomass for bioethanol: Recent advances, technology trends, and barriers to industrial development. Review article // Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry - Volume 24 (2020), pp. 56-60.
4. S. Soltaniana, M. Aghbashlo, F. Almasi, H. Hosseinzadeh-Bandbafha, A. Nizami, Y. Sik, O. Su A critical review of the effects of pretreatment methods on the exergetic aspects of lignocellulosic biofuels // Energy Conversion and Management - Volume 212, 15 (2020), 112792.
5. Y. Tang, M. An, K. Liu, S. Nagai, T. Shigematsu, S. Morimura, K. Kida. Ethanol production from acid hydrolysate of wood biomass using the flocculating yeast *Saccharomyces cerevisiae* strain KF-7 // Process Biochemistry.-V. 41, Issue 4 (2006)- pp.909-914.
6. Л.В. Римарева Биологические аспекты переработки растительного сырья на топливный биоэтанол // Производство спирта и ликероводочных изделий. - № 3. (2007)- С. 4-10.
7. A.Arevalo-Gallegosa, Z. Ahmad, M. Asgher, R. Parra-Saldivar, M.N.Iqbala Lignocellulose: A sustainable material to produce value-added products with a zero waste approach. A review // International Journal of Biological Macromolecules – Vol. 99, (2017), pp. 308-318.
8. D.Q. Zheng, X.Ch. Wu, X.L. Tao, P.M. Wang, P. Li, X.Q. Chi, Y.D. Li, Q.F. Yan, Y.H Zhao. Screening and construction of *Saccharomyces cerevisiae* strains with improved multi-tolerance and bio-ethanol fermentation performance // Bioresource Technology. -. - V. 102, Issue 3. (2011) - pp.3020-3027.
9. B. Wang, X.M. Ge, N. Li, F.W. Bai Continuous ethanol fermentation coupled with recycling of yeast flocs // Chinese Journal of Biotechnology. - V. 22, Issue 5 (2006).- pp.816-821.
10. Патент РФ № 2665080. Способ получения крахмала из растительного сырья/ М.Г. Сульман, Е.В. Ожимкова, Э.М. Сульман.

Суфиянов Р.Ш.

Аммиак как источник водорода

*Бронницкий филиал ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»
(Россия, Бронницы)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-56

Аннотация

Применение водорода как топлива вызывает определенные трудности, связанные, в частности, с его транспортированием и хранением. Эти проблемы могут быть решены, если в качестве источника водорода использовать аммиак.

Ключевые слова: Водород, аммиак, транспортирование, хранение, использование, расщепление, катализатор.

Abstract

The use of hydrogen as a fuel causes certain difficulties associated, in particular, with its transportation and storage. These problems can be solved by using ammonia as a hydrogen source.

Keywords: Hydrogen, ammonia, transportation, storage, use, splitting, catalyst.

Одной из важнейших задач общественности во всем мире является решение проблемы глобального (потепления) изменения климата на Земле. ООН предусматривает

необходимость сдерживания повышения температуры, путем снижения уровня глобальных выбросов парниковых газов. В докладе ООН за 2019 год подчеркивается, что необходимо в период с 2020 по 2030 годы сдерживать рост температуры на нашей планете до 1,5 °С, ежегодно сокращая выбросы парниковых газов на 7,6% [1].

Международные эксперты полагают, переориентация отраслей всех стран на возобновляемые источники энергии, разработка устойчивых технологий, не связанных с углеводородами и выбросами их в атмосферу, позволит уменьшить мировые выбросы парниковых газов и построить зеленую экономику.

Запасы водорода на Земле огромны, благодаря формированию им ковалентных связей с большинством неметаллов. Он является самым легким и наиболее распространенным химическим элементом на Земле и во Вселенной. Водород в промышленном масштабе получают в частности электролизом воды, конверсией природного газа, газификацией угля [2,3]. Водород содержит в 2,5 раза больше энергии на единицу массы, по сравнению с природным газом и бензином, но его недостаток - гораздо более низкая плотность энергии на единицу объема в его газообразной форме в условиях окружающей среды.

С начала 70-х годов топливный кризис заставил обратить более пристальное внимание на использование водорода для тепловых двигателей и во многих странах стали проводить комплексные исследования по вопросам декарбонизации выбросов и распространению водородной энергетики. Было созвано первое совещание по водородной энергетике в СССР в марте 1975 года в Минске и, благодаря руководству М.А. Стыриковича и Рабочей консультативной группе при Президиуме АН СССР, начаты широкие исследования по актуальным проблемам развития энергетики мира и его регионов. Затем прошли первые Всемирные конференции в США - 1976 году (Майами-Бич), в Швейцарии - 1978 году (Цюрих), в Японии - 1980 году (Токио) и в СССР - 1982 году [4].

По данным Международного энергетического агентства (МЭА) с 1975 года спрос на водород возрос более чем в три раза — с 18 до более 70 млн т в год. Из этого количества использовали: в нефтепереработке - 38 млн т, в химической промышленности для производства аммиака - около 32 млн т, другие отрасли - 4 млн т (из них около половины в производствах метанола и стали) [5].

Крупнотоннажные системы производства водорода имеют единичную объёмную производительность от 10 до 100 тыс. $\text{нм}^3/\text{ч}$. Малотоннажным называют производство водорода с уровнем единичной объёмной производительности в диапазоне от 10 до 1000 $\text{нм}^3/\text{ч}$. От 1 до 5 % получаемого водорода находит применение в малотоннажных, наукоёмких отраслях промышленности: электронной, электротехнической, стекольной, фармацевтической, пищевой; выплавке металлов и сплавов высокой чистоты; синтезе химически высокоактивных веществ и других отраслях [6].

Для перехода на зеленую энергетику в последнее время разрабатывается еще одно сырье для получения экологически чистого водорода – «голубой» аммиак. Голубым считается аммиак, получаемый из природного газа (а в некоторых случаях и из угля), если при его производстве применяется система улавливания и связывания углерода (CCS). Аммиак (NH_3) - бинарное неорганическое химическое соединение азота и водорода, которое содержит три молекулы водорода и одну молекулу азота, и также как водород, он не выделяет углекислый газ при сжигании. Плотность аммиака почти вдвое меньше, чем у воздуха, а при нормальных условиях это бесцветный газ с резким характерным запахом.

Аммиак намного легче сжижать, чем водород, проще хранить и транспортировать. Поэтому его можно использовать в качестве носителя для хранения и транспортировки водорода. В отличие от водорода аммиак можно сжижать при комнатной температуре при давлении 8-10 бар и хранить также как пропан. В то же время для хранения водорода требуется специальное более дорогое криогенное оборудование. Еще одним преимуществом аммиака как источника топлива является то, что в сжиженном аммиаке содержится по объему на 50 % больше водорода, чем в сжиженном водородном топливе [7]. Работа с аммиаком, несмотря на его токсичность, является более безопасной, так как его запах при

утечке можно определить даже при самых небольших и безопасных концентрациях. Кроме того, жидкий аммиак по сравнению с водородом характеризуется узким интервалом воспламенения и является практически негорючим и взрывобезопасным, а водород это горючий газ, который горит невидимым пламенем.

Saudi Aramco и Институт энергетической экономики Японии (IEEJ) в партнерстве с гигантом химической промышленности SABIC выпустили сорок тонн «высококачественного» «голубого» аммиака, который будет использоваться в Японии для выработки электроэнергии с нулевыми выбросами углерода. Многие ведущие энергетические сектора нефтяных компаний все больше полагаются на природный газ и возобновляемые источники энергии [8].

Международные ведущие компании автопрома и российские планируют запуск линеек электромобилей. У многих в планах к 2030 году прекратить выпуск автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, чтобы сократить выбросы углекислого газа в атмосферу и темпы глобального потепления.

Одним из перспективных направлений применения аммиака является использование его в топливных элементах в качестве источника водорода. В аммиаке содержится 17 % масс. водорода, для извлечения которого используют метод термокаталитического разложения или электроокисления.

Рисунок 1. Условная принципиальная схема работы топливного элемента на водороде и кислороде [10]

Известно, что топливные элементы предназначены для выработки электроэнергии и их различают несколько типов. Одними из перспективных топливных элементов, являются водород-воздушные топливные элементы с протонообменными мембранами PEMFC. Мембраны разделяют катод и анод в топливном элементе, и обладают свойством пропускать только катионы водорода (протоны) [9]. Катод и анод представляют собой угольные матрицы, покрытые катализатором. На аноде молекулярный водород диссоциирует и отдает электроны, которые передаются на внешнюю электрическую сеть. На катоде молекулярный кислород образует молекулу воды, соединяясь с протоном, прошедшим мембрану и электроном из электрической сети (рис. 1). Перемещение (поток) электронов в сети приводит к возникновению электрического тока в сети.

Для того чтобы получить водород из аммиака электрохимическую ячейку с протонпроводящей мембраной дополняют катализатором расщепления, на котором происходит разделение аммиака на азот и водород.

Исследования в настоящее время направлены на получение новых видов катализаторов, позволяющих расщеплять аммиак при относительно низких температурах. Ученые из Токийского технологического института в результате проведенных исследований получили, что добавление имида кальция (CaNH) позволяет снизить температуру каталитического расщепления аммиака на 100°C ниже, чем температура при которой аммиак разлагается при использовании обычных катализаторов на основе никеля [11]. По утверждению ученых им удалось получить высокоактивный и долговечный катализатор Ni/CaNH , который может успешно использоваться для разработки эффективных катализаторов нового поколения, способствующих низкотемпературному расщеплению аммиака с получением чистого водорода.

Таким образом, аммиак на современном этапе стремления к безуглеродной экономике, может сыграть ключевую роль в широкомасштабном внедрении водородной энергетики, решая при этом основные ее проблемы, связанные с транспортированием и хранением водорода.

1. Доклад ООН: странам мира надо сокращать выбросы парниковых газов ежегодно на 7,6% до 2030 г. Электронный ресурс: <https://ru.investing.com/news/economy/article-1931770>.
2. Суфиянов Р.Ш. Получение водорода электролизом //Тенденции развития науки и образования. 2021. № 71-2. С. 64-68.
3. Суфиянов Р.Ш. Конверсия природного газа //Тенденции развития науки и образования. 2021. № 69-1. С. 142-145.
4. Варшавский И.Л., Мищенко А.И., Макаров А.А., Талда Г.Б. Анализ работы поршневого двигателя на водороде. Известия вузов. Машиностроение. 1977. № 10. С.110-114.
5. Водород: эпоха возрождения? Электронный ресурс: <https://oilcapital.ru/article/general/10-09-2020/vodorod-epocha-vozrozhdeniya>.
6. Крупнотоннажные системы производства водорода имеют единичную объемную производительность от 10 до 100 тыс. $\text{Нм}^3/\text{ч}$. Электронный ресурс: <https://www.c-o-k.ru/articles/novye-tehnologii-razlozheniya-vody-v-ssha-i-rossii>.
7. Аммиак нам в помощь для перехода к водородной экономике. Электронный ресурс: <https://naukatehnika.com/ammiak-kak-istochnik-vodoroda-dlya-toplivnyix-elementov.html>.
8. Голубой аммиак: еще один крупный прорыв в водородной энергетике. Электронный ресурс: <https://energосmi.ru/archives/46207>.
9. Топливный элемент на водороде: описание, характеристики, принцип работы, фото. Электронный ресурс: <https://fb.ru/article/405730/toplivnyiy-element-na-vodorode-opisanie-harakteristiki-printsip-raboty-foto>.
10. Электронный ресурс: https://yandex.ru/images/search?text=njgkbdysq%20%27ktvtyn&family=yes&from=tabbar&pos=2&img_url=https%3A%2F%2Fgazpronin.ru%2Fpicto%2FFuelCell.png&rpt=simage.
11. Новый катализатор способен выделять водород из аммиака при невысоких температурах. Электронный ресурс: <https://news.rambler.ru/science/47125180-novyy-katalizator-sposoben-vydelyat-vodorod-iz-ammiaka-pri-nevysokih-temperaturah/>.

Ханжина Е.Г.

Влияние катализаторов на олигомеризацию ϵ -капролактама под действием спиртов

*Вятский Государственный Университет
(Россия, Киров)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-57

Аннотация

Доказана эффективность применения солей редкоземельных металлов: лантана, церия и диспрозия в качестве катализаторов образования олигомеров на основе ϵ -капролактама и спиртов. Сравнительный анализ позволил определить, что применяемый катализатор напрямую влияет на степень олигомеризации: для солей свинца характерно образование

тетра и пентамеров, в то время как соли редкоземельных металлов позволяют получить продукты со степенью олигомеризации от 20 до 40.

Ключевые слова: ϵ -капролактам, алкоголиз, аминолит, олигомеризация, катализаторы на основе солей редкоземельных металлов.

Abstract

Confirmed the effectiveness of using salts of lanthanide: lanthanum, cerium and dysprosium as catalysts for the synthesizing of oligomers based on ϵ -caprolactam and alcohols. Been proven that the catalyst affects the molecular weight of the oligomer. Lead nitrate catalyst is characterized by the formation of tetra and pentamers. Lanthanide nitrates and chlorides make it possible to obtain products with a degree of oligomerization from 20 to 40.

Keywords: ϵ -caprolactam, alcoholysis, aminolysis, oligomerization, catalysts based on lanthanide salts.

Одним из целевых продуктов синтеза являются олигомеры с невысоким числом капроамидных остатков, т.к. такие олигомеры являются эффективными модифицирующими добавками в полимерных композициях [1]. Подобные олигомеры можно синтезировать из ϵ -капролактама (ϵ -КЛ) с использованием спиртов в качестве нуклеофильных реагентов.

Для реакции алкоголиза амидов спиртами характерно протекание в жестких условиях. В таких условиях из ϵ -КЛ образуется смесь олигомеров различной молекулярной массы, но наиболее важной задачей синтеза олигомеров является разработка условий, позволяющих получать продукты с определенной степенью олигомеризации. Для получения продукта однородного по составу, т.е. с минимальным различием в молекулярных массах олигомеров, необходимо проводить синтез в более мягких условиях. Один из подходов к синтезу олигомеров ϵ -КЛ в мягких условиях – подбор оптимальных каталитических систем.

В настоящий момент наибольший интерес представляют катализаторы на основе солей редкоземельных металлов, которые можно использовать как замену солям свинца, которые были исследованы ранее [2]. Несмотря на свою высокую эффективность в качестве катализатора, соли свинца обладают значительной токсичностью, поэтому их применение не безопасно с экологической точки зрения.

Для подтверждения эффективности использования солей редкоземельных металлов в качестве катализаторов был проведен сравнительный анализ влияния нитрата лантана и нитрата свинца на процесс алкоголиза ϵ -КЛ первичными, вторичными и третичными спиртами.

Синтез олигомеров производили в запаянных стеклянных ампулах в присутствии катализаторов. Использование катализатора позволяет эффективно проводить такой синтез в температурном диапазоне 200-250°C. Ниже этой температуры выход продукта оказывается слишком мал, а при температурах выше, в присутствие следовых количеств воды, наблюдается реакция раскрытия цикла ϵ -КЛ [2]. Исходя из этого, синтез был проведен в следующих условиях: соотношение ϵ -КЛ/спирт/катализатор 10/100/1; температура 220°C и 240°C.

Результаты синтеза при температуре 240°C представлены на графике зависимости образования аминных групп от времени (рис. 1). В легенде указан применяемый в качестве реагента первичный спирт и металл соли катализатора. Катализатор использовался в виде нитратных солей: $Pb(NO_3)_2$ и $La(NO_3)_3$. Как видно из графика, реакция алкоголиза ϵ -КЛ с пропанолом и бутанолом протекает более селективно в присутствии солей свинца. В присутствии нитрата лантана к 3 часам достигается степень превращения близкая к равновесной, это возможно благодаря тому, что соли лантана эффективно ускоряют не только реакцию алкоголиза, но и процесс аминолита ϵ -КЛ под действием промежуточно образующихся эфиров аминокaproновых кислот.

Рисунок 1. Зависимость выхода аминных групп от времени синтеза при 240°C

Эти данные согласуются с результатами синтеза, проведенного с использованием изопентанола (рис. 1 справа). В данном случае в качестве катализаторов также были использованы $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{La}(\text{NO}_3)_3$. Анализ результатов синтеза показал, что при использовании вторичных спиртов проявляемая каталитическая активность солей свинца и лантана выравнивается.

Исследование синтеза при более низкой температуре в 220°C показало, что даже при использовании более активного пропилового спирта максимальное количество аминных групп в продукте находится в пределах 5% от теоретического количества. Т.е. в таких условиях алкоголиз ϵ -КЛ почти не протекает. Причем, хлориды лантаноидов показали большую активность чем нитраты, это можно объяснить более быстрым формированием каталитического центра в реакционной среде. Полученные данные показывают, что использование в качестве катализатора хлорида церия ускоряет взаимодействие ϵ -КЛ с изопропиловым спиртом практически на уровне каталитических реакций с участием соли свинца для первичных и изоспиртов.

В случае использования первичных спиртов, наиболее эффективной из изученных соединений редкоземельных металлов показала себя добавка хлорида диспрозия, но при этом образование аминных групп происходит менее активно, чем при использовании в качестве катализатора соединений свинца. Это объясняется снижением температуры проведения синтеза до 220°C.

Степень олигомеризации при использовании для алкоголиза наиболее активных катализаторов, увеличивается от первичного спирта к разветвленному (изостороения), и наиболее существенно к вторичному спирту. Это хорошо коррелирует с установленным соотношением скоростей алкоголиза, изменяющейся в ряду: первичный > разветвленный > вторичный, при практически неизменных скоростях последующего аминнолиза ϵ -КЛ с участием первичных аминных групп аминокэфиров [3].

Для более точного учета влияния используемого катализатора на степень олигомеризации было приведены дополнительные синтезы. При взаимодействии 0,3 моль ϵ -КЛ и 0,1 моль деканола в присутствии 0,01 моль $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ при 220° С в течение 10 часов получен пентамер КЛ с выходом 81% от теоретического количества. Найдено: N 9,63; $\text{C}_{11}\text{H}_{21}\text{O}[\text{CO}(\text{CH}_2)_5\text{NH}]_5\text{H}$. Вычислено: N 9,68. По результатам ИК спектроскопии, полученный продукт имеет следующие полосы поглощения: $\nu_{\text{C=O}}$ эфира (1731 см^{-1}); $\nu_{\text{C=O}}$ амида (1635 см^{-1}); $\nu_{\text{N-H}}$ (1545 см^{-1}), что подтверждает строение олигомера.

Аналогичные синтезы были проведены и с использованием редкоземельных металлов, например в присутствии церийсодержащего катализатора (CeCl_3) был получен гептатриакантомер ϵ -КЛ на основе деканола с выходом 57% от теоретического количества.

Найдено: N 11,97; $C_{11}H_{21}O[CO(CH_2)_5NH]_{37}H$. Вычислено: N 11,93. По результатам ИК спектрометрии, полученный продукт имеет следующие полосы поглощения: $\nu_{C=O}$ эфира (1725 см^{-1}); $\nu_{C=O}$ амида (1640 см^{-1}); ν_{N-H} (1540 см^{-1}), что подтверждает строение олигомера.

Таким образом, подтверждено, что использование свинецсодержащих катализаторов при взаимодействии ϵ -КЛ с первичными спиртами приводит к получению в основном тетра- и пентамеров. При использовании катализаторов на основе лантаноидов в основном образуются продукты со степенью олигомеризации от 20 до 40. Проводя анализ результатов синтеза олигомеров из ϵ -КЛ и спиртов с использованием различных катализаторов, видно, что вид катализатора, строение спирта, температура, а также время проведения реакции оказывают существенное влияние на количество образующихся аминных групп, а значит и на строение получаемых олигомеров. Следовательно, возможен выбор такого катализатора синтеза олигомера из ϵ -КЛ и спирта, который обеспечивает высокий выход продукта с нужной степенью олигомеризации.

1. Хитрин, С. В. Использование продуктов взаимодействия ϵ -капролактама со спиртами и аминами в качестве модификаторов эластомерных композиций на основе ненасыщенных каучуков / С. В. Хитрин, А. А. Токарев, Е. Г. Шехирева // Каучук и резина. – 2008. – № 2. – С. 25-28.
2. Alcoholysis of amides, catalyzed by compounds of some metals / N. V. Kolotilova, S. V. Khitrin, S. L. Fuks, A. A. Gavrikova // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2000. – Vol. 73. – No 12. – P. 2062-2066.
3. Алкоголиз ϵ -капролактама в присутствии солей редкоземельных металлов / С. В. Хитрин, А. А. Токарев, Е. Г. Шехирева, А. А. Вихлянцева // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2009. – Т. 52. – № 5. – С. 78-82.

РАЗДЕЛ IX. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Горбатовский А.А.

Потеря устойчивости вращающегося диска при нагреве по наружному контуру

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-58

Аннотация

В статье представлены результаты исследования устойчивости вращающегося диска, который нагревается по наружному контуру. Найдено стационарное температурное поле диска, и получены критические зависимости скорости вращения от температуры, при которых возникают новые формы равновесия.

Ключевые слова: критическая нагрузка, формы равновесия, вращающийся диск.

Abstract

The paper present the decision of problem stability revolving thin disk, which heat in external contour. Recived decision the critical temperature external contour as function rotation disk.

Keywords: critical load, forms of equilibrium, rotating disk.

Вопрос об устойчивости вращающихся дисков возникает при изучении коробления дисковых пил, которые работают при больших скоростях вращения и значительного нагрева на внешнем зубчатом контуре, возникающего при распиловке брёвен. В этом случае, задача исследования коробления дисковых пил становится актуальной.

Целью настоящего исследования является определение температуры наружного контура диска, при котором возможна потеря устойчивости плоской формы его равновесия. Поскольку напряжения, возникающие в диске при работе, зависят от центробежных сил и температуры нагрева наружного контура, то первой частью исследования была задача определения поля температур в диске при его нагреве по наружному контуру.

Определение поля температур диска.

Считается, что диск имеет постоянную толщину и известна температура нагрева наружного контура T_0 . Боковая поверхность охлаждается окружающим воздухом. Температурное поле считается стационарным. Коэффициент теплоотдачи a известен, рис.1.

Рисунок 1. Система координат для расчёта поля температур

Стационарное температурное поле диска является функцией радиуса r ($0 \leq r \leq R$) и толщины h ($0 \leq z \leq h/2$). Дифференциальное уравнение, описывающее распределение температур в полярной системе координат, имеет вид [1]:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

Решение разыскиваем по методу Фурье разделением переменных:

$$T(r, z) = E(r)F(z)$$

где: $E(r)$ – функция, зависящая только от r ,

$F(z)$ – функция, зависящая только от z .

Подстановка $T(r, z)$ в дифференциальное уравнение (1) позволяет получить два дифференциальных уравнения для определения функций $E(r)$ и $F(z)$:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial E}{\partial r} - k^2 E = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial z^2} + k^2 F = 0 \quad (3)$$

где k – некоторая постоянная.

Дифференциальное уравнение (2) представляет собой модифицированное уравнение Бесселя, решение которого имеет вид:

$$E(r) = C_1 I_0(kr) + C_2 K_0(kr)$$

где: $I_0(kr)$ и $K_0(kr)$ функции Бесселя первого и второго рода нулевого порядка.

Общее решение дифференциального уравнения (3) имеет вид:

$$F(z) = C_3 \sin(kz) + C_4 \cos(kz);$$

Таким образом, общее решение дифференциального уравнения теплопроводности имеет вид:

$$T = (C_1 I_0(kr) + C_2 K_0(kr))(C_3 \sin(kz) + C_4 \cos(kz))$$

Выполнив замену переменных: $\vartheta = T - T_0$, сформулируем граничные условия:

$$z = 0 \quad \frac{\partial \vartheta}{\partial z} = 0,$$

$$z = \frac{h}{2} \quad \frac{\partial \vartheta}{\partial z} = -\frac{a\vartheta}{\lambda}$$

$$r = 0 \quad \frac{\partial \vartheta}{\partial r} = 0$$

$$r = R \quad \vartheta = T_e - T_0 = \vartheta^*$$

где: T_0 – температура окружающей среды у боковой поверхности диска,

a – коэффициент теплоотдачи,

λ – коэффициент теплопроводности диска.

$\vartheta^* = T_e - T_0$ – температура внешнего радиуса диска.

Первое условие следует из симметрии поля температур относительно срединной поверхности пластины, а второе – условие теплоотдачи на боковой поверхности.

Третье условие выражает осевую симметрию температурного поля.

Используя граничные условия, находим: $C_3 = 0$.

Поскольку температура на оси пластины должна быть конечной, то решение $E(r) = C_1 I_0(kr) + C_2 K_0(kr)$ не должно содержать функцию K_0 , которая стремится к бесконечности при $r \rightarrow 0$.

Поэтому $C_2 = 0$. Тогда общее решение можно представить в виде:

$$\vartheta = CI_0(kr) \cos(kz).$$

Используя граничное условие (условие теплоотдачи на боковой поверхности):

$$\left. \frac{\partial \vartheta}{\partial z} \right|_{z=\frac{h}{2}} = -\frac{a}{\lambda} \vartheta \Big|_{z=\frac{h}{2}};$$

Приходим к трансцендентному уравнению:

$$n = Bi^* \operatorname{ctg}(n), \quad (4)$$

где обозначено:

$$n = k \frac{h}{2},$$

$$Bi = \frac{ah}{2\lambda} \text{ - критерий Био.}$$

Из решения трансцендентного уравнения находим собственные числа задачи.

Окончательно, решение тепловой задачи для средней (по толщине) температуры диска имеет вид:

$$\theta = \frac{2 \sin n_1}{(n_1 + \sin n_1 \cos n_1)} \exp\left(2n_1 \frac{R}{h} \left(\frac{r}{R} - 1\right)\right) \sqrt{\frac{R}{r}} \quad (5)$$

n_1 – наименьшее значение числа n , найденного из трансцендентного уравнения (4), поскольку решениями для более высоких чисел n , можно пренебречь. Значение n_1 принимает значения от 0 (для $Bi \rightarrow 0$) до $\pi/2$ (для $Bi \rightarrow \infty$).

В формуле (5) функции Бесселя аппроксимированы экспонентой, поскольку при больших значениях аргумента, который зависит от отношения R/h , вычислить значения этих функций невозможно [2].

Исследование устойчивости вращающегося диска

Начальные усилия в срединной поверхности диска постоянной толщины определяются по следующим формулам [3]:

Радиальные усилия

$$T_1 = Eh \left[t(1) - \left(\frac{R}{r}\right)^2 t\left(\frac{r}{R}\right) \right] + R^2 \frac{3+\nu}{8} \rho h \omega^2 \left(1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2 \right);$$

Окружные усилия

$$T_2 = Eh \left[t(1) + \left(\frac{R}{r}\right) t\left(\frac{r}{R}\right) - \alpha \theta \left(\frac{r}{R}\right) \right] + R^2 \rho h \omega^2 \left[\frac{3+\nu}{8} - \frac{1+3\nu}{8} \left(\frac{r}{R}\right)^2 \right]$$

$$\text{где: } t\left(\frac{r}{R}\right) = \int \alpha \frac{r}{R} \theta \left(\frac{r}{R}\right) d\left(\frac{r}{R}\right)$$

α – коэффициент линейного расширения материала диска,

ν – коэффициент Пуассона материала диска,

E – модуль упругости,

ρ – плотность материала диска.

Дифференциальное уравнение устойчивости для диска в полярной системе координат имеет вид [4]:

$$D \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right) - T_1^0 \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} - T_2^0 \left(\frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right) = 0$$

В это уравнение входят только чётные производные по углу φ , поэтому решение данного уравнения можно найти в виде ряда:

$$w(r, \varphi) = \sum_{n=0}^{\infty} w_n(r) \cos(n\varphi) \quad (5)$$

где: $w_n(r)$ – функции координаты r .

Подставляя это выражение в уравнение устойчивости, приходим к системе обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$D \left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} - \frac{n^2}{r^2} \right) \left(\frac{d^2 w_n}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dw_n}{dr} - \frac{n^2 w_n}{r^2} \right) - T_1^0 \frac{d^2 w_n}{dr^2} - T_2^0 \left(\frac{1}{r} \frac{dw_n}{dr} - \frac{n^2 w_n}{r^2} \right) = 0$$

$$n = 0, 1, 2 \dots$$

Решения этих уравнений, удовлетворяющих заданным граничным условиям, дают собственные значения. Наименьшее из собственных значений параметра нагрузки является критическим.

Граничные условия, которым должны удовлетворять решения дифференциальных уравнений имеют вид:

$$\begin{array}{lll} r=0 & w=0 & \frac{dw}{dr}=0 \\ r=R & M_1=0 & Q_1^*=0 \end{array}$$

где: M_1 – радиальный момент,

Q_1^* – поперечная радиальная приведённая сила [5].

Выражение для радиального момента M_1 после подстановки решения (5) приобретает вид:

$$\frac{d^2 w_n}{dr^2} + \frac{\nu}{r} \frac{dw_n}{dr} - \frac{\nu n^2}{r^2} w_n = 0$$

Для приведённой поперечной силы Q_1^* используя разложение вида (5) получим:

$$Q_1^* = Q_1 + D(1-\nu) \frac{n^2}{r} \frac{d}{dr} \left(\frac{w_n}{r} \right)$$

$$Q_1 = -\frac{d}{dr} \left(\frac{d^2 w_n}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dw_n}{dr} - \frac{n^2}{r^2} w_n \right)$$

где:

Окончательно, второе граничное условие имеет вид:

$$\frac{d^3 w_n}{dr^3} + \frac{1}{r} \frac{d^2 w_n}{dr^2} - \left[\frac{1+(2-\nu)n^2}{r^2} \right] \frac{dw_n}{dr} + \frac{(3-\nu)n^2}{r^3} w_n = 0$$

Переходя к безразмерной форме, получим следующее уравнение:

$$\frac{d^4 y}{dx^4} + \frac{2}{x} \frac{d^3 y}{dx^3} - \left[\frac{2n^2+1}{x^2} + \frac{T_r^0 R^2}{D} \right] \frac{d^2 y}{dx^2} + \left[\frac{2n^2+1}{x^3} - \frac{T_\phi^0 R^2}{Dx} \right] \frac{dy}{dx} + \left[\frac{n^4-4n^2}{x^4} + \frac{n^2 T_\phi^0 R^2}{Dx^2} \right] y = 0$$

$$x = \frac{1}{R} r \quad y = \frac{1}{R} w_n$$

Где обозначено:

Граничные условия в безразмерной форме имеют вид:

$$\begin{array}{lll} x=0 & y=0 & \frac{dy}{dx}=0 \end{array}$$

$$x=1 \quad \frac{d^2 y}{dx^2} + \nu \frac{dy}{dx} - \nu n^2 y = 0 \quad \frac{d^3 y}{dx^3} + \frac{d^2 y}{dx^2} - \left[1 + (2-\nu)n^2 \right] \frac{dy}{dx} + (3-\nu)n^2 y = 0$$

Далее, используя метод начальных параметров, находятся зависимости температуры диска на внешнем краю в зависимости от скорости вращения диска при которых возможны ненулевые решения дифференциального уравнения при заданных граничных условиях.

Для примера, были рассчитаны критические зависимости температуры диска от его скорости вращения для конкретного случая:

$R=250$ мм – радиус диска,

$h=2,5$ мм – толщина диска,

$\alpha=500$ Вт/м²К – коэффициент теплоотдачи,

$\lambda=50$ Вт/м К – коэффициент теплопроводности материала диска,

$\alpha=12 \cdot 10^{-6}$ 1/°К – коэффициент линейного расширения материала диска.

Графики критических температур, в зависимости от скорости вращения, приведены на рис.2.

Рисунок 2. Графики критических температур, в зависимости от скорости вращения диска

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.
2. Никифоров А.Ф., Уваров В.Б. Специальные функции математической физики. – Долгопрудный: Интеллект, 2007. – 247с.
3. Биргер И.А., Демьянушко И.В. Расчёт вращающихся дисков. – М.: Машиностроение, 1999. – 385с.
4. Алфутов Н.А. Основы расчёта на устойчивость упругих систем. – М.: Машиностроение, 1991. – 336с.
5. Бидерман В.Л. Механика тонкостенных конструкций. Статика. М., «Машиностроение», 1977. – 488с.

Трусова Е.В.

Особенности использования высокопроизводительного оборудования и роботизированных модулей для обработки и контроля поверхности отверстий

ФГБОУ ВО Курский государственный университет
(Россия, Курск)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-59

Аннотация

В статье описывается современное высокопроизводительное сверлильное оборудование для машиностроительного производства и осуществление проверки качества поверхности отверстий при помощи роботизированных модулей осуществляющих автоматическую проверку.

Ключевые слова: обработка отверстий, металлообработка, станок.

Abstract

The article describes modern high-performance drilling equipment for machine-building production and the implementation of checking the surface quality of holes using robotic modules that carry out automatic testing.

Keywords: hole machining, metalworking, machine tool.

Сегодня невозможно представить многие отрасли народного хозяйства без использования одного из самых распространенных материалов – металла. Его обработка требует использования специального оборудования. Например, если требуется проделать

отверстия, то для этой цели применяется сверлильный станок, цена агрегата зависит от вида, мощности, конструктивных особенностей [1].

При выборе оборудования необходимо учитывать вид обрабатываемого металла, скорость выполнения работ, диаметр требуемых отверстий, мощность. Современные производители выпускают много разновидностей сверлильных станков, которые имеют свои особенности и отличия.

Магнитный станок для сверления металла входит в средний ценовой сегмент сверлильного оборудования и пользуется большим спросом. При наличии мощного мотора и компактных габаритов такой агрегат обладает большими возможностями [26]:

- идеально подходит для сверления в местах трудного доступа;
- позволяет делать отверстия в заготовках деталей, которые нет возможности обработать на стационарном станке;
- подходит для сверления глубоких и широких отверстий.

Благодаря небольшому весу и переносным ручкам, его можно применять для выполнения работ вне помещения.

Электрический станок для сверления отверстий в металле, предназначен для эксплуатации в рабочих зонах с доступом к электросети. Модели могут иметь стандартный размер или заниженную высоту. На таком оборудовании можно выполнять сверление в труднодоступных местах.

Пневматический сверлильный станок отличается возможностью работать в зонах без доступа к электричеству, где есть возможность подавать сжатый воздух.

Для изготовления такого оборудования используются специальные сплавы, не дающие искру. Поэтому их можно использовать на нефтебазах, АЭС и других огнеопасных объектах.

Для выполнения работ под водой или в зонах с повышенной влажностью необходимо купить станок для сверления металла с гидравлическим механизмом. Его работу обеспечивает подача масла в двигатель, а корпус из специального сплава не подвергается воздействию коррозии. Наличие механически-активируемого магнита в основании станка обеспечивает устойчивость и высокую скорость сверла.

Современное высокопроизводительное сверлильное оборудование – залог успеха каждого металлорежущего производства. Без операций по сверлению не обходится ни одна компания, ни один завод, мастерская, фирма, гаражный кооператив. Сверлильные высверливают отверстия различной конфигурации, назначения, величины и профиля: для последующей обработки зенкером, развертывания, глухие, сквозные, проходные, с целью нарезания резьбы [2].

Функционирование сверлильных станков основано на вращательном движении шпинделя с патроном. В кулачках последнего закрепляется рабочий инструмент – сверло. Чаще всего конструкция сверлильных станков представляет собой вертикальный вариант, но в производстве массово используются станки с горизонтальным расположением сверл, центральные, радиальные, а также практикуется установка сверл под разными углами наклона.

При вращении шпинделя рабочий инструмент вгрызается в поверхность обрабатываемого материала. В результате острыми кромками инструмента из полости выбирается стружка, образуя отверстие правильной круглой формы с заданными характеристиками. Профессиональная заточка сверла является специфической технологической операцией. Ее выполняют только опытные заточники, придавая сверлу углы заточки, строго соответствующие нормативной документации.

Современной промышленностью выпускается широчайший ассортимент расходных элементов и дополнительных приспособлений для продуктивной, комфортной и безопасной эксплуатации ударных и безударных дрелей. Сверла различной конструкции и размера предназначены для изготовления отверстий малого диаметра в самых разнообразных материалах. Для бурения округлых отверстий большого диаметра целесообразно использовать коронки.

Насадки расширяют рабочие возможности дрели, позволяют использовать ее для обдирки, шлифовки и полировки поверхностей. Переходники и адаптеры обеспечивают возможность совместной работы инструмента со сверлами и насадками с несовпадающим размером хвостовика. Удлинитель дает возможность увеличить максимальную глубину сверления. Необходимую оснастку можно приобрести как поштучно, так и в тщательно выверенных наборах разной спецификации.

Одним из важнейших факторов, определяющих качество и производительность при глубоком сверлении, наряду с инструментом, является оборудование [3].

Сверлильные станки прочно вошли во все сферы промышленного производства, быта, народнохозяйственные отрасли. Они незаменимы при создании турбин, генераторов для тепловых, атомных, гидроэлектростанций. Выполнение самых разнообразных отверстий востребовано в машиностроении, станкостроении, приборостроении, судостроении, авиационной промышленности. Без них не обходятся нефтяники, газовщики, работники ЖЭК.

Сверлильное оборудование пользуется спросом в мастерских, на станциях СТО, сервисных центрах, больших и малых промышленных предприятиях. Его эффективно используют в единичном, массовом, мелкосерийном, крупносерийном производствах. Даже в собственных гаражах считается престижным иметь портативный сверлильный станок для выполнения мелких ремонтов личного автомобиля.

Основа сверлильного станка – рабочая станина. На ней при помощи специальной технологической оснастки зажимается обрабатываемая заготовка. В патроне шпинделя через хвостовики различной конфигурации закрепляется рабочий инструмент – сверло. В процессе сверления инструмент нагревается. Для отвода тепла используются разные виды охлаждающей жидкости.

Сверлильные станки работают от сети переменного тока напряжением 220 либо 380 В. Привод на шпиндель осуществляется двухфазным или трехфазным электрическим двигателем через ременную, цепную передачу, муфту, редуктор [3].

Сверлильное оборудование поставляется по всему миру и заслужило репутацию качественных станков для самых различных промышленных операций.

Основные рабочие органы вертикально-сверлильного станка [23].

1. Электрический двигатель, который запитан от сети переменного тока напряжением 220 либо 380 вольт. Через ременную, цепную передачу, резино-металлическую муфту, редуктор, вращательный момент передается на центральный вал.
2. Коробка передач, позволяющая оборудованию функционировать в различных скоростных режимах.
3. Шпиндель с патроном, установленные на центральном валу агрегата.
4. Рабочий инструмент – сверло зажимается конусом либо другой системой крепежа в исполнительном патроне станка.
5. Рабочий стол или станина. Она расположена горизонтально в нижней половине машины. Посредством зажимных устройств на станине закрепляется обрабатываемая заготовка.
6. Панель управления с кнопками и тумблерами.
7. Механизмы установки глубины обработки и быстрого перемещения шпинделя.

Как правило, все главные узлы конструкции вертикально-сверлильных станков устанавливаются на подвижной балке машины. Этот механизм перемещается по стойке и обеспечивает подачу для выполнения операций резания [4]. Тяжелые и средние агрегаты в производственных цехах монтируются на специальные бетонные фундаменты. Вертикальные сверлильные станки для бытового использования могут устанавливаться на верстаках и рабочих столах.

Для проверки качества обработки используют роботизированные модули, оснащенные системой контроля поверхности, обеспечивают автоматический контроль поверхности и контуров сложных изделий, выпускаемых большими и малыми партиями.

Датчик внутреннего контроля с высоким разрешением позволяет распознать мельчайшие дефекты в зонах, к которым сложно или невозможно получить доступ для визуального контроля, например на внутренних поверхностях отверстий. Наряду с объективной классификацией дефектов достигается максимальное распознавание дефектов на цилиндрических отверстиях.

Роботизированный модуль контроля поверхности отличается высокой универсальностью благодаря легкому переоснащению. Для контроля новых или измененных типов деталей требуется лишь настроить программное обеспечение системы контроля и перепрограммировать робота. Даже для небольших партий изделий можно провести эффективную и полностью автоматическую проверку. Система контроля встраивается в действующую производственную линию.

1. Технический справочник Sandvic Coromant: рекомендации по обработке сверлением, 2006.
2. Технологическое обеспечение процессов глубокого сверления Botek., "Werkstattechnik und Maschinenbau", 2007.
3. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.М. Мещерякова. 5-е изд. перераб. и доп. Т. 2 М.: Машиностроение – 1, 2001 944 с.
4. Черпаков Б. И. Металлорежущие станки: Учеб. пособие / Б. И. Черпаков, Т. А. Альперович. – М.: Изд-во «Академия», 2003 368 с.

Хлыбов А.А., Аносов М.С., Рябов Д.А.

Фрактальный анализ микроструктур сплавов, полученных путем горячего изостатического прессования

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-60

Аннотация

В исследовании представлены результаты анализа микроструктур сплавов, полученных путем горячего изостатического прессования (ГИП) металлических порошков. Установлена связь относительной плотности сплавов Inko 718 и ЭП741 от температуры ГИП. Показана связь фрактальной размерности изображения микроструктуры с относительной плотностью исследуемых сплавов. Полученные зависимости позволяют оценивать плотность полученных сплавов при различных температурах ГИП.

Ключевые слова: горячее изостатическое прессование, Inko 718, ЭП741, фрактальная размерность, относительная плотность.

Abstract

The study presents the results of analysis of the microstructures of alloys obtained by hot isostatic pressing (HIP) of metal powders. The relationship between the relative density of the Inko 718 and EP741 alloys on the HIP temperature is shown. Alloys at different HIP temperatures.

Keywords: hot isostatic pressing, Inko 718, EP741, fractal dimension, relative density.

В настоящее время горячее изостатическое прессование (ГИП) является одной из наиболее перспективных технологий получения почти готовых изделий сложной формы из металлических порошков. С использованием данной технологии можно добиться высоких эксплуатационных показателей материала деталей за счет особенности самого процесса. К таким особенностям относятся высокие температуры, обеспечивающие хорошую спекаемость сплавов и всесторонние давления, уменьшающие их пористость.

Как показывают исследования, детали, полученные методом ГИП, обладают повышенной усталостной прочностью, высоким сопротивлением коррозии, у них низкий уровень остаточных напряжений, а также увеличенный ресурс работы.

Одной из проблем деталей, изготовленных по технологиям порошковой металлургии, является появление микропор, что приводит к значительному снижению износостойкости и

механических характеристик металла. Применение технологии ГИП, позволяет решить эту проблему [1–2], за счет чего происходит увеличение плотности [3], стабилизация структуры и свойств материала. Однако, несмотря на это, при отработке режимов ГИП необходим контроль структуры металлов при различных температурах процесса.

Одним из методов оценки параметров структуры и контроля пор, кроме классических методик микроструктурного анализа и оценки плотности, может выступать фрактальный анализ. Данный метод, в последнее время, находит широкое применение в металловедении и описан в трудах ряда исследователей [4,5].

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования выступали сплавы, широко применяемые в порошковой металлургии для получения изделий, работающих в условиях повышенных температур за счет высокого содержания в них никеля, а именно сплавы Inko 718 и ЭП741.

Для исследования микроструктур сплавов при различных температурах ГИП (680, 720, 780, 800, 850, 900, 950 и 1050°C), было изготовлено по 5 образцов для каждой температуры. Исследование микроструктур сплавов производили с помощью цифрового микроскопа Keyence VHX-1000.

Для каждой их температур на основе анализа плотности сплавов оценивалась относительная плотность материала (θ) по зависимости:

$$\theta = \frac{\rho_{\text{тек}}}{\rho_{(t=1150)}},$$

где $\rho_{\text{тек}}$ – плотность материала после прерванного цикла ГИП при исследуемой температуре, $\rho_{(t=1150)}$ – плотность сплава при температуре 1050°C, при которой плотность заготовок близка к 100%.

После получения фотографий микроструктур проводилась их предварительная обработка по алгоритму, описанному в работе [4]. Для предварительной обработки и оценки фрактальной размерности изображений микроструктур (D_f) была разработана и апробирована на большом количестве сплавов программа в среде MATLAB.

Для расчета фрактальной размерности обработанное изображение покрывали прямоугольной сеткой с размером ячейки – e . После этого подсчитывали количество ячеек (N) содержащих границу (или «пустоту»). Фрактальная размерность определялась как угловой коэффициент полученной по результатам построения линии регрессии.

Экспериментальные данные. Анализ результатов эксперимента.

Для различных температур ГИП были получены изображения микроструктур исследуемых сплавов (рис. 1).

Рисунок 1. Микроструктуры сплавов Inko 718 (сверху) и ЭП741 (снизу) (x500) после температур ГИП: а) 800°C; б) 1050°C

Как видно из результатов микроструктурных исследований (рис. 1) при температуре 800°C в структуре наблюдаются, практически не спеченные частицы порошка в результате

ГИП. Дальнейшее повышение температуры ГИП приводит к уменьшению пористости материала и спеканию частиц материала, так при 1050°C наблюдается зеренная структура материала.

На рис. 2 приведены результаты оценки относительной плотности материала, полученного при каждой температуре прерванного цикла ГИП.

Рисунок 2. Зависимости относительной плотности (θ) от температуры ГИП исследуемых сплавов

Зависимости относительной плотности (рис. 2) хорошо аппроксимируются линейной зависимостью с величиной достоверности аппроксимации не менее $R^2=0.98$, при этом данные зависимости описываются следующим образом:

$$\theta = 0,0011t - 0,2074 \text{ – сплав ЭП741}$$

$$\theta = 0,0008t + 0,1676 \text{ – сплав Inko 718}$$

Как видно из зависимостей рис. 2 относительная плотность ЭП741 ниже во всем диапазоне температур ГИП по сравнению со сплавом Inko 718.

Для оценки связи относительной плотности исследуемых сплавов с величиной фрактальной размерности микроструктуры проведен фрактальный анализ микроструктур сплавов при исследуемых температурах ГИП.

Зависимости относительной плотности сплавов от величины фрактальной размерности изображения микроструктуры показаны на рис. 3.

Рисунок 3. Зависимости относительной плотности (θ) от величины фрактальной размерности изображения микроструктуры сплавов

Полученные результаты позволяют прийти к следующим выводам.

1. При увеличении температуры ГИП наблюдается монотонное увеличение плотности исследуемых сплавов. При температуре ГИП 1050°C поры практически не обнаруживаются и наблюдается зеренная структура сплавов.
2. Фрактальная размерность изображения микроструктуры сплавов имеет определенную связь с плотностью материала, полученного путем ГИП, что

позволяет проводить оценку плотности сплава на основе фрактального анализа полученных микроструктур.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках проекта «Создание высокотехнологичного производства материалов, изделий и оборудования с использованием аддитивных технологий и технологий газостатирования» на базе ПАО «РУСПОЛИМЕТ» по соглашению № 075-11-2019-084 от 18.12.2019 (постановление Правительства Российской Федерации от 09 апреля 2010 года № 218).

1. Агеев, С.В. Горячее изостатическое прессование металлических порошков / С. В. Агеев, В. Л. Гиршов // *Металлург*, 2015. № 8. с. 18-21;
2. Процессы изостатического прессования. Под редакцией И.И. Папирова, Я.Д. Пахомова. М: *Металлургия*, 1990, 193 с.
3. Влияние технологии ГИП на структуру и свойства никелевого сплава ВЖ 159 / Хлыбов А.А., Беляев Е.С., Рябцев А.Д., Беляева С.С., Гетмановский Ю.А., Явтушенко П.М., Рябов Д.А. // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. 2021. Т.19. №3. С. 75–83. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2021-19-3-75-83>
4. Kabaldin, Y.G., Anosov, M.S., Shatagin, D.A. Evaluation of the mechanism of the destruction of metals based on approaches of artificial intelligence and fractal analysis. / Y.G. Kabaldin, M. S. Anosov, D. A. Shatagin // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. - 709 (2020) 033076 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/709/3/033076.
5. Шумарова О. С., Корнилова Н. В. Автоматизация нахождения дефектов на основе фрактального анализа // *Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки*. 2017. №4 (44).

РАЗДЕЛ X. СТРОИТЕЛЬСТВО

Загребаев А.С., Кононенко В.В., Гулякин Д.В.
Значение информационных технологий в строительстве

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-61

Аннотация

В современных условиях развития общества информационные технологии приобрели масштабное использование во всех сферах человеческой деятельности, строительство не является исключением.

Ключевые слова: ИТ-технологии, строительство, управление, развитие, организация.

Abstract

In modern conditions of development of society, information technologies have acquired large-scale use in all spheres of human activity, construction is no exception.

Keywords: IT-technologies, construction, management, development, organization.

Информационные технологии предполагают процессы, методы сбора, хранения, обработки и анализа данных, компьютерные разработки и их применение. Можно констатировать, что информационные технологии связывают между собой науку, технику и инженерию.

В настоящее время информационные технологии занимают ведущее место – их применяют в:

- сфере образования: библиотеки и бумажные источники уже давно стоят не на первом месте при поиске информации. Существует огромное количество онлайн библиотек, где можно найти нужную информацию;
- в организации рабочего процесса: в основном выполняют функцию хранения, создания и передачи информации, документооборота и связи между сотрудниками;
- быт современного человека: поиск в интернете, отправление сообщений, онлайн-оплата.

И, конечно же, информационные технологии используются в строительстве. Они неразрывно контролируют и помогают организовать деятельность строителей, архитекторов и дизайнеров, начиная с идеи и доводя её до полноценного, визуального макета проекта. Расчеты, визуализация, возведение конструкция – всё это было бы намного сложнее, если бы человек не использовал информационные технологии.

Современный строитель-архитектор не представляет свою работу без системы автоматизированного проектирования (САПР), которая выполняет ряд наиважнейших функций[1]:

1. архитектурное планирование;
2. дизайн;
3. расчёт характеристик сооружений (понятия прочности, устойчивости и жесткости);
4. финансовый анализ затрат на строительство;
5. управление процессом.

Так, большинство чертежей выполняется в САПР – AutoCAD, а владение данной программой может стать решающим фактором для начальника в выборе кандидата на рабочее место. Именно поэтому уже в высших учебных заведениях студентов обучают и

знакомят с некоторыми САПР, с помощью которых строители могут выполнять работу намного быстрее и с большей эффективностью.

Профессиональная деятельность инженера информативна по содержанию, и его профессиональная деятельность так же информативна. Информационный характер труда инженера складывается под влиянием тенденций развития информационного общества, что определяет новые задачи подготовки современного специалиста технического профиля, связанные с формированием[2]:

- способности обобщения взглядов на информацию, информационные ресурсы, информационные системы, информационные технологии, информатизацию, информационное общество и место человека в нем, на отношения людей к окружающей информационной среде, а также обусловленные этими взглядами их убеждения, идеалы, принципы познания и деятельности;
- способности к потреблению и выбору информации. Сознательно избранный информационный образ жизни, информационное лидерство;
- системного взгляда на информационную среду жизни общества, умение анализировать информационную обстановку;
- готовности к поиску, освоению и использованию информации. Знаний номенклатуры информационных услуг, предлагаемых различными источниками. Умений пользования алгоритмами оптимального индивидуального поиска, использования достижений науки и техники в практической деятельности;
- рефлексивных умений по отслеживанию субъектом целей, содержания, и результатов своей профессиональной деятельности.

В процессе информатизации общества, деятельность технического вуза должна быть направлена на формирование активной личности, готовой и способной к информационной деятельности. Чтобы достичь такого уровня подготовки студентов, современный вуз должен обладать эффективной информационной средой управления доступом к информационным ресурсам и сервисам, на которые переносятся процессы, обеспечивающие непосредственно процесс обучения, что подразумевает объединение его ресурсов в единую сеть открытого образования[3,4].

Такая система управления информационными потоками вуза, как одна из составляющих инновационного образовательного пространства, создает предпосылки для атмосферы эффективного сотрудничества между различными участниками образовательного процесса (преподавателями, научными сотрудниками, студентами, работниками библиотеки и др.). Стратегической целью такого сотрудничества является, подготовка специалистов, обладающих достаточным уровнем информационной подготовки, то есть навыками и умениями непрерывного образования на протяжении всего периода профессиональной деятельности, что позволит им справляться с возрастающим информационным потоком. Такие навыки и умения являются крайне востребованными в условиях быстро меняющегося общества и окружающего мира, в котором нет ничего более постоянного, чем перемены.

Использование информационных технологий принесло огромное количество плюсов в строительную сферу. Так, например, оцифровка чертежей привнесла огромное удобство в хранении и передаче проектов, упростила огромное количество расчётов, исключая человеческий фактор, что сделало вычисления точнее.

Системы автоматизированного проектирования позволили сократить сроки выполнения работ и расчёт затрат финансов и материалов на проект ещё до его создания, что подтолкнуло науку для создания более дешёвых, но прочных материалов, качество которых (жесткость, прочность, устойчивость) тоже рассчитывалось с помощью информационных технологий.

Отдельную роль играют огромные базы данных, хранящие в себе более миллионов визуальных проектов, созданных строителями и архитекторами. Можно сказать, что

информационные технологии развязали руки проектировщикам, позволяя им представить и создать любое сооружение в виде 3D-модели, не тратя дополнительных финансов для реализации данного проекта. Теперь человек может проектировать невероятные уникальные здания и сооружения, контролируя проект с самого начала и объективно оценивая процент успешности реализации данного сооружения. Подобные базы данных находятся в открытом доступе, что позволяет многим людям воспользоваться уже готовыми чертежами и визуально оценить конечные результаты на примере созданной модели[5].

Таким образом, можно сделать вывод, что в современном мире невозможно представить сферу строительства без использования информационных технологий. Информационные имеют важное значение, выполняя огромный спектр разнообразных функций в сфере строительства, начиная с проектирования и заканчивая расчётом сметы проектируемого сооружения. Именно благодаря информационным технологиям человек смог начать воплощать в жизнь сооружения, о которых раньше никто даже не говорил, отходя от типичных «квадратных коробок», проектируя стеклянные здания с невероятными изгибами.

1. <https://fb.ru/article/440649/informatsionnyie-tehnologii-v-stroitelstve-opisanie-i-vidyi-primenenie-na-praktike>.
2. Гулякин Д.В. Информационная деятельность в процессе формирования социально-информационной компетентности будущего специалиста. В мире научных открытий. 2010. № 2-2 (8). С. 19-21.
3. Гулякин Д.В. Современный вуз как среда, реплицирующая культуру общества // Научное обозрение. Серия 2: Гуманитарные науки. – 2012. – № 6. – С. 91-95.
4. Kharchenko L., Panova I., Babaeva E., Magomedova R., Gulyakin D., Pashtaev B. Russian syndromes, impeding the development of the innovation processes in education // Life Sci J 2014; 11 (9s): 184 -187, USA, (ISSN: 1097-8135). <http://www.lifesciencesite.com>. 35.
5. <https://infourok.ru/lekcija-na-temu-informacionnye-tehnologii-v-stroitelstve-1789573.html>

Кодоева В.С., Тибилова А.Г.

Деревянный дом как экологически комфортная среда проживания

*ГАОУ «Юго-Осетинский государственный университет им.А.А.Тибилова»
(Южная Осетия, Цхинвал)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-62

Аннотация

В статье рассматривается актуальность строительства индивидуальных деревянных домов как источника благоприятного микроклимата, психологического и эмоционального комфорта. Приведен сравнительный анализ основных типов материалов для деревянного частного домостроения. Рассмотрено влияние на здоровье человека различных пород древесины.

Представлены преимущества и недостатки деревянного домостроения в сравнении с бетонными и кирпичными зданиями.

Ключевые слова: древесина, брус, бревно оцилиндрованное, экология, микроклимат, деревянный дом, строительство индивидуальных деревянных домов, строительный материал.

Abstract

The article considers the relevance of the construction of individual wooden houses as a source of favorable microclimate, psychological and emotional comfort. A comparative analysis of the main types of materials for wooden private housing construction is given. The influence of various types of wood on human health is considered.

The advantages and disadvantages of wooden housing construction in comparison with concrete and brick buildings are presented.

Keywords: wood, timber, rounded log, ecology, microclimate, wooden house, construction of individual wooden houses, building material.

В настоящее время, в эпоху участвовавших природных и техногенных катастроф, вопросы экологии, чистоты и безопасности жилища стали особенно актуальны и приобрели глобальный характер. Люди, спасаясь от экологических проблем, загрязнения воздуха, воды, химизации продуктов питания, находят выход для безопасного места проживания в индивидуальном строительстве деревянных домов.

Дерево является одним из самых популярных природных материалов, используемых для строительства жилища в течении многих веков.

Деревянный дом – здоровое жилище, вечная классика, экологическая безопасность, комфортная среда проживания. Спрос на деревянное домостроение сохранился до наших дней, особенно это касается загородных домов из деревянного бруса, которые составляют около 90% всех зданий.

Древесина отличается простотой обработки, универсальностью, способностью создавать уютный микроклимат в жилище и положительно влиять на здоровье и нервную систему проживающих в нем людей.

Деревянный дом “дышит”- за счет постоянного воздухообмена древесины с внешней средой происходит естественное регулирование температуры и влажности воздуха, тогда, как, к примеру, в кирпичных домах для создания комфортного микроклимата необходимы увлажнители и кондиционеры.

Различают 4 типа материала для деревянного частного домостроения:

- бревно рубленое;
- бревно оцилиндрованное;
- брус прямоугольный;
- клееный брус.

Бревно рубленое применяют для строительства жилых домов на протяжении многих тысячелетий. И оно по-прежнему является востребованным материалом по причине легкости в обработке (его можно изготовить самостоятельно), надежности, доступности.

Технология возведения дома из рубленого бревна заключается в следующем:

- очистка ствола от коры;
- обрубка сучков;
- формирование специальных ниш и выступов;
- соединение бревен в замок.

Существенным недостатком строительства сруба является ручной труд - каждое бревно необходимо подбирать под существующую конструкцию, то есть каждый последующий элемент подгоняется к предыдущему.

Бревно оцилиндрованное – материал, изготавливаемый в заводских условиях. При этом бревна имеют одинаковую цилиндрическую форму, что позволяет их легко собрать на строительной площадке. В результате получаем дом, удовлетворяющий современным требованиям.

Бревно оцилиндрованное обладает следующими достоинствами по сравнению с рубленным бревном:

- отсутствие дополнительной отделки;
- легкость сборки;
- минимализация ручного труда;
- меньшая стоимость.

Брус прямоугольный – относительно новый оригинальный, недорогой материал для возведения деревянного жилища, имеющий привлекательный внешний вид и внутренний простор благодаря большей (чем у домов из рубленых и оцилиндрованных бревен) полезной площади.

Себестоимость бруса прямоугольного довольно низкая. Это связано с простотой технологии изготовления – распиливанием на станке без дополнительной обработки.

Недостаток – сложность сохранения прямолинейного сечения в процессе высыхания, и, в следствие этого выпуск брусом небольшого сечения (150х150мм), так как изделия большего сечения будут подвергаться деформации.

Клееный брус – это материал, который обладает высокой прочностью, долговечностью, устойчив к изменениям формы и размеров, и, при этом размеры его четырех граней по длине идеально соответствуют нормативным.

Чтобы получить сборный брус, доски предварительно остругают, просушивают, затем склеивают твердым клеем в единое бревно, что обеспечивает минимальную усадку, низкие напряжения внутри материала, отсутствие трещин и дает возможность производить отделочные работы непосредственно после постройки дома из бруса.

Благодаря обработке материала на станках в заводских условиях (чтобы получить точную форму врезок, чаш), обеспечивается прямоугольная, а также полукруглая форма клееного бруса, которая в результате имеет неизменное сечение по длине и позволяет быстро осуществлять сборку отдельных элементов конструкций непосредственно на строительном объекте.

Очевидно, что, обладая такими преимуществами, дома из клееного бруса превосходят в цене бревна рубленные и оцилиндрованные.

В деревянном домостроении большое распространение получили каркасные дома. Они относятся к домам бюджетного типа, построены из соединенных воедино деревянных панелей, вследствие чего обеспечивается их быстрая сборка на строительной площадке. Благодаря четким ровным прямоугольным формам панелей, отделочные работы можно осуществлять непосредственно после сборки, что является явным преимуществом каркасных домов. Однако такой тип домов нельзя назвать теплым, поэтому он требует утепления.

Во все времена истории осознания своего существования на земле человек задумывался о своем здоровье и здоровье своих родных, следовательно, он всегда предпочитал проживание в идеальном доме.

На сегодняшний день таким домом является деревянный дом - ни один строительный материал невозможно сравнить с древесиной.

В нем комфортно при любом микроклимате окружающей среды. Добротный деревянный дом не только красив снаружи, но и излучает приятный аромат и обладает невероятно полезным лечебным эффектом, дарит покой и умиротворение, успокаивает нервную систему человека.

Именно влияние антибактериальных свойств эфирных масел и фитонцидов древесины на здоровье человека является определяющим фактором для проживания в нем.

В деревянном доме человек ежедневно ощущает здоровое легкое дыхание благодаря естественной циркуляции воздуха внутрь помещения.

В домах же из кирпича и железобетона необходимы устройства для искусственной вентиляции воздуха.

Известно, что древесина обладает антистатическими свойствами и не притягивает к себе пыль, а вещества, которые она выделяет, уничтожают микроорганизмы в воздухе. Поэтому воздух в деревянном доме очень чистый, что крайне важно для людей, страдающих от аллергии.

Что же касается степени влажности внутри помещения, то благодаря природным показателям древесины в доме всегда сохраняется благоприятный уровень микроклимата для комфортного самочувствия (влажность 45–55%).

Определяющим критерием для хорошего самочувствия человека в деревянном доме является сорт древесины.

Наши предки настолько ценили дерево, что некоторые породы они считали целебными. Дома же преимущественно строили из сосны, ели, кедра, лиственницы или дуба. Вдыхая запахи эфирных масел и фитонцидов, человек восстанавливает силы после тяжелого рабочего дня и быстрее выздоравливает после болезни.

Сосна. Сосна – самое распространенное, вечнозеленое хвойное дерево, символ долгой здоровой жизни, известное с давних времен своим невероятным оздоравливающим эффектом. Даже после распиловки сосна сохраняет свои лучшие качества.

Для строительства пригодны лишь те виды сосен, которые произрастают в северных широтах, ведь чем севернее дерево, тем оно имеет большую прочность, более высокую плотность и меньшую усадку.

Сосна имеет ряд преимуществ, благотворно влияющих на здоровье и долголетие человека:

- устойчивость к поражению насекомыми, гниению, плесени благодаря природной смоле;
- устойчивость к изгибу и деформации;
- повышенная вязкость;
- легко поддается обработке;
- малая масса, легкость (по сравнению с другими породами древесины);
- высокая прочность на сжатие и изгиб;
- отсутствие трещин при высушивании;
- наружная красота и эстетичность материала;
- экологическая чистота, приятный запах и гипоаллергенность;
- низкая стоимость.

Конечно, как и всякий материал, сосна имеет недостатки:

- самовозгораемость;
- выделение смолы при нагреве;
- трудность окрашивания и пропитки антисептиками в связи с наличием смолы.

Что касается благоприятного воздействия на здоровье человека, то в доме, построенном из сосновой древесины невероятно свежий, чистый воздух с приятным запахом. Фитонциды сосны не только убивают бактерии и вирусы в воздухе, но и позволяют легко дышать, что в конечном итоге укрепляет здоровье человека.

Ель. Еловая древесина – достаточно распространенный строительный материал. Благодаря своей энергии ель своими целебными качествами поднимает иммунитет, продлевает жизнь.

Несмотря на большую гибкость по сравнению с сосной, ель имеет меньшую плотность, большую хрупкость, хуже поддается обработке, имеет множество сучков и каналов для смолы.

В доме из ели человек чувствует себя еще более комфортнее, чем в доме из сосны. Благодаря фитонцидам, в таких домах чистейший приятный воздух, ощущается необычная бодрость духа и покой, прилив жизненных сил.

Кедр – высокоэкологичный строительный материал, характеризующийся ценными свойствами для здоровья. Дом из кедра выделяет фитонциды, которые убивают болезнетворные микроорганизмы.

Легенды о кедре из глубины веков рассказывают о том, что это дерево славится щедростью, дарит нуждающимся здоровье, поэтому оно является деревом-лекарем-фармацевтом благодаря наибольшему содержанию антисептиков, что крайне положительно влияет на физическое, эмоциональное и психологическое состояние человека.

Особенно часто кедр используется при отделке бань. Воздух в этих помещениях стерилен. Несмотря на высокую влажность влаго- и теплолюбивые грибки и бактерии погибают в микроклимате кедра.

Лиственница. Лиственница – обладает высокими экологическими, а также практическими свойствами:

- выделяет антиоксиданты, замедляя старение и продлевая жизнь;
- обладает водоотталкивающими свойствами;

- выдерживает различные нагрузки;
- меньше подвержена гниению, и воздействию микроорганизмов;
- не нуждается в дополнительной обработке;
- применяют для полов (терраса) и ключевых элементов конструкции.

Дуб. Дуб – энергетически сильное, мощное дерево с таким необычным химическим составом элементов, которые благотворно воздействуют на организм человека.

Наиболее ценится древесина северных районов.

Дуб ценится за такие качества как:

- твердость;
- прочность;
- долговечность;
- устойчивость к гниению;
- хорошие тепловые свойства (зимой- тепло, летом- прохладно);
- отличные эстетические показатели.

Высокая стоимость дуба совершенно не портит его показатели, за которые его так ценят.

Кроме вышеперечисленных пород древесины положительно на здоровье человека влияют также пихта, осина, ольха, которые не так часто используются, тем не менее они имеют достаточно много положительных свойств для использования их при строительстве или отделке помещений.

Смола древесины любой породы имеет важное значение. На поверхности со временем появляются потеки и следы от нее. Благодаря смоле деревянный дом прослужит долго, а дерево будет выделять капли живительной жидкости, которые через годы превратятся в янтарь.

Древесина любой породы намного благоприятнее для здоровья человека, чем искусственные строительные материалы, получаемые промышленным способом.

К основным преимуществам деревянных домов относятся:

1. Привлекательный внешний вид. Если домам из других строительных материалов для придания презентабельного вида требуется наружная отделка (что требует финансовых и временных затрат), то фасад деревянного дома внешне достаточно эстетичен и сохраняет естественный внешний вид благодаря современным технологиям обработки древесины специальными пропитками и покрытия несколькими слоями лака.
2. Невысокие временные затраты. Время на возведение деревянного дома из бруса значительно меньше, чем временные затраты на строительство кирпичного или бетонного строения таких же размеров. Срок строительства деревянного дома сокращается и за счет его легковесности - при его возведении не требуется слишком большой фундамент.
3. Экологическая чистота. Дерево по экологической безопасности вне конкуренции в сравнении с другими строительными материалами.

С деревом по экологической безопасности не может конкурировать ни один строительный материал.

Древесина – возобновляемый материал, единственный природный строительный материал, объем которого возрастает. Вред от вырубki леса для окружающей среды минимален. Используя древесину можно сократить потребление невозобновляющихся ресурсов.

Кроме того, процесс обработки древесины безотходен - опилки и стружка используются для создания строительных и отделочных материалов, а процесс переработки не наносит окружающей среде никакого ущерба.

4. Тепло- и звукоизоляция. Деревянные постройки лучше кирпичных или бетонных сохраняют тепло внутри себя, а также не пропускают звук. На утепление такого жилища требуется гораздо меньше материала.
5. Прочность конструкции. Высокая устойчивость деревянных конструкций к нагрузкам, объясняемая эластичностью материала, позволяет зданию переносить колебания грунта и усадку, тогда как здания из бетонных или кирпичных конструкций при таких же напряженных состояниях не выдерживают и дают трещины.
6. Универсальность - возможность разобрать деревянный дом, перенести его в другое место и собрать в первоначальном виде, в то же время здания из других строительных материалов лишены этой возможности.
7. Психологический комфорт. Аромат древесины хвойных пород снимает стресс (являясь своего рода антидепрессантом), повышает настроение, способствует глубокому сну.

При строительстве деревянных домов необходимо учитывать и ряд их недостатков.

1. Недолговечность. По длительности эксплуатации (40-50 лет) деревянные дома уступают зданиям из кирпича и природного камня в связи с подверженностью древесины гниению (из-за неспособности противостоять воздействию влаги), растрескиванию, короблению. Для увеличения срока службы деревянных построек, их защиты от увлажнения, насекомых и грызунов, древесину обрабатывают антисептическими растворами, покрывают лакокрасочными материалами. Данные конструктивные меры защиты древесины требуют периодических финансовых затрат в процессе эксплуатации.
2. Пожароопасность. Древесина легко воспламеняется и хорошо горит. Чтобы снизить риск возгорания деревянного строения, необходимо использовать специальные меры защиты (обработка противопожарными пропитками). Но даже в этом случае полностью исключить возникновение пожара и обезопасить деревянное жилище невозможно. Это является одним из главных недостатков деревянного домостроения.
3. Усадка. Несмотря на гибкость и эластичность деревянного дома, любое здание из дерева в течение года подвержено процессу усадки, в период которого нельзя заниматься отделочными и столярными работами.
4. Высокая стоимость. Стоимость деревянного дома зависит от качества и породы древесины. Качественная древесина стоит на порядок дороже, чем кирпич или железобетон. В настоящее время наиболее оптимальным вариантом для строительства деревянного дома является клееный брус, но и его стоимость довольно высока.

Выводы.

Дерево - уникальный природный строительный материал, который способствует:

- установлению оптимального баланса влаги и тепла в доме;
- созданию благоприятного микроклимата;
- насыщению смолами и эфирными маслами;
- приобретению воздухом в помещении антисептических свойств;
- психологическому и эмоциональному комфорту.

Несмотря на имеющиеся минусы дерева, все большее количество жителей современных городов покидают свои «каменные джунгли» и поселяются в деревянных домах. Ведь дом из натурального дерева – настоящий оазис для комфортного проживания человека.

1. Щеголева Э.В. Экологическое строительство с применением древесины в качестве основного строительного материала / Щеголева Э.В. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Инновации в строительстве. 2017. № С. 142-149.
2. Преимущества деревянных домов: подробный обзор строительных материалов. [Электронный ресурс] – <https://www.stroy-kotedj.ru/blog/preimushchestva-derevyannykh-domov/> (дата обращения: 11.09.2021)
3. Плюсы и минусы деревянного дома. [Электронный ресурс] – <https://stroyka-gid.ru/building/plyusyi-i-minusyi-derevyannogo-doma.html> (дата обращения: 11.09.2021).
4. Экология деревянного дома. [Электронный ресурс] – lesprominform.ru/jarticles.html?id=4709 (дата обращения: 11.09.2021).

Маковецкий А.А., Гулякин Д.В.
Виртуальная реальность в архитектуре

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-63

Аннотация

Виртуальная реальность (VR) – это созданное техническими средствами пространство, передаваемое человеку через его ощущения: слух, зрение и осязание.

Актуальность выбранной мною темы обуславливается тем, что с развитием технологий, человеку открываются новые возможности для создания архитектурных проектов, позволяющих эффектно представить будущее здание.

Ключевые слова: архитектура, строительство, информационные технологии, виртуальная реальность.

Abstract

Virtual reality is a space created by technical means, transmitted to a person through his sensations: hearing, sight and touch.

The relevance of the topic I have chosen is due to the fact that with the development of technology, new opportunities open up for a person to create architectural projects that will effectively represent the future building.

Keywords: architecture, construction, information technology, virtual reality.

Архитектура, в каком-то смысле, сама виртуальна – она соединяет виртуальное воображение, представленное человеком, с реальностью. Искусственный мир меняет устоявшиеся взгляды на архитектуру, создавая предпосылки для формирования нового, с использованием технологий виртуальных пространств. Киберархитектура – это ничто иное, как искусственно созданный мир, называемый киберпространством. Известный архитектор и урбанист Майкл Бенедикт дал определение киберпространству: «Это пронизанная сетями, порожденная, поддерживаемая и воспринимаемая компьютером искусственная или виртуальная реальность, доступная при наличии технических средств где угодно, кому угодно и когда угодно. Она собирает и хранит информацию, постоянно углубляется и расширяется с поступлением новых данных – с каждым новым словом или образом, фактом или мыслью»[1-3].

С появлением приложений виртуальной реальности стало легче представлять объекты, которые только находится в разработке. В будущем VR технологии станут не только частью презентации проекта, но и важным элементом успешного проектирования.

Архитекторы и проектировщики часто используют 3D рендеринг, чтобы передать концепцию для выбранного пространства в проекте, но даже эти подходы не могут эффективно передавать идеи клиентам.

Поэтому технология виртуальной реальности позволяет дизайнерам и архитекторам лучше раскрыть свой потенциал. Начиная с первых концептов проекта, до совместной работы над ним, VR предоставляет возможность презентовать идею действительно лучше, чем любая другая среда[4].

Погружающая технология помещает пользователей в полностью интерактивную трехмерное пространство и дает им возможность исследовать виртуальное представление дизайна конкретной комнаты, этажа или здания в целом.

Традиционные объемные модели вполне неплохо работают с визуализацией, но, они даже приблизительно не могут предоставить те возможности и эффект, которая даёт виртуальная реальность в архитектуре. Главные преимущества использования этой технологии: более лучшая точность в выборе объемно-пространственных решений, легко исследовать будущую локацию для строительства, облегчает оценку интерьера и экстерьера[5, 6].

Виртуальная реальность в архитектуре позволяет увидеть, как то или иное решение будет смотреться в комплексе с остальными компонентами проекта. Клиент сможет самостоятельно убедиться в правильности сделанного решения и это сильно экономит время и нервы. Любые идеи, поправки, замечания по проекту можно визуализировать и в деталях рассмотреть, избавившись от массы сложных, малоприятных рабочих моментов.

Далее приводим некоторые из программ виртуальной реальности для архитектуры.

NVIDIA Holodeck

NVIDIA Holodeck - это современная платформа, созданная специально для работы архитекторов, дизайнеров и автомобилестроителей в виртуальной реальности. Одна из важнейших особенностей программы – фотореалистичность. В проект можно перенести полностью детализированные, проработанные до мелочей 3D-модели. С помощью специальных шлемов, архитектор и заказчик могут обсудить детали проекта, смотря на его прототип в натуральную величину.

Во время работы над проектом инженеры разрабатывают идею, планируют проект, создают модель, тестируют ее и проводят необходимые для улучшения взаимодействия. Благодаря Holodeck возможно визуализировать модели, взаимодействовать с ними в трудовом коллективе и оценивать их. Эти действия позволяют гарантировать эффективность и безопасность проекта.

Euescal VR

Ещё одно приложение, в котором архитекторы, дизайнеры и специалисты по ландшафту смогут воссоздавать проекты - Euescal VR. Программа унифицирована и подходит как для создания ландшафтов, так и для проектирования интерьеров. Она позволяет быстро воссоздать в виртуальной реальности определённые локации. В настоящий момент программу применяют для фотореалистичного моделирования. Euescal VR PRO 2020 - это новое, простое, интуитивно понятное и быстрое программное обеспечение для архитектурной визуализации, оснащенное механизмом рендеринга в реальном времени; в нем есть все функции, полезные для архитектурного представления, такие как создание ландшафта, анимированные движения, анимированные трехмерные люди и многое другое. В Euescal VR PRO можно управлять материалами PBR (программа автоматически создает текстуры для карт нормалей и каналов карты отражений), импортировать высококачественные объекты мебели из библиотеки, управлять источниками света и всеми аспектами, связанными с визуализацией. Функция трассировки лучей в реальном времени позволяет Euescal VR PRO мгновенно вычислять свет и, прежде всего, физически.

Euescal VR PRO также может позволить правильно изучить окружающее освещение проекта на любом этапе года и дня, просто указав координаты проекта. Также возможно моделировать все времена года и изменения погоды.

В Euescal VR PRO также можно в простой форме поделиться настоящим реалистичным панорамным туром на 360 ° через веб-ссылку, созданную благодаря новому

EYESCAD 360, инструменту, который позволяет создавать несколько визуализаций фотосферы, которые можно просматривать как со смартфона и ПК.

Calvin

Программа Calvin (Collaborative Architectural Layout Via Immersive Navigation), применяется для проверки возможностей виртуальной реальности в проектировании сооружений и в совместной работе с визуальными объектами. В данном приложении виртуальная реальность служит не только для визуализации проектов, но и для создания многочисленных перспективных планов.

Таким образом, на данном этапе информационной индустрии, получены возможности виртуальной реальности в проектировании зданий и в совместной работе с визуальными объектами. Архитекторы получили программные средства, которые позволяют им применять при проектировании технологию виртуальной реальности.

1. Harris, Laurence R.; Jenkin, Michael R. M. (2011). Vision in 3D Environments. Cambridge, UK: Cambridge University Press. p. 311.
2. Ervin, Garip; Banu, Garip, S. (2021). Handbook of Research on Methodologies for Design and Production Practices in Interior Architecture. Hershey, PA: IGI Global. p. 396.
3. Kharchenko L., Panova I., Babaeva E., Magomedova R., Gulyakin D., Pashtae V. Russian syndromes, impeding the development of the innovation processes in education // Life Sci J 2014; 11 (9s): 184 -187, USA, (ISSN: 1097-8135). <http://www.lifesciencesite.com>. 35.
4. Гулякин Д.В. Современный вуз как среда, реплицирующая культуру общества // Научное обозрение. Серия 2: Гуманитарные науки. – 2012. – № 6. – С. 91-95.
5. Gisi, M. A., and Sacchi, C. "Co-CAD: A Collaborative Mechanical CAD System", PRESENCE, MIT Press, Vol. 3, No. 4, Fall 1994, pp. 341-350.
6. Greenberg, S., and Marwood, D. "Real Time Groupware as a Distributed System: Concurrency Control and its Effect on the Interface", CSCW 94, ACM, 1994, pp. 207-217.

Панченко Н.М.

К вопросу оценки качества функционирования технологических процессов в строительстве через их производительность и сроки выполнения работ

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-64

Аннотация

Понятие «качество» является философской категорией, оно сложно и многогранно. Множество работ российских и зарубежных учёных посвящено проблемам качества выпускаемой продукции, оказываемых услуг, жизненного цикла продукции и т.д. В данной статье затрагиваются вопросы оценки качества строительной продукции и функционирования производственных процессов. Качество строительной продукции зависит от качества функционирования производственного процесса в результате которого она создаётся и закладывается ещё на стадии проектирования этого процесса. Качество является относительной величиной и оценить его в абсолютных единицах невозможно. Но для качественного сравнения функционирования технологических процессов возможно использовать такие показатели, как производительность процесса, сроки выполнения работ, себестоимость, механовооруженность и др. Все эти показатели отображают надёжность функционирования производственного процесса, взаимосвязаны между собой и могут служить показателями качества функционирования технологических процессов в строительстве.

Ключевые слова: качество, показатели качества, производительность, надёжность, большая система, технология, строительный процесс, себестоимость.

Abstract

The concept of "quality" is a complex and multifaceted philosophical category. A lot of researches of Russian and foreign scientists are devoted to the problems of the quality of products,

services provided, the life cycle of products, etc. This article deals with the issues of assessing the quality of construction products and production processes. The quality of construction products depends on the quality of the production process and is a result of the design stage. Quality is a relative quantity and it is impossible to evaluate it in absolute units, but for a comparison of the technological processes functioning, it is possible to use such indicators as: process productivity, work completion time, cost, mechanical strength, etc. All these indicators reflect the reliability of the production process and are interconnected with each other.

Keywords: quality, quality indicators, productivity, reliability, large system, technology, construction process, cost price.

Качество – это сложное комплексное понятие, которое опирается на ряд таких понятий, как: «свойство», «упорядоченность», «структура», «количество», «система», «устойчивость», «целостность», «надёжность» и другие. Предметом исследования в теории качества являются следующие категории:

- факторы формирования качества;
- устойчивость показателей качества в процессе эксплуатации;
- измерение и оценка качества;
- надёжность элементов составляющих большую систему и др.

Теория качества рассматривает категорию «качество» в различных аспектах: технических, экономических, социальных и в их единстве [1]. Развитию теории качества посвящены работы таких отечественных учёных, как Атаев С.С., Бусленко Н.П., Гусаков А.А., Монфред Ю.Б., Неснов В.И. и др. Большинство работ в данной области затрагивают вопросы исследования свойств качества продукции потребления и лишь отдельные из них качеству строительного производства [2], [3], [4].

Качество продукции строительного производства напрямую зависит от качества функционирования технологического строительного процесса. Под качеством функционирования технологического строительного процесса будем понимать совокупность свойств этого процесса, благодаря которым, возникает возможность создания строительной продукции с заданной надёжностью, в необходимом количестве и в соответствии с уровнем научно-технического прогресса (НТП). Основы качества функционирования технологического строительного процесса должны быть заложены на стадии проектирования и поддерживаться в процессе непосредственного функционирования строительного процесса. Именно на стадии проектирования определяется технологичность процессов, которая является основным фактором, влияющим на качество и количество выпускаемой продукции [5].

Технология, применяемая в процессе строительства, оказывает серьёзное влияние на количественный состав рабочих и единиц техники занятых в данном процессе, на квалификацию рабочих и расположение техники, а следовательно, и на структуру трудозатрат, приходящихся на единицу готовой продукции. Технологию производства работ необходимо выбирать исходя из типа выпускаемой строительной продукции и в соответствии с уровнем НТП для того, чтобы обеспечить выпуск продукции заданного качества. Это достигается путём правильного выбора эксплуатационных характеристик строительных машин и схем структурно-технологической компоновки производственного процесса.

Понятие «качество» для любой продукции или процесса имеет определённые границы, за пределами которого уже существует «качество» иного рода, то есть любые показатели качества могут быть измерены в пределах неких границ, то есть иметь количественную оценку [4]. Для того, чтобы оценить качество функционирования строительных процессов с количественной стороны, необходимо обратиться к таким признакам функционирования строительных процессов, как: соответствие применяемой технологии уровню развития используемой в ней техники, надёжность и долговечность процесса, количество и уровень квалификации занятых в процессе рабочих и др. Качество –

это относительная величина, поэтому и оценить её в абсолютных единицах невозможно. Но для качественного сравнения технологий функционирования строительных процессов возможно использовать такие показатели, как: производительность, сроки выполнения работ, себестоимость, механовооруженность и др. [6].

Под производительностью строительного процесса следует понимать количество доброкачественной продукции, создаваемой им при функционировании в единицу времени. Производительность строительного процесса зависит главным образом от уровня технического развития отрасли, которым в свою очередь, определяется выбор технологий и технических средств, применяемых в процессе строительства. Иными словами, производительность строительного процесса зависит от качества применяемых технологий. В оценке качества применяемых технологий производительность процесса является сравнительной величиной, которая характеризует качество в численных натуральных показателях. Все остальные показатели качества функционирования строительных процессов характеризуют его опосредованно, через производительность. Поэтому производительность процесса можно считать одним из основных показателей качества его функционирования.

Технология строительного процесса определяет его структуру и соответствие уровню развития техники, а надёжность процесса определяет совместное действие технологии и техники [7]. Любой строительный процесс состоит из определённого конечного числа операций, которые соединены между собой в определённой последовательности. Элементы человеко-технологических систем (ЧТС) могут иметь между собой последовательное, параллельное или смешанное соединения. Благодаря этому любой технологический процесс в области строительства следует рассматривать, как сложную большую систему, элементы которой работают, отказывают и восстанавливаются по-своему. Поэтому надёжность процессов отображает одновременное действие множества факторов и является показателем качества функционирования строительных процессов. Надёжность функционирования строительных процессов напрямую связана с их производительностью. Для исследования специфики оценки надёжности функционирования строительных процессов необходимо использовать математический аппарат теории решения больших систем, который достаточно хорошо разработан отечественными и зарубежными учёными [3].

Сроки производства работ и себестоимость произведённой строительной продукции напрямую связаны с производительностью функционирующего процесса и зависят от изменения производительности данного процесса. При снижении производительности как результат получаем увеличение сроков производства работ и себестоимости строительной продукции, при повышении производительности, наоборот, сокращение сроков производства работ и снижение себестоимости строительной продукции [8]. Поэтому, срок производства работ и себестоимость строительной продукции, как и производительность процесса, являются показателями качества функционирования технологических процессов в строительстве.

1. Неснов В.И. Бизнес и политика в теории эргатических систем. СПб. 2000. 142с.
2. Гусаков А.А. Системотехника строительства. М., Стройиздат. 1993. 440с.
3. Гусаков А.А., Монфред Ю.Б., Прыкин Б.В. Моделирование организационно-технологической надёжности строительства. М., SVR-Аргус, 1994. 472 с.
4. Губинский А.И. Надёжность и качество функционирования эргатических систем. Л., Наука. 1982. 262с.
5. Рогонский В. А., Воронин В. М. Строительные катастрофы СПб.: Стройиздат СПб., 2001. - 157 с.
6. Панченко Н.М. Методологические основы комплексного проектирования сложных строительных процессов (на примере производства земляных работ). Автореферат диссертации. СПб., 1999. 25 с.
7. Панченко Н.М. К вопросу выбора комплекта строительной техники при производстве земляных работ. Вопросы образования и науки. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 30 июня 2020 г. Часть 1. Тамбов 2020. Стр. 85-87
8. Панченко Н.М. К проблеме надёжности строительных процессов и путям её решения. Наука, образование, общество. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 29 февраля 2016 г. Часть 2 Тамбов 2016. Стр. 86-88

Селиверстов А.А.**Проект и реализация малой архитектурной формы для детского сада города
Петрозаводска***ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
(Россия, Петрозаводск)**doi: 10.18411/trnio-10-2021-65***Аннотация**

В статье сообщается об участии студентов Института лесных, горных и строительных наук в проектной деятельности. Разрабатываются проекты для объектов ландшафтной архитектуры, которые способствуют развитию универсальных и профессиональных компетенций у студентов.

Ключевые слова: проектная деятельность, объект ландшафтной архитектуры, технологии.

Abstract

The article reports on the work of students of the Institute of Forestry, Mining and Construction Sciences in project activities. Is developing projects for landscape architecture objects which contribute to the development of universal and professional competencies in students.

Keywords: project activities, landscape architecture object, technology's.

Обучающиеся Института лесных, горных и строительных наук (ИЛГСН) по направлению подготовка бакалавриата «Ландшафтная архитектура» (профиль «Ландшафтное проектирование и дизайн») по дисциплине «Компьютерное проектирование» принимают активное участие в проектной деятельности по разработке отдельных элементов проекта для объекта ландшафтной архитектуры (парков, дворовых территорий, школьных участков) [1], [3], [4].

Такая организация в обучении способствует развитию специфических умений и навыков проектирования у студентов. Например, обучающимся предоставляется возможность самостоятельного выбора оптимальных методов и средств разработки отдельных элементов и фрагментов объекта ландшафтной архитектуры (в т.ч., с помощью компьютерных программ «AutoCAD», «Autodesk 3DS Max», «SketchUp» или др.). Для работы определяются необходимые материалы и технологии при строительстве объектов ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства [2]. При этом преподаватель выступает в качестве руководителя в решении конкретных задач проекта. Одним из примеров реализованной на практике работы служит реализация малой архитектурной формы для скейт-парка на стадионе «Юность» в городе Петрозаводск, осень 2020 года (рисунок 1) [4].

Рисунок 1. Полукруглая скамейка

Одна из проектных работ студентов была посвящена реализации малых архитектурных форм для детского сада города Петрозаводска весной 2021 года (рисунок 2).

Рисунок 2. Размещение скамейки (юго-западная солнечная зона у входа в здание)

Для размещения малых архитектурных форм проводилось необходимое обследование элементов ландшафта. Было запланировано изучение ассортимента цветочных растений с последующим переносом цветника (рисунок 3).

Рисунок 3. Цветник

Разработка трехмерной модели скамейки выполнялась в среде программы моделирования «Autodesk 3DS Max» с учетом последующего изготовления технологичной модульной конструкции. Затем в процессе изготовления скамейки студенты ознакомились со слесарными, сварочными, плотницкими и покрасочными работами [4].

Перед установкой скамейки студентами выполнялись планировочные и земляные работы, включающие подготовку основания для размещения скамейки и посадку растений, а именно, туя западная «*Thuja occidentalis Little Gem*» и можжевельник казацкий «*Juniperus sabina*».

На конференции обучающихся и молодых ученых ИЛГСН на секции "Ландшафтная архитектура и лесное дело", студенты представили результаты решения конкретной задачи проекта.

Таким образом, все это способствует формированию у обучающихся универсальных и профессиональных компетенций по направлению обучения.

1. Ольхин Ю.В. Малые архитектурные формы в композиции ландшафтного дизайна, озеленения и благоустройства общественных пространств [Электронный ресурс] / Ю.В. Ольхин, А.А. Селиверстов // "Тенденции развития науки и образования". – Самара, 2018. – №42. Часть 4. – С.88–91.
2. Ольхин Ю.В. Мой красивый двор. Ландшафтно-планировочная организация территорий жилой застройки [Электронный ресурс] / Ю.В. Ольхин, О.И. Гаврилова. Петрозаводск : ШКИБЦ, 2017. – Режим доступа: http://skbic.ru/file.php/id/f5687-file-original.pdf/name/Ольхин_Ландшафтное%20обустройство%20развороты.pdf
3. Селиверстов А.А. Опыт создания объектов малой архитектурной формы на территории ПетрГУ . 2-я Международная научная конференция перспективных разработок молодых ученых «Наука молодых – будущее России». Сборник научных статей 13–14 декабря 2017 года / А.А. Селиверстов, Д.В. Рожин // «Университетская книга». – Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ), г. Курск, 2017. – Т.4. – С.180–183.
4. Селиверстов А.А. Проект и реализация малой архитектурной формы для Скейт-парка города Петрозаводска / А.А. Селиверстов, С.Н. Перский, И.В. Симонова // Повышение эффективности лесного комплекса : материалы Седьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием . – Петрозаводск, 2021. – С.170–171.

РАЗДЕЛ XI. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Каплин Д.П.

Новые технологии энергосбережения в тепло- и водоснабжении в административных зданиях

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-66

Научный руководитель: Кузнецова А.Э.

Аннотация

Цель статьи – изучить современные технологии, которые используются в энергосбережении тепло или водоснабжения административных зданий. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: изучить имеющийся материал по данной тематике; перечислить основные мероприятия, которые могут быть проведены в сфере энергосбережения административных зданий; рассмотреть современные технологии, применяемые в энергосбережении тепло и водоснабжения административных зданий. Для решения поставленных задач в статье использованы такие методы, как анализ, синтез, описание, обобщение. В заключение работы отмечается, что в условиях климатических поясов Российской Федерации многие современные инновационные энергосберегающие технологии, применяемые в административных зданиях, пока что не могут рассматриваться в качестве реальной альтернативы традиционной энергетике.

Ключевые слова: энергосбережение, технология, Российская Федерация, административное здание, теплоснабжение, водоснабжение.

Abstract

The purpose of the article is to study modern technologies that are used in energy saving, heat or water supply of office buildings. To achieve this goal, the following tasks were solved: to study the available material on this topic; list the main activities that can be carried out in the field of energy saving of administrative buildings; consider modern technologies used in energy saving, heat and water supply of office buildings. To solve the set tasks, the article uses methods such as analysis, synthesis, description, generalization. In conclusion, the work notes that in the climatic zones of the Russian Federation, many modern innovative energy-saving technologies used in administrative buildings cannot yet be considered as a real alternative to traditional energy.

Keywords: energy saving, technology, Russian Federation, administrative building, heat supply, water supply.

Наиболее эффективным направлением научно-технического прогресса и средством активизации структурной перестройки экономики, фактором долговременного действия является энергосбережение. С каждым годом в мире все более остро обсуждается проблема энергосбережения [1], о которой можно услышать в настоящее время из всевозможных информационных источников (интернет, СМИ, газеты и т.д.).

Эта тематика будет являться актуальной еще на протяжении достаточно большого количества лет, поскольку с каждым годом появляются все новые современные технологии, которые могут быть с успехом использованы для решения вопросов энергосбережения. Постоянно ужесточающиеся требования, которые предъявляются как к уже эксплуатируемым, так и еще строящимся сооружениям (в том числе административным зданиям), заставляют ежегодно осуществлять поиски наиболее эффективных вариантов для энергосбережения.

К числу основных систем, в которых обязательно должны внедряться современные технологии энергосбережения, относятся теплоснабжение и водоснабжение. В связи с вышесказанным можно с уверенностью сказать, что изучение вопросов, которые касаются современных технологий, которые используются в энергосбережении тепло или водоснабжения административных зданий, является весьма актуальным в настоящее время.

Энергоэффективность здания зависит от объёма утечки тепла через двери и оконные проёмы. Чтобы его снизить, следует:

- заделать, уплотнить и утеплить входные двери подъездов, установить систему автоматического закрывания дверей;
- установить двери и заслонки в проёмах подвальных помещений;
- установить двери и заслонки в проёмах чердачных помещений;
- заделать и уплотнить окна в подъездах.

Для улучшения качества системы отопления и горячего водоснабжения Минстрой РФ советует по возможности установить индивидуальный тепловой пункт – пластинчатый теплообменник отопления и оборудование для автоматического регулирования расхода, температуры и давления в системе отопления.

Кроме того, вместо старых трубопроводов можно поставить современные предизолированные и заменить арматуру. На энергоэффективность здания влияет теплоизоляция внутридомовых инженерных сетей теплоснабжения и ГВС в подвале и на чердаке. Поэтому можно заменить там теплоизоляционные материалы - установить современные в виде скорлуп и цилиндров.

Таким же образом можно улучшить теплоизоляцию внутридомовых трубопроводов системы отопления и внутридомовых трубопроводов системы ГВС. Чтобы создать комфортную температуру в помещениях, следует поставить терморегуляторы и запорные вентили на радиаторах. Для рециркуляции воды в системе ГВС, что поможет экономить тепловую энергию, подойдёт циркуляционный насос, автоматика, ремонт трубопроводов.

Управляющим организациям необходимо тщательнее следить за состоянием трубопроводов – при возможности установить современные пластиковые трубопроводы и арматуру. Это потребует немалого денежного вложения, но одновременно:

- увеличит срок службы трубопроводов;
- снизит риск утечек воды;
- уменьшит количество аварий;
- поможет рационально расходовать тепло и воду [2].

Чтобы снизить потери энергии через окна и научиться рационально расходовать тепловую энергию, можно провести следующие дополнительные мероприятия для дверных и оконных конструкций:

- установить теплоотражающие плёнки на окна в помещениях общего пользования;
- заменить стекла на окнах в помещениях общего пользования на энергосберегающие;
- вставить в окна стеклопакеты с повышенным термическим сопротивлением, таким образом повысив теплозащиту окон и балконов до действующих нормативов в помещениях общего пользования [2].

Повысить теплозащиту пола и стен подвала до действующих нормативов помогут тепло-, водо- и пароизоляционные материалы. С их же помощью можно утеплить пол чердака, наружные стены и крышу до действующих нормативов и выше. Установка современных стеклопакетов и пластиковых и алюминиевых конструкций существенно повысит теплозащиту оконных и балконных дверных блоков и теплотехническую однородность балконов и лоджий.

В качестве нетрадиционных источников энергии можно использовать:

- тепловые насосы;

- первую ступень приготовления горячей воды за счёт утилизации тепла вентиляционных выбросов – тепловые насосы, рекуператоры;
- гибридную систему ГВС с аккумулированием тепла и тепловыми насосами, которые используют тепло грунта и вентиляционных выбросов;
- гибридную систему ГВС, работающую на солнечных коллекторах воды [2].

Рассмотрим современные технологии энергосбережения, которые могут быть использованы в тепло или водоснабжении административных зданий. Немецкая компания SMBlu разработала и запустила в производство органическую батарею. Основа батареи – углерод. Основные преимущества органической углеродной батареи:

- экологичность – в батарее не используется тяжелая химия;
- масштабируемость – батарею можно делать любого размера – от мини батарей для домашнего использования до мега батарей для крупных предприятий;
- скорость зарядки и дешевизна [3].

Компания Epishine производит датчики, которые могут заряжаться от солнечного света или даже от света, попадающего на них от системы освещения. В настоящее время все больше датчиков используется для контроля разного рода умных систем и приборов.

Компания Хемпер из Украины производит утеплитель из смеси технической конопли и извести. Утеплитель на 100% сделан из природных, экологически чистых материалов и имеет очень низкий коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,6 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Компания Kraftblock производит высокоэффективные батареи для хранения тепловой энергии. Тепло, которое сбрасывается в атмосферу в ходе производственных процессов, улавливается термическим блоком и может быть использовано повторно на самом производстве или использоваться для производства электроэнергии. Основные преимущества термического блока заключается в том, что:

- он может хранить большое количество энергии на единицу объема;
- температура до 1300°C ;
- длительное время хранения [3].

Компания Pyro-E производит зарядки для сенсоров, которые могут подзаряжаться от вибрации зданий, транспорта, трубопроводов и любых других объектов. Любой низкочастотной вибрации достаточно для зарядки этих мини батарей. Мини батарея заряжается и передает энергию сенсору. Сенсор, в свою очередь, может работать полностью автономно и не требует дополнительных источников питания. Эта технология дает возможность устанавливать автономные сенсоры в любых труднодоступных местах – на транспорте, подземных трубопроводах, под водой, в зданиях.

Компания Solcold разработала краску-покрытие, которая может охлаждать поверхность под воздействием солнечного света. Данная энергосберегающая технология очень актуальна для жарких, солнечных регионов. Краска, разработанная Solcold, отражает часть солнечной энергии, а часть использует для охлаждения объекта. Охлаждающая краска поможет значительно снизить затраты электроэнергии на кондиционирование, а в будущем, возможно, вообще отказаться от систем охлаждения в зданиях [4].

В заключение работы хотелось бы особенно отметить, что в условиях климатических поясов Российской Федерации многие современные инновационные энергосберегающие технологии, применяемые в административных зданиях, пока что не могут рассматриваться в качестве реальной альтернативы традиционной энергетике.

1. Чуйкова, О.А. Проблемы энергосбережения в России / О.А. Чуйкова. – Омск, 2014. – 36 с.
2. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261 (ред. от 11.06.2021) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Текст]. – М.: КонсультантПлюс, 2021. – 40 с.
3. Новейшие технологии энергосбережения [Электронный ресурс]. Свободный доступ: <https://energo-audit.com/tehnologii-energoberezenia> (дата обращения - 05.09.2021 г.).
4. Ливинский, П.А. Реализация программ энергосбережения в Москве: проблемы и пути решения [Текст] / П.А. Ливинский // Энергосбережение. – 2014. - № 2. – С. 4-8.

Суфиянов Р.Ш.

Проблемы образования и использования фосфогипса

Бронницкий филиал ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»
(Россия, Бронницы)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-67

Аннотация

При производстве фосфорных удобрений образуется фосфогипс, являющийся крупнотоннажным отходом. Использование фосфогипса в России в качестве вторичного сырьевого ресурса существенно ниже, чем в других странах.

Ключевые слова: Производство, минеральные удобрения, фосфогипс, использование, сельское хозяйство, строительство дорог.

Abstract

Phosphogypsum is formed during the production of phosphate fertilizers, which is a large-tonnage waste. The use of phosphogypsum in Russia as a secondary raw material resource is significantly lower than in other countries.

Keywords: Manufacturing, mineral fertilizers, phosphogypsum, use, agriculture, road construction.

Важное место в сфере деятельности химической отрасли России занимает сектор производства минеральных удобрений, который уже многие годы является в нашей стране одним из технологических лидеров. Рынок минеральных удобрений продолжает динамично развиваться, показывая высокую устойчивость, несмотря на негативные факторы (пандемия коронавируса, санкции).

На графике (рис.1) показана динамика производства минеральных удобрений в России в период с 2014-го по 2019-й годы [1], а по данным на 2020 год производители выпустили уже более 52 млн т данной продукции [2].

Фактором, определяющим наличие этой устойчивой тенденции роста производства минеральных удобрений, является наличие спроса на удобрения у аграриев, выращивающих востребованную на внутреннем и внешнем рынках сельскохозяйственную продукцию.

Рисунок 1. Производство минеральных удобрений в России

При этом необходимо отметить, что по количеству вносимых удобрений российские сельхозпроизводители существенно отстают от других стран. Россия в настоящее время

занимает девятую строчку в десятке стран – крупнейших потребителей минеральных удобрений: впереди Китай, Индия, Бразилия, США, Пакистан, Франция, Канада и Германия. При этом еще недавно Россия была во втором десятке. В 2008 году в России аграрии вносили порядка 36 кг/га, а в 2018 году уже более 56 кг/га [3].

Производство минеральных удобрений подразделяется на несколько основных видов: азотные (повышают урожайность культур и способствуют росту растений), фосфорные (формируют корневую систему) и калийные удобрения (способствуют повышению сопротивляемости растений к заболеваниям). На мировом рынке минеральных удобрений лидерство по производству азотных удобрений принадлежит Китаю. Больше всего фосфорных удобрений производит США, а калийных удобрений - Канада [4].

В табл. 1 показана структура производства удобрений в России за период с 2017 по 2019 годы по их отдельным видам.

Таблица 1

Структура производства удобрений по годам, тыс.т

Виды удобрений	Годы		
	2017	2018	2019
Азотные	20446	22181	23950
Фосфорные	229	226	287
Калийные	12257	11880	12444
Прочие	16128	15064	14884
Содержащие азот, фосфор, калий	7153	7747	7527
Содержащие азот и фосфор	4621	4626	4607
Содержащие фосфор и калий	50	100	85
Диаммонийфосфат	23	78	104
Моноаммонийфосфат	904	958	960
Нитраты калия	9	11	10
Всего:	49060	49350	51564

Производство минеральных удобрений сопровождается появлением побочных продуктов (отходов), при этом целый ряд отходов относят к крупнотоннажным. К таким отходам, образующимся при получении экстракционной фосфорной кислоты (основного компонента, используемого в производстве фосфорных минеральных удобрений) относится фосфогипс.

Согласно ГОСТ Р 58820-2020 [5], регламентирующего применение фосфогипса в сельском хозяйстве, в зависимости от состава исходного сырья и свободной (несвязанной) воды фосфогипс подразделяют на следующие марки:

- фосфогипс с массовой долей основного вещества 92%, высушенный до содержания свободной воды 6% (**А-1**);
- фосфогипс с массовой долей основного вещества 92%, подсушенный при естественных условиях с содержанием свободной воды 20% (**А-2**);
- фосфогипс с массовой долей основного вещества 85%, высушенный до содержания свободной воды 6% (**Б-1**);
- фосфогипс с массовой долей основного вещества 85%, подсушенный при естественных условиях с содержанием свободной воды 20% (**Б-2**);
- фосфогипс с массовой долей основного вещества 77%, высушенный до содержания свободной воды 6% (**В-1**);
- фосфогипс с массовой долей основного вещества 77%, подсушенный при естественных условиях с содержанием свободной воды 20% (**В-2**).

При этом основным веществом, входящим в состав фосфогипса, является дигидрат сульфата кальция ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) в пересчете на сухое вещество. Фосфогипс содержит в своем составе также водорастворимые фтористые соединения, неорганические фосфаты и некоторые доли кадмия, мышьяка, ртути и свинца, относящихся к токсичным элементам.

Наличие в фосфогипсе данных токсичных веществ, согласно вышеуказанному ГОСТ, строго нормирует количество вносимого в почву фосфогипса, которое не должно превышать предельно допустимые и ориентировочно допустимые концентрации (ПДК и ОДК). Фосфогипс также, согласно ГОСТ, не должен содержать радионуклиды техногенного происхождения.

Еще одним направлением использования фосфогипса является его использование в строительстве автомобильных дорог [6].

В настоящее время в России ежегодно образуется порядка 12,5 млн т фосфогипса, а использование его в качестве вторичного материального (сырьевого) ресурса остается крайне низким (в среднем около 1 % от всего образующегося количества).

На рис. 2 представлены графики мирового производства (образования) фосфогипса и степень его использования по годам [7].

Рисунок 2. Производство и использование фосфогипса в мире

Рисунок 3. Отвал фосфогипса [8]

Представленные данные свидетельствуют о том, что в мире использование фосфогипса заметно выше, а накапливаемые горы фосфогипса в нашей стране (рис. 3) свидетельствуют о том, что необходимо более активно разрабатывать технологии его

переработки или технологии производства фосфорных удобрений без образования данного крупнотоннажного отхода.

1. Рынок минеральных удобрений в России 2020: уверенный рост вопреки кризису. Электронный ресурс: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-mineralnykh-udobreniy-v-rossii-2020-uverennyu-rost-vopreki-krizisu/>.
2. Мингазов С. Forbes Staff. Электронный ресурс: <https://www.forbes.ru/newsroom/biznes/419565-rekordnoe-kolichestvo-udobreniy-proizveli-v-2020-godu-rossiyskie>.
3. Обзор российского и мирового рынков удобрений и средств защиты растений по состоянию на 05.07.2019 г. Информация подготовлена отделом информационно-аналитическим ГБУ КК «Кубанский сельскохозяйственный ИКЦ». Электронный ресурс: http://www.kaicc.ru/sites/default/files/obzor_rynka_udobreniy_i_szh_05.07.2019.pdf.
4. Минеральные удобрения, изготовление и производство. Электронный ресурс: http://himsnab-spb.ru/articles/fertilizer/mineral_fertilizer_production_and_production/.
5. ГОСТ Р 58820-2020. Национальный стандарт РФ. Фосфогипс для сельского хозяйства.
6. Росавтодор разрешил использовать фосфогипс при строительстве дорог. Электронный ресурс: <http://news.sarbc.ru/main/2017/01/13/193284.html>.
7. Торочков Е.Л., Ряшко А.И. Вторичные ресурсы, образующиеся в химической промышленности. Энциклопедия технологий. Эволюция и сравнительный анализ ресурсной эффективности промышленных технологий. Москва, Санкт-Петербург, 2019. С.801-821.
8. Электронный ресурс: https://glavagronom.ru/media/uploads/ZGvtGT2PF-gesso1_206324_20190828094954.jpg.

Makoshenets A.A., Statsenko O.V., Semenova S.N.

The Consumption of Water Resources During Coronavirus Infection Spreading (on the example of Great Britain)

*Kuban State University
(Russia, Krasnodar)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-68

Abstract

The aim of the work is to study and compare Russian and foreign experience of environmental regulation in the field of water consumption on the example of Great Britain, as well as to borrow the positive experience available in other countries. The research tasks are: a) to study the situation of water consumption in Russia; b) to review the experience of water resources consumption in the UK during the pandemic; c) to analyze the experience of environmental regulation in the countries. The relevance of the proposed topic is due to the present changes in human life due to quarantine restrictions.

Keywords: coronavirus infection, water consumption, pollution, environmental rationing, the Great Britain, analysis, comparison.

Аннотация

Целью работы является изучение и сравнение российского и зарубежного опыта экологического нормирования в сфере водопользования на примере Великобритании, а также заимствование имеющегося в других странах положительного опыта. Задачи исследования: а) изучить ситуацию об использовании воды в России; б) рассмотреть опыт использования водных ресурсов в Великобритании во время пандемии; в) проанализировать опыт экологического нормирования в двух странах. Актуальность темы обусловлена происходящими в жизни человека изменениями в связи с карантинными ограничениями.

Ключевые слова: коронавирусная инфекция, водопользование, загрязнение, экологическое нормирование, Великобритания, анализ, сравнение.

Introduction

The relevance of the topic is due to the present changes in human life due to quarantine restrictions. Currently, these changes have influenced both the daily routine of people and the water amount they consume. Reducing or completely limiting adverse impacts on water resources opens up new opportunities for achieving harmony between society and nature [4].

The purpose of the article is to study and compare the Russian and foreign experience of environmental regulation in the field of water consumption on the example of the Great Britain, as well as borrowing the positive experience from other countries.

In the course of the research, the following tasks were defined:

- to study the situation of water consumption in Russia;
- to review the experience of water resources consumption in the UK during the pandemic;
- to analyze the experience of environmental regulation in the countries.

There are relatively few scientific works devoted to the analysis of environmental regulation in the field of water use in Russia and foreign countries, which, in turn, requires a balance between the interests of water users and maintaining a favorable environmental situation [1; 2].

At the same time, the entry of our country into the Council of Europe, integration into the world community, an increasing mutual exchange of information, including the legal regulation of public relations in the field of environmental protection and rational consumption of water resources, requires the activation of the above-mentioned items aimed at studying foreign environmental regulation in order to borrow the positive experience available in other countries.

The description of the research

The quarantine measures were introduced to stop the spread of coronavirus infection in Russian regions in the same way as in almost every country of the world. As shown by numerous observations, people more often prepared food at home, drank tea and coffee, etc. All this is water consumption.

Especially noticeable was the high consumption of cold water, which was always consumed more than hot water. Thus, due to the coronavirus epidemic, the consumption of tap water has increased significantly.

According to the “Russian Communal Systems” company, in March 2020, water consumption increased by 11.6% compared to the average monthly indicators of previous years. This is evidenced by the preliminary data transmitted by subscribers from measuring devices. Accordingly, a standard for the exchange of electronic data was created in cities.

The expenditures increased among those citizens who paid for hot and cold water by meters. The expenses of the rest were calculated due to usual standards. If before the pandemic people spent about 10 hours outside the home, during the pandemic they were in apartments all day [3].

If in Russia water consumption was growing, then in the UK there was a tendency to decrease the water consumption. This is due to barrels for storing rainwater, increasing water bills, and shifting the most water consumption in the daily routine outside of business hours.

The period from late March to early June 2020 was extremely challenging for water suppliers across the UK. The period of self-isolation caused sudden changes in personal routines, such as: showering, cleaning the house, and tending the gardens.

According to the fact that offices, restaurants and other public places were closed, people, except for the main workers, were advised to stay at home. Companies specializing in water supply to the population tried to balance the work with the existing structure of domestic demand.

It didn't even help in the case that the period under the review was particularly sunny and dry. By the end of May 2020, the daily peak in water consumption was 35% higher than before the pandemic. It fell in the evening, while earlier it reached its maximum around 8 a.m.

From 2019-02-14 to 2020-08-11

Figure 1. Average hourly water consumption in the UK before and during the coronavirus infection spreading (l/hr) [5]

As shown in fig. 1, the water consumption increased most in the evenings, when homeworkers had more free time to spend while cooking, washing dishes, and other activities without going at work places. Those people who worked remotely were more flexible at home, not deciding when they needed, for example, to get up and take a shower.

Thus, water consumption did not increase on weekday mornings as usual. The morning peak shifted from nine to ten o'clock a.m. So, the overall water consumption was higher during quarantine period.

Water helped to maintain a 'semblance of normalcy' for many people during the isolation. It gave them relative freedom, the ability to take care of their own gardens, thereby relieving boredom and providing opportunities for relaxation. But, for many people, overuse of water meant higher water bills that most of the population could not afford.

Regional management companies have temporarily canceled the accrual of penalties for late payments to support the population during the coronavirus pandemic in Russia. But, despite this, it is necessary to pay utility bills on time, so that later you do not end up with accumulated outstanding bills.

For the UK residents, these significant lifestyle changes during isolation were ultimately mitigated as people staying at home used less water and electricity. Compared to full-time work, the working remotely required fewer social expectations in order to be presentable.

Conclusion

In conclusion it is important to underline that quarantine restrictions have shown how social trends affect water demand. Flexible working conditions encouraged people to shift their most intense daily routine outside of working hours, but the new daily routine has forced many people to use more water in their daily lives.

Summing up the article, we can note that there is a need to develop new methods for the rational water resources consumption as water is one of the main sources of life, which should be protected for contemporary and future generations.

1. Volkova N.E., Podovalova S.V., Umerova L.R. Methodological approaches for assessing the impact of natural and anthropogenic factors on river geosystems // Water and ecology: problems and solutions. 2021. № 2(86). Pp. 30–39. DOI 10.23968/2305-3488.2021.26.2.30-39.
2. Ziganshina D.R., Galustyan A.G., Abasova D.K. Nature use and environmental matters in statements made by the EECCA countries at the UN General Assembly Debates // Water management of Russia: problems, technologies, management. 2021. № 3. Pp. 86–107. DOI 10.35567/1999-4508-2021-3-5.
3. Information portal of the Izvestia newspaper. URL: <https://iz.ru> (accessed: 17.09.2021).
4. Makoshenets A.A., Statsenko O.V. Foreign experience of environmental regulation in the sphere of water consumption // Tourist and recreational complex in the system of regional development: materials of the IXth Intern. scientific-practical conf. / exec. editor M.Yu. Belikov; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Kuban State University. Krasnodar: Kuban state un-ty, 2021. Pp. 30–34.
5. The Conversation: In-depth analysis, research, news and ideas from leading academics and researchers. URL: <https://theconversation.com> (accessed: 08.04.2021)

Minakova P.S., Taskin A.V., Nadtochiy I.I.
Production of high-strength ceramics from ash and slag waste

*Far Eastern Federal University
(Russia, Vladivostok)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-69

Abstract

In the analytical part of the article, a review of domestic and foreign experience in the use of ash and slag waste (ASW) of coal-fired power plants in the manufacture of ceramic products was made.

The practical part provides information on the technology of extracting the ash fraction suitable for the manufacture of ceramic products from the dump ash of Primorskaya SDPP. A method for the manufacture of ceramic bricks with a 100% ash and slag waste content is described, some physical characteristics of the products obtained are determined, and the characteristics of the products obtained are compared in accordance with GOST 530-2012.

Keywords: ash and slag waste, recycling, microdispersed fraction, ceramic products, ecology.

Аннотация

В аналитической части статьи произведен обзор отечественного и зарубежного опыта по использованию золошлаковых отходов (ЗШО) угольных электростанций при изготовлении керамических изделий.

В практической части представлены сведения по технологии извлечения из отвальной золы Приморской ГРЭС фракции ЗШО пригодной для изготовления керамических изделий. Описан способ изготовления керамического кирпича со стопроцентным содержанием ЗШО, определены некоторые физические характеристики полученных изделий, проведено сравнение характеристик полученных изделий по ГОСТ 530-2012.

Ключевые слова: золошлаковые отходы, переработка, микродисперсная фракция, керамические изделия, экология.

Around 36% of all electricity in Russia is generated at thermal power plants, most of which use mineral fuel such as coal, shale, peat. As a result, at present about 2 billion tons of ash and slag waste have been accumulated in Russian ash dumps, with 40 million tons more being produced annually, and the level of their utilization is no more than 10%. Therefore, the use of waste from solid fuel combustion is closely related to the issues of environmental pollution [1, 2].

According to various studies, ash and slag waste can be used:

- in the production of building materials, including concretes, mortars, cements, ceramic products;
- road construction;
- in agriculture as additives that improve the structure of the soil;
- as a source of iron-containing concentrate for the metallurgical industry;
- as a technogenic source of valuable components, such as aluminosilicate microspheres, heavy concentrates, including precious metals, rare earth elements, etc.

In this article we're looking at use of ash and slag waste in the production of building ceramics, and specifically - the manufacture of ceramic bricks, since this is a product with a very large production and application volumes.

At the moment, the share of ceramic bricks in the structure of production of small-piece wall materials is about 65%. Reducing production costs, improving quality and expanding the range of products is a priority problem in brick production. One of the ways to solve the problem is to use industrial waste as a raw material for ceramic bricks. The issue of waste disposal stands at the junction of the problems of resource conservation, environmental safety, and the improvement of production technologies. [3]

A review of scientific works in the field of using ash and slag waste for the production of ceramic bricks in various regions of Russia and foreign countries was concluded. The purpose of the review was to get a general picture of the state of the use of ash and slag waste in the area under consideration.

First, a review of scientific literature from various regions of Russia was carried out, including: Ivanovo region, Samara region, Tomsk region, Kemerovo region, Republic of Tatarstan.

The list of reviewed foreign countries includes: India, China, Australia, Austria, Turkey, and USA.

The reviewed scientific works demonstrate the use of various techniques for the manufacture of ceramic products using ash and slag waste. The authors obtained ceramic products with different characteristics.

In the reviewed scientific works, the problem of making ceramic bricks using ash and slag waste was successfully solved. The authors used ashes from different energy and production facilities with different chemical composition. This indicates a wide potential for the use of ash and slag waste, provided that the specific composition of the ash and slag waste is taken into account.

It is worth noting that among the works of authors from Russia there are no examples demonstrating the manufacturing process of ceramic bricks with one hundred percent ash content, in which the samples have strength characteristics acceptable for use in construction.

The ash mixture for the manufacture of ceramic products from the ash of Primorskaya TPP was obtained in the course of an experiment on the extraction of heavy metals concentrate. For this purpose, underburning — particles of unburned coal — was removed from the ash by reagent-free flotation, and then iron-containing particles were extracted by magnetic separation. Small and light ash particles were removed from the remaining ash mixture by the elutriation method, since they impeded the operation of the centrifugal concentrator.

The elutriation was carried out as follows: a mixture of ash and water was intensively mixed using a pump in a container for 3-5 minutes. Then the mixture was allowed to settle for 15 minutes. After that, the aqueous part of the mixture with unsettled particles was poured into a separate container. The remaining precipitate was poured over with clean water and the elutriation was repeated. A total of 10 to 15 elutriation cycles were carried out. The aqueous mixture with small and light particles was settled, after which the water was decanted.

It was noticed that the sediment left after settling the mixture resembled in its consistency a highly plastic clay and was easily molded under compression. At the same time, the particles of the mixture were light enough to not be felt on a fingertip, which indicated their extremely small size.

The volume of the obtained microdispersed mixture was from 30 to 40% of the initial amount of ash, and the mixture itself was extremely plastic and the raw materials pressed from it had sufficient strength to withstand repeated movements in the technological line. It was decided to test the resulting ash fraction for the manufacture of ceramic products.

Using a 50-ton press and metal molds, 20 samples of raw bricks were made. The pressed samples were kept in air for a day, after which they were placed in an EKSP-300 muffle furnace for further drying. The drying procedure before firing is necessary in order to reduce the moisture content in the inner part of the brick, as high humidity increases the risk of cracking. Drying and firing were carried out according to the following regime:

1. Increasing the temperature to 100 degrees at a rate of 10 degrees per hour. At a temperature of 100 degrees, an isothermal pause of 1 hour was made.
2. Further, the temperature was increased again to 400 degrees with the same speed. When the temperature reached 400 degrees, a two-hour isothermal pause was made.
3. Increasing the temperature up to 1000 degrees within 8 hours. Upon reaching 1000 degrees, a two-hour isothermal pause was performed.
4. After that, the oven was turned off and the brick was left to cool for 24 hours with the oven closed.

10 samples of solid bricks and 10 samples of bricks with voids were made. For the test, 3 samples of solid bricks were selected.

Table 1

Flexural strength of samples

Sample №	Size, mm			Bending strength, MPa	Average value of flexural strength, MPa
	Width	Length	Height		
1	50	120	40	1,142851939	0,808266094
2	50	120	40	0,476436437	
3	50	120	40	0,805509905	

Table 2

Compressive strength of selected samples

Sample №	Size, mm			Compressive strength, MPa	Average value of compressive strength, MPa
	Width	Length	Height		
1	50	120	40	16,987	23,26890391
2	50	120	40	33,010	
3	50	120	40	19,810	

The results obtained show that it is possible to manufacture ceramic bricks from ash-and-slag waste with 100% ash saturation. However, the composition of the charges and the manufacturing process require some changes in order to increase the bending strength of products.

1. Barieva E.R., Korolev E.A., Nurieva E.M. Study of the composition and prospects for the use of ash and slag waste from Kazan CHPP-2 // Problems of energetics. 2004. No. 9. S. 105-110.
2. Delitsyn L.M., Vlasov A.S., Necessity of new approaches to the use of ash from coal TPPs // Teploenergetika. 2010. No. 3. P. 49-55.
3. Levit I.M. Ceramic brick with ash from incineration of sewage sludge: Dis. ... Ph.D. of Technical Sciences. Kraskovo. 2003.122 s.

РАЗДЕЛ XII. БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ

Милованова Т.Г., Солманова А.И.

Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 16 «Основные средства»

*Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации
(Россия, Липецк)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-70

Научный руководитель: Измалкова И.В.

Аннотация

В статье содержится информация о стандарте финансовой отчетности (IAS) 16 «Основные средства». В рамках исследования раскрыты особенности действия данного стандарта, основы его содержания и применения на практике.

Ключевые слова: бухгалтерский учет, аудит, международный стандарт, финансовый учет.

Abstract

The article contains information about the financial reporting standard (IAS) 16 "Property, plant and equipment". Within the framework of the study, the peculiarities of the operation of this standard, the foundations of its content and application in practice were disclosed.

Keywords: accounting, audit, international standard, financial accounting.

Любой бизнес, который открывается сегодня, имеет в себе одну глобальную цель – получение прибыли в пользу владельцев компании. Помимо этого, в основные цели входит получение хороших заработных плат, пособий и других преференций. Одним из основных условий эффективной работы бизнеса является наличие материальной базы фирмы. Сбалансированный состав долгосрочных и краткосрочных активов, а также, их правильное, рациональное использование, помогает определить, насколько эффективной будет компания в далекой перспективе [4].

Для контроля использования таких долгосрочных активов предприятия, которые приносят компании ощутимые преференции в формате экономики и используются в бизнесе длительное время, в учете предприятий существует такой раздел, как учет ОС фирмы.

Независимо от профиля компании, активы являются основным видом её средств. Основные средства проходят целый жизненный цикл внутри компании, начиная от их приобретения, и до вывода из состава предприятия. Каждое действие, связанное с активами компании фиксируется в финансовых документах, и происходит это с одной целью – повышение эффективности использования средств компании, а также, контроль их сохранности.

Основные средства играют огромную роль для предприятия не только в плане её устойчивости на отраслевом рынке, как самостоятельной экономической единицы, а также, повышения конкурентоспособности. Основные средства являются, пожалуй, самым важным фактором в плане инвестиционной привлекательности предприятия.

С этим связаны серьезные требования к контролю за основными средствами предприятия и правильности их отражения в отчетности. Для этого существует несколько разработанных документов, одним из которых является МСФО (IAS) 16 ОС предприятия. Это международный стандарт, который был создан в виду увеличения показателей межконтинентального взаимодействия в области бизнеса и постоянной миграции активов предприятий как частных, так и государственных, что обусловило необходимость международного подхода к оценке основных средств современных предприятий.

Стандарт МСФО (IAS) 16 был разработан с целью достоверного и последовательного производства внутрикорпоративного учета основных средств предприятия и грамотного их учета в финансовой отчетности [1].

Данный стандарт имеет определенную схему, которая отражена на рисунке 1.

Рисунок 1. Схема стандарта МФСО 16

Благодаря использованию МФСО, разделы финансовой отчетности, которые отражают в себе данные об основных средствах компании, содержат точную и исчерпывающую информацию о состоянии предприятия, которая будет полезна всем заинтересованным лицам, например, инвесторам или акционерам. В первую очередь, это информация о долгосрочных активах, вопросах балансовой стоимости, амортизации и убытков, и т.д.

Такая информация является крайне необходимой для инвестора или собственника предприятия, так как без её наличия невозможно делать не только прогнозы на будущее для бизнеса, но и решать оперативные задачи, которые могут в корне повлиять на эффективность работы фирмы, что в свою очередь недопустимо с учетом высокой конкурентной борьбы во всех отраслях бизнеса.

Данные активы приобретались, чтобы использоваться больше, чем один отчетный период по МСФО равный календарному году.

У каждого такого актива согласно стандарту МСФО 16 есть понятный или прогнозируемый срок продуктивного использования.

В первом случае стандарт трактует понятие времени, которое запланировано для полезного использования данного основного средства. Это может быть не только обусловлено выходом актива из строя, а просто бизнес моделью конкретной компании – инвестировать в обновление основных средств с определенной временной периодичностью.

Во втором случае стандарт трактует прогнозируемый срок продуктивного использования как ожидания бизнеса по произведенному количеству единиц продукции, циклам работы или экономическому эффекту от использования определенного материального актива [2].

Важно отметить, что МСФО 16 не определяет и не классифицирует материальные ценности, которые надо и не надо признавать как основные средства. Также стандарт не регулирует объединение или вычленение основных средств в целом, а дает возможность

управленческой команде использовать свой профессионализм и ориентироваться, в первую очередь, на бизнес цели компании при классификации и признании основных средств. К примеру, в некоторых случаях вспомогательные технические средства, резервное или вспомогательное оборудование, могут быть признаны как основные средства, хотя также компания может классифицировать их и как запасы, наравне с запасными частями, например.

Одним из важных элементов, который описан в стандарте, является методы амортизации ОС. Они делятся на 3 вида и схематично отражены на рисунке 2.

Рисунок 2. Методы амортизации ОС

Важно отметить, что согласно данному стандарту, каждый компонент объекта основных средств, себестоимость которого составляет значительную величину относительно общей себестоимости объекта, амортизируется отдельно.

Еще одним основным аспектом работы с активами предприятия, отраженным в стандарте, является их оценка.

Первоначально, чтобы компания могла признать приобретенный актив в качестве основного средства она должна провести оценку данного актива по его себестоимости, которая включает в себя следующие статьи.

1. Фактически уплаченную при покупке актива сумму, включая все расходы на оформление сделки, импортные пошлины, любые невозмещаемые налоги с учетом исключения из расчетов любых достигнутых скидок и ребейтов. То есть цена покупки берется «как есть», в натуральном размере совершенного расхода.
2. Затраты, которые понесла компания на организацию доставки, ввода в эксплуатацию, настройку или дооснащение купленного актива.
3. Сумму прогнозируемых затрат на демонтаж основного средства и исключение его из состава производственного комплекса предприятия.

В некоторых случаях в процессе инсталляции основного средства может быть получен несвязанный с ним дополнительный доход/убыток, который будет отражаться в учете вне связи с рассматриваемым активом.

Например, компания планировала построить развлекательный центр под открытым небом и помимо оборудования создала на указанном месте площадку для размещения оборудования. В то время пока Подрядчики осуществляли производство/сборку/доставку оборудования к месту фактической эксплуатации, данная площадка использовалась по другому назначению – в качестве площадки для хранения контейнеров большегрузных автомобилей.

После того, как актив был оценен по его себестоимости и согласно критериям признания в виде основного средства был признан таковым, компания должна выбрать для себя модель учета основных средств.

Первая возможность – это модель фактических затрат, которая предполагает учет актива в качестве объекта основных средств по его себестоимости с вычетом пропорционально накопленной амортизации и убытков.

Вторая возможность – это модель по переоцененной стоимости, при которой берется справедливая стоимость данного актива, накопленная амортизация и убытки от обесценения. При этом способе учета необходима регулярная систематическая переоценка объекта основного средства, чтобы постоянно поддерживать (для каждого периода) справедливую стоимость актива [5].

Модель учета основных средств в соответствии со стандартом IAS 16 не навязывается предприятию. Предприятие самостоятельно выбирает модель учета согласно стандарту МСФО 16 и обязуется применять такую политику по всему выделенному сегменту подобных основных средств [3].

Из всего вышесказанного можно сделать несколько выводов.

Оценка основных средств компании является важной частью управленческого учета компании, и содержит в себе финансовую основу всей деятельности предприятия. На основе этих данных компания не только оценивает положение дел в настоящее время, но и может корректировать свою работу, формировать прогнозы на будущее, а также, решать различные оперативные задачи, принимать решения, от которых зависит будущее предприятия. Стандарт МФСО является очень важным прикладным инструментом для тем предприятий, которые ведут свою деятельность в соответствии с международными стандартами оформления и содержания финансовой отчетности.

Благодаря подходу, который используется в данном стандарте, любая фирма, которая использует его в своей деятельности, может провести грамотный финансовый учет основных средств и предоставить заинтересованным лицам максимально прозрачную информацию касательно тех аспектов финансового учета, которые содержатся в данном разделе.

1. Федеральный закон "О бухгалтерском учете" от 06.12.2011 N 402-ФЗ.
2. "Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 16 "Основные средства" (введен в действие на территории Российской Федерации приказом Минфина России от 28.12.2015 N 217н) (ред. от 17.02.2021)
3. Приказ Минфина России от 28.12.2015 N 217н (ред. от 11.07.2016) "О введении Международных стандартов финансовой отчетности и Разъяснений Международных стандартов финансовой отчетности в действие на территории Российской Федерации и о признании утратившими силу некоторых приказов (отдельных положений приказов) Министерства финансов Российской Федерации" (Зарегистрировано в Минюсте России 02.02.2016 N 40940)
4. Агеева, О. А. Бухгалтерский учет и анализ. Учебник / О.А. Агеева, Л.С. Шахматова. - М.: Юрайт, 2020
5. Наумова, Н. А. Бухгалтерский учет и анализ. Учебник / Н.А. Наумова, М.В. Беллендир, Е.В. Хоменко. - М.: КноРус, 2020

РАЗДЕЛ XIII. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Грикшас С.А., Егоров М.Г.

Использование овсяного толокна при производстве полукопчёных колбас

РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-71

Аннотация

В статье представлены особенности производства полукопченой колбасы с добавлением овсяного толокна для изучения органолептических показателей готового продукта и влияния растительного сырья на пищевую ценность, влаго- и жиросодержащую способность мясного сырья.

Ключевые слова: колбасные изделия, полукопчёная колбаса, овсяное толокно, органолептическая оценка.

Abstract

The article presents the elements of the production of semi-smoked sausage with the addition of oatmeal for studying the organoleptic parameters of the finished product and the effect of vegetable raw materials on the nutritional value, moisture and fat - retaining ability of meat raw materials.

Keywords: oatmeal, sausages, organoleptic evaluation.

Мясо и мясопродукты являются одним из основных продуктов животного происхождения в рационе питания человека, так как содержат незаменимые источники полноценного белка, жира, витаминов, минеральных веществ.

Развитие мясной промышленности России во многом определяется жизнеобеспеченностью населения. Одним из важных мясопродуктов, выпускаемой пищевой промышленностью являются колбасные изделия [6].

Полукопчёные колбасные изделия, как один из самых популярных у покупателей видов колбас, обладают более высокой стойкостью при хранении по сравнению с вареными колбасами, так как содержат меньше влаги, больше соли и жира и подвергались копчению. Пищевая ценность этих колбас выше, чем вареных.

Ассортимент колбас в последнее время существенно расширился: наряду с традиционными видами колбас выпускается большое количество колбасных изделий по инновационным технологиям с использованием нетрадиционного сырья. К основным используемым пищевым ингредиентам относятся вещества животного, растительного, микробиологического или минерального происхождения, а также природные или синтезированные пищевые добавки, используемые при подготовке или производстве. Большое внимание уделяется внедрению в производство пищевых добавок высокого качества, которые позволяют увеличить объем, расширить ассортимент и повысить качество выпускаемой продукции.

С помощью пищевых ингредиентов можно добиться более глубокой переработки и бережного использования мясного сырья, усовершенствовать технологический процесс, снизить издержки производства, оптимизировать стоимость продукции [2].

На мясоперерабатывающих предприятиях в качестве заменителя мяса при производстве колбасных изделий используют соевые и пшеничные клетчатки. Но последнее время вызывает интерес продукт переработки зерна – овсяное толокно [6].

Физико-химические показатели овсяного толокна представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1

Физико-химические показатели овсяного толокна

<i>Наименование показателя</i>	<i>Массовая доля, %</i>
<i>Влага</i>	<i>10</i>
<i>Зола</i>	<i>1,29</i>
<i>Углеводы</i>	<i>59,5</i>
<i>Белка</i>	<i>12,2±0,05</i>
<i>Жира</i>	<i>6 ±0,1</i>
<i>Пищевые волокна</i>	<i>4,8</i>

Органолептические свойства овсяного толокна представлены в таблице 2.

Таблица 2

Органолептические свойства овсяного толокна

<i>Наименование показателя</i>	<i>Характеристика и норма</i>
<i>1. Цвет</i>	<i>От светло-кремового до кремового, однотонный</i>
<i>2. Запах</i>	<i>Свойственный толокну без плесневого, затхлого и других посторонних запахов</i>
<i>3. Вкус</i>	<i>Свойственный толокну без горького, кислого и других посторонних привкусов</i>
<i>4. Влажность, %, не более</i>	<i>10,0</i>
<i>5. Зольность (в пересчете на сухое вещество), %, не более</i>	<i>2</i>
<i>6. Крупность, % остаток на сите не более: из шелковой ткани N 27, или из полиамидной ткани N 27 ПА-120 проход через сито, не менее: из шелковой ткани N 38, или из полиамидной ткани N 41/43 ПА</i>	<i>2 60,0</i>
<i>7. Минеральная примесь</i>	<i>При разжевывании не должно ощущаться хруста</i>
<i>8. Металломагнитная примесь, мг в 1 кг толокна: размером отдельных частиц в наибольшем линейном измерении не более 0,3 мм и (или) массой не более 0,4 мг, не более размером и массой отдельных частиц более указанных выше значений</i>	<i>3 Не допускается</i>

рН овсяного толокна в растворе воды составляет 3,2, ниже, чем у мясного сырья.

Овсяное толокно состоит из уникальных водорастворимых пищевых волокон (р-глюканов). Р-глюканы овса проявляют гипохолестеримический эффект и являются мощным естественным антиоксидантом. Это свойство используется для стабилизации пищевых продуктов и процессов их самоокисления. Толокно обладает влагосвязующей, водоудерживающей и жирудерживающей способностью в мясном фарше, что обеспечивает качественные показатели готовых продуктов [5].

Изделия после тепловой обработки хорошо сохраняют форму и имеют привычную консистенцию. При использовании толокна повышается биологическая ценность колбасных изделий и увеличивается выход без ухудшения качественных показателей [4].

С увеличением количества толокна в фарше содержание влаги уменьшается, так как образуются более прочные комплексы белок–полисахарид–вода. В фарше с возрастанием количества толокна, происходит уменьшение количества белка и незначительное возрастание содержания жира. Растительные жиры богаты ненасыщенными жирными кислотами, поэтому биологическая ценность комбинированных изделий не уменьшается [1].

Были проведены исследования по определению эффективности использования белка растительного происхождения – пищевого овсяного толокна и влияние его процентного содержания от 2,5 до 12,5 % в мясном фарше на качество полукопченых колбас.

Колбасы с 7,5 – 10 % содержанием толокна в фарше по органолептическим показателям мало отличаются от продукта соответствующему ГОСТ 31785-2012.

Изделия после тепловой обработки независимо от количества наполнителя очень хорошо сохраняют форму и имеют привычную консистенцию. Колбасные изделия с наименьшим содержанием толокна от 2,5 до 5,0 % практически не отличается по цвету от окраски общепринятого продукта.

Содержания толокна в фарше свыше 10 % влияет на вкус и запах. Консистенция продукта становится рыхловатой и слегка мажущейся, слизистой, поскольку толокно содержит определенное количество слизи.

В зависимости от состава рецептуры, качества исходного сырья и требований, предъявляемых к готовому продукту рекомендуемая дозировка внесения толокна в фарш составляет 7,5–10 % к массе от веса готового продукта.

Микробиологические исследования полукопчёных колбас с добавлением овсяного толокна свидетельствуют о том, что микробиологические показатели полукопчёных колбас соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 [7].

Рисунок 1. Влияние массовой доли толокна на влагоудерживающую (ВУС), влагосвязывающую (ВСС) и жироудерживающую (ЖУС) способности модельных фаршей колбасных изделий

Вывод: Использование овсяного толокна в количестве 7,5-10 % к основному мясному сырью является оправданным. Введение в фарш овсяного толокна позволяет повышать пищевую ценность и влагоудерживающую способность, являющуюся важным показателем при термической обработке. Поэтому можно считать перспективным использование толокна при производстве полукопченых и варено-копченых колбас.

1. Алексеев, А.Л. Экономическая целесообразность использования белков растительного происхождения в технологии производства колбасных изделий/А.Л. Алексеев, Т.В. Алексеева, Я. П. Сердюкова. –Экономика Т.8. № 12А, 2018.–С. 173-178.
2. ГОСТ 2929-75 Толокно овсяное. Технические условия (с Изменениями N 1-4) [Электронный ресурс].–Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200022295>.– (Дата обращения 3. 09.2021) ГОСТ 16351 – 86 «Колбасы полукопченые».
3. Использование овсяного толокна в технологии продуктов функционального назначения [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-ovsyano-tolokna-v-tehnologii-produktov-funktsionalnogo-naznacheniya/viewer>.– (Дата обращения 23.09.2021)

4. Исследование и разработка технологии биопродукта с овсяным толокном [Электронный ресурс].–Режим доступа: <https://docplayer.ru/46619239-Anikina-elena-nikolaevna-issledovanie-i-razrabotka-tehnologii-bioprodukta-s-ovsyanyum-toloknom.html>.–(Дата обращения 24.09 .2021)
5. Исследование и разработка технологии биопродукта с овсяным толокном [Электронный ресурс].–Режим доступа: <https://docplayer.ru/46619239-Anikina-elena-nikolaevna-issledovanie-i-razrabotka-tehnologii-bioprodukta-s-ovsyanyum-toloknom.html>.–(Дата обращения 19.09.2021)
6. Рогов И.А. Общая технология мяса и мясопродуктов/ И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: Колос, 2000. – 367 с.
7. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»- Введ. 2002-07-01. М.: Стандартинформ, 2001–23 с.

РАЗДЕЛ XIV. ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Minakova P.S., Agoshkov A.I., Faizulin A.M.

Reducing the impact of hazardous substances released in the air of the delayed coking unit operator working area

*Far Eastern Federal University
(Russia, Vladivostok)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-72

Abstract

The article discusses the issue of the problems of oil refineries in Russia, the impact of harmful chemicals on the human body. A supply and exhaust ventilation unit is proposed to reduce the concentration of harmful substances in the air of the operator's working area of the delayed coking unit.

Keywords: oil refining industry, hazardous substances, maximum permissible concentration, occupational diseases, air of the working area.

Аннотация

В статье рассматривается вопрос о проблемах нефтеперерабатывающих предприятий России, влиянии вредных химических веществ на организм человека. Предложена приточно-вытяжная вентиляционная установка с целью снижения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны оператора установки замедленного коксования.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающая отрасль промышленности, вредные вещества, предельно допустимая концентрация, профессиональные заболевания, воздух рабочей зоны.

Despite the widespread implementation of integrated engineering, technological and sanitary and hygienic measures, production factors that adversely affect the health of workers are still encountered at modern oil refineries.

The petrochemical industry is one of the leading sectors of the Russian economy making a significant contribution to the formation of the country's budget [1]. The petrochemical and oil refining industries occupy one of the leading places in terms of the number of workers in unfavorable conditions (53%).

The composition of oil and oil products includes a significant number of substances that differ sharply in their toxicometric parameters and belong to different hazard classes. Refinery workers are exposed to the adverse effects of a complex of chemical factors in the working environment [2]. The influence of these factors in the conditions of petrochemical industries can be the cause of both the formation of occupational diseases and the progression of chronic general somatic diseases. To avoid this, it is necessary to measure the concentration of harmful substances (HS) in the air of the working area for further application of measures to eliminate these factors.

In accordance with the analysis of working conditions using the example of LLC «RN-Komsomolsk NPZ», measurements of concentration of HS were carried out at the workplace of operator of delayed coking unit (DCU). The measurement results are shown in Table 1.

Table 1

Results of measurements of concentrations of HS

Name of substance	Amount of HS, g/h	MPC, mg/m ³ [3]	Fact. value, mg/m ³	MPC in the air of populated areas, mg/m ³ [4]	Hazard Class
Sulfur dioxide	9,87	10	7,5	0,5	3
Hydrogen sulfide mixed with C1-C5 hydrocarbons	1,6	3	2,6	0,008	2

<i>Benzene</i>	6,8	15	10	0,3	2
<i>Hydrogen sulphide</i>	2,6	10	8,5	0,008	2
<i>Nitrogen oxides (in terms of NO₂)</i>	4,3	5	4,3	0,2	3
<i>Gasoline (solvent, fuel)</i>	7,3	100	260	5	4
<i>Kerosene (in terms of C)</i>	7,8	300	360	5	4
<i>Nefras C150 / 200 (in terms of C)</i>	5,1	100	130	5	4
<i>Naphtha (in terms of C)</i>	6,5	300	450	5	4
<i>Dust carbon: coal, pitch, oil, shale cokes</i>	4	6	9,38	0,15	4

Class of working conditions by factor – 3.2. According to the data in Table 1, the actual values of the concentrations of some harmful substances significantly exceed the maximum permissible concentrations (MPC), which negatively affects the health of the operator and the performance of his labor functions. To avoid this, it is necessary to choose a more powerful supply and exhaust ventilation system, since there is no possibility to change the technological process in order to reduce the amount of harmful substances released into the air of the working area.

The control room has a Shuft UniMAX-P 2000SW-A supply and exhaust ventilation system with the following parameters: air flow - 2000 m³/h, air heating power – 12,82 kW. Since the concentration of some of the substances exceeds the MPC, therefore, this installation does not provide the required air exchange in the room. We will calculate the supply and exhaust ventilation system for the selection of equipment that will reduce the concentration of HS at the workplace of operator of DCU.

Based on the amount of HS released into the air of the room, and the MPC in the air of the working area and populated areas, the required air exchange is at least 3600 m³. Thus, it is necessary to select an air handling unit that provides a minimum air inflow and outflow of 3600 m³/h each.

Let's calculate the air exchange rate [5]:

$$n = \frac{L}{V}, \text{h}^{-1} \quad (1)$$

where: V is the volume of the room, m³ (384 m³).

$$n = \frac{3600}{384} = 9,4 \text{ h}^{-1}$$

The estimated area of the duct is determined by the formula:

$$f_{calc} = \frac{L_{calc}}{3600 * \vartheta}, \text{m}^2 \quad (2)$$

where: L_{calc} – calculated air exchange, m³/h;

ϑ – recommended speed, m/s (4-7 m/s).

Specific frictional pressure loss is determined by the formula:

$$P_l = R_{sp} * l, \text{Pa} \quad (3)$$

where: R_{sp} – specific friction losses, N / m³;

l – section length, m.

Pressure losses in local resistances are calculated by the formula:

$$Z = \sum \xi * P_d, \text{Pa} \quad (4)$$

where: $\sum \xi$ is the sum of the coefficients of local resistances;

P_d – dynamic pressure, Pa.

The total pressure loss is found by the formula:

$$\sum P_{total} = P_l + Z, \text{Pa} \quad (5)$$

The results of the aerodynamic calculation of the supply and exhaust ventilation systems are shown in Tables 2 and 3.

Table 2

Results of aerodynamic calculation of supply and exhaust ventilation systems

Plot No.	Flow rate, m ³ /h	Length, m	Accepted section, mm	Duct area, m ²	Speed, m/s	Pressure loss per meter, Pa/m
<i>Supply system</i>						
1-2	1750	4,75	355	0,1	4,9	0,75
2-3	2250	5,35	400	0,13	5	0,66
3-4	2860	1,98	450	0,16	5	0,58
4-5	3600	1,12	500	0,17	5,1	0,52
<i>Exhaust system</i>						
6-7	1750	4,75	355	0,1	4,9	0,75
7-8	2250	5,35	400	0,13	5	0,66
8-9	2860	1,98	450	0,16	5	0,58
9-10	3600	1,12	500	0,17	5,1	0,52

Table 3

Results of aerodynamic calculation of supply and exhaust ventilation systems

Friction pressure loss, Pa	Local resistance, Pa	Dynamic pressure, Pa	Pressure loss in local resistances, Pa	Total pressure loss, Pa
<i>Supply system</i>				
3,6	5	14,5	72,5	76,1
3,5	9,5	14,9	141,6	145,1
1,1	5,7	15,1	86,1	87,2
0,6	7	15,6	109,2	109,8
<i>Exhaust system</i>				
3,6	5	14,5	72,5	76,1
3,5	9,5	14,9	141,6	145,1
1,1	5,7	15,1	86,1	87,2
0,6	7	15,6	109,2	109,8

Calculation of heat consumption for heating the supply air:

$$Q = 0,28 * G_{air} * C * (t_f - t_i), \text{ W} \quad (6)$$

where: G_{air} – the amount of heated air, kg/h (4410,74 kg/h);

C – weight heat capacity of air, kJ / kg (1,005 kJ/kg);

t_f – final temperature of the heated air, °C (18 °C);

t_i – initial temperature of the heated air, °C (28 °C);

$$Q = 0,28 * 4410,74 * 1,005 * (18 + 28) = 57094,4 \text{ W};$$

$$Q = 57,1 \text{ kW.}$$

Selection of the supply and exhaust ventilation system:

Based on the values obtained in the calculation, we will select an installation that must meet the following parameters: the required air exchange is at least 3600 m³/h, the power for heating the air is at least 57,1 kW.

The best option is the supply and exhaust ventilation unit – Ostberg HERU 1600 T RWR [6]. The appearance and technical characteristics of this equipment are shown in Figure 1 and listed in Table 4.

Figure 1. Ostberg HERU 1600 T RWR

Table 4

Technical characteristics of the Ostberg HERU 1600 T RWR supply and exhaust ventilation system

Parameter	Value
Air exchange, m ³ /h	4000
Dimensions, mm	2221x1768x1600
Weight, kg	530
Heating power, kW	98,1
Power, kW	98,1
Heater	Water
Power supply, V	380
Filter	F7

The layout of the air ducts and supply and exhaust ventilation system is shown in Figure 2.

Figure 2. Scheme of arrangement of air ducts and a supply and exhaust ventilation system

Thus, this measure will reduce the concentration of harmful substances in the air of the working area of operator of DCU at LLC «RN-Komsomolsk NPZ» to the limit values, thereby achieving a high level of performance and a minimum risk of worker poisoning with hazardous substances.

1. Gimaeva Z.F., Bakirov A.B., Kapsov V.A., Karimova L.K. Major risk factors and cardiovascular disease prevalence among petrochemical workers. *Gigiena i sanitariya*. 2017; 96(2): 152-155. (in Russian)
2. Beigel E.A., Efimova N.V., Solodkova E.V. 3, Tsaplina T.N. Economic damage caused by morbidity with temporary disability of employees of an oil refinery. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii*. 2018; 62(5): 259-264. (in Russian)
3. GOST 12.1.005-88 Occupational Safety Standards System. General sanitary and hygienic requirements for the air in the working area (with Amendment No. 1). - Introduction. 1989-01-01. – М.: Standartinform, 2008 – 95 p.
4. Resolution of the Chief Sanitary Doctor of the Russian Federation of January 28, 2021 No. 2 "On the approval of the joint venture and SanPin 1.2.3685-21" Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans ": Official Internet portal legal information URL: www.pravo.gov.ru from 03.02.2021, art. 0001202102030022. (date of appeal 19.09.2021)
5. Course and diploma design for ventilation of civil and industrial buildings: Textbook. Manual for universities / V.P. Titov, E.V. Sazonov, Yu.S. Krasnov and V.I. Novozhilov. - М.: Stroyizdat, 1985. – 208 p. (in Russian)
6. Supply and exhaust ventilation unit Ostberg HERU 1600 T RWR [Electronic resource] // Climatic company "MirCli". М.: 2007 – 2021. URL: <https://mircli.ru/Ostberg-HERU-1600-T-RWR/#section-performance-overview/>. (date of appeal 19.09.2021)

Minakova P.S., Agoshkov A.I., Tychina A.A.
Improving air quality in the workplace of a cement packer

Far Eastern Federal University
(Russia, Vladivostok)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-73

Abstract

The article deals with the problem of air pollution in the working area of the cement packer, as well as the effect of cement dust on the human body. It is proposed to carousel sealing method carousel machine in order to reduce the concentration of cement dust in the air of the working area.

Keywords: cement packing process, cement dust, worker health, carousel machine.

Аннотация

В статье рассматривается вопрос о проблемах загрязнения воздуха рабочей зоны упаковщика цемента, а также влиянии цементной пыли на организм человека. Предложен способ герметизации карусельной машины с целью снижения концентрации цементной пыли в воздухе рабочей зоны.

Ключевые слова: процесс упаковки цемента, цементная пыль, здоровье работающих, карусельная машина.

The cement industry is the leading branch of the building materials industry, which determines the economic potential of Russia along with such industries as metallurgy, electric power, chemistry and mechanical engineering, allowing to expand production volumes and the range of produced goods. The importance of cement cannot be overestimated, since it is used as a binder for the majority of dry building mixtures and serves as one of the main components.

«Spasskcement» JSC, located in the city of Spassk-Dalny is the largest cement producer in the Far East. The enterprise uses a full production cycle as its production technology, from the extraction and processing of raw materials to the production of more than 20 types of cement [1].

Despite the importance of cement production, it also has a number of disadvantages. Cement production is due to the negative impact on both the environment and the employees of the enterprises.

The main pollutant in the cement industry is cement dust generated in workshops where the processes of cement grinding, packaging and shipment in bags or in bulk are carried out. The dust generated during these processes is one of the unfavorable factors that have a negative effect on working personnel. According to a special assessment of working conditions, the concentration of dust at the workplaces of cement packers significantly exceeds the MPC in Table 1.

Table 1

Actual and standard values of dust in the air of the working area

Name of substance (working area)		Actual value	Standard Value	Hazard class	Working conditions class	Exposure time, %
Silicate-containing dust, silicates, aluminosilicates 1), high-alumina refractory clay, cement, olivine, apatite, clay, kaolin chamotte, mg/m ³	Carousel machine VSELUG	9.62	-/8	3		85
	Shift-Average concentration values	8.658	8		3.1	100
	Dust load, mg	21645	20000		3.1	

The effect of dust on the skin mainly comes down to mechanical irritation. As a result of such irritation, there is a slight itching, an unpleasant sensation, and when scratching, redness and some swelling of the skin may appear, which is an indication of an inflammatory process [1].

When dust gets on the mucous membranes of the eyes and upper respiratory tract, its irritating effect, both mechanical and chemical, is most pronounced, causing inflammation - conjunctivitis, which is expressed in redness, lacrimation, sometimes swelling and suppuration [1].

The digestive organs can be affected only by certain kinds of toxic dusts, which cause intoxication (poisoning) when absorbed even in a relatively small amount.

Long-term exposure to cement dust most often leads to the development of bronchitis, while pneumoconioses develop rarely and only under special conditions [1].

As noted earlier, one of the sources of dust release in the working area is the cement packing process, which begins with the supply of already cooled and enriched cement to the VSELUG Turbo 8 carousel machine (Figure 1). The machine consists of several autonomous filling modules located along the perimeter of the bunker rotating around the vertical axis. Empty bags are sequentially pushed onto the filling nozzles of the modules at the nozzle point, filled during the movement of the module from the nozzle point to the discharge point, and successively dumped onto the receiving conveyor. Feeder 1 serves to feed the product into the rotating bunker of the filling machine.

Each filling module 2 simultaneously performs two functions: filling the bags and dosing the product. The product is forced into the valve bags under pressure generated by turbine blowers. After filling an empty bag, the following sequence of actions is performed: pressing the bag, checking the presence of the bag, zeroing the container, filling with a "full" flow, filling with a "thin" flow, dropping the filled bag. The valves of the bags are closed at the moment of falling onto the receiving conveyor 4. All operations, except for the filling of empty bags, are performed automatically.

Figure 1. Carousel machine VSELUG Turbo 8

During the operation time of the carousel machine, cement periodically spills out of the nozzles, falling into the spill discharge funnel **5**, as a result of which, to prevent breakdowns, the machine must be blown out with compressed air. At the moment of blowing, the settled cement dust rises into the air and through an open opening in the enclosure of the filling machine **3** enters the room where the workers are located.

In order to reduce the concentration of cement dust at the time of the blowing, it is proposed to install 3 radius doors on the enclosure of the filling machine. Radius doors are the kind of doors installed on openings that have a cylindrical shape with a certain fixed radius (Figure 2).

Figure 2. Diagram and components of automatic doors and drive of radius doors G100R

1. Supporting structure. 2. Bearing profile. 3. Rail. 4. Carriage. 5. Bracket with rollers. 6. Belt. 7. Front cover. 8. Top cover. 9. Bottom cover. 10. Central cover. 11. End cover. 12. Engine section. 13. Drive control unit.

By sealing the machine, the majority of dust particles will move through the ventilation, and the rest will crumble into the hopper. We can safely say that with the help of the proposed measure, the concentration of cement dust in the room will be significantly reduced, which will improve working conditions at the workplaces of cement packers.

1. Electronic Resource https://vostokcement.ru/manufacture/?ELEMENT_ID=151
2. International Journal of Applied and Fundamental Research No. 2, 2012 Effect of cement dust on the human body A.S. Seminenko, E.N. Popov, D.Y. Malakhov. pp. 93-94

РАЗДЕЛ XV. МЕХАНИКА

Косачев С.Л.

Особенности дистанционного компьютерного тестирования в курсе теоретической механики на примере раздела «Общие теоремы динамики»

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-74

Аннотация

Обоснована необходимость компьютерного тестирования обучающихся при переходе на дистанционное образование. Изложена методика составления тестовых задач и проведения дистанционного контроля знаний студентов. Приведен пример составления тестовых заданий для компьютерного тестирования.

Ключевые слова: дистанционное обучение, контроль знаний, компьютерное тестирование, общие теоремы динамики.

Abstract

The necessity of computer testing of students in the transition to distance education is substantiated. The method of compiling test tasks and conducting remote control of students' knowledge is outlined. An example of compiling test tasks for computer testing is given.

Keywords: distance learning, knowledge control, computer testing, general theorems of dynamics.

Использование передовых технологий обучения позволяет значительно улучшить восприятие учебного материала и повысить качество обучения. Развитие информационных технологий привело к появлению на кафедре теоретической механики МГТУ им. Н.Э. Баумана нескольких направлений, связанных с использованием вычислительной техники в учебном процессе. К ним относятся:

- создание автоматизированной лаборатории по курсам теоретической механики и теории колебаний [1];
- создание анимационной виртуальной коллекции механизмов, дающей студентам наглядное представление о работе механизмов, встречающихся при изучении курса [2];
- разработка электронного онлайн-курса, включающего в себя видео лекции и семинары [3];
- разработка комплекса компьютерного тестирования студентов по различным разделам курса теоретической механики [4,5].

Особенно актуальное значение вопрос о внедрении в образовательный процесс информационных технологий приобрел в связи с началом пандемии КОВИД-19. С переходом вузов на дистанционное обучение, остро возникла потребность в новом программном обеспечении, которое позволяло бы оптимально организовать дистанционную проверку знаний студентов. Наличие таких программ позволило бы структурировать новый учебный процесс, освободив преподавателей от рутинной проверки и затратных по времени элементов передачи информации к студентам и от них.

На кафедре теоретической механики МГТУ им. Н.Э. Баумана было создано приложение для тестирования студентов [6], обеспечивающее удаленное хранение, передачу и верификацию базы данных задач, статистики и ответов студентов, идентификацию пользователей. Позднее возможности приложения были расширены за счет обеспечения

безопасности данных и внедрения элементов прокторинга. Одной из главных задач при создании такой системы, была разработка базы данных тестовых задач по всем разделам изучаемого курса.

В соответствии с модульно-рейтинговой системой оценки знаний, принятой в МГТУ им. Н.Э.Баумана, весь курс разделен на отдельные модули. Для получения зачета по модулю студент должен выполнить домашнее задание (ДЗ) и написать рубежный контроль (РК). По каждому контрольному мероприятию студент получает зачетные баллы, из которых в дальнейшем складывается итоговая оценка за модуль. При дистанционном обучении ДЗ студент выполняет традиционным способом и высылает решение на проверку преподавателю, а сдача РК происходит посредством компьютерного тестирования. Рассмотрим методику создания тестов на примере модуля «Общие теоремы динамики», являющегося центральным при изучении динамики в техническом вузе.

При создании пакета тестовых примеров требуется решить две основные задачи:

- обеспечить достаточное количество примерно равноценных по сложности задач, охватывающих весь материал модуля;
- минимизировать возможности студента для списывания готовых решений.

Интернет значительно упростил обмен информацией между студентами и решения ограниченного числа вариантов даже оригинальных контрольных задач и тестов мгновенно становятся доступны любому желающему. Как показала практика, уже после проведения первых РК, студенты активно начали создавать базу данных решенных задач, и даже проведение контрольных мероприятий «под камеру» и наличие в тестирующей программе элементов прокторинга, не может полностью гарантировать того, что работа выполнена студентом самостоятельно.

Для уменьшения вероятности использования студентом готовых ответов существует несколько подходов, основные из которых – это увеличение числа оригинальных задач, увеличение количества вопросов в тесте и уменьшение времени, отводимого на решение теста. В разработанной системе тестирования авторы попытались сохранить баланс между числом вопросов их сложностью и временем, отводимым на выполнение задания. Тесты формируются из 3 блоков вопросов, каждый из которых содержит несколько сотен вариантов. В первый входят достаточно простые вопросы, которые предполагают выбор студентом верного ответа из нескольких предложенных и проверяют знание им теоретической части курса – владение терминологией, основными понятиями, формулировками определений и теорем, знание формул. Второй проверяет умение студента записывать такие фундаментальные характеристики движения механической системы, как количество движения, кинетический момент, кинетическая энергия, работа и мощность силы. При этом ответы к задачам студент формирует сам, а не выбирает из нескольких предложенных программой. Третий блок включает в себя полноценные задачи. При начислении баллов, каждый блок вопросов имеет свой весовой коэффициент, который возрастает с увеличением сложности задания от 1 за первый вопрос до 4 за задачу. Из каждого блока студенту случайным образом выбирается один вопрос, на решение задания отводится 1 час времени. В зависимости от процента выполненных заданий (с учетом весовых коэффициентов) по результатам тестирования студенту выставляется оценка.

Если составление вопросов для первого блока унифицировать не удастся, то для второго и третьего это можно сделать, следуя следующей методике. Составляем расчетную схему механической системы, предпочтительно включить в нее стандартный набор тел: блок, груз, каток, чтобы охватить основные виды движения (поступательное вращательное и плоское), встречающиеся на практике. Далее для этой механической системы составляются вопросы для различных тестовых блоков. В таблице 1 приводится пример типичной расчетной схемы и вопросы к ней для различных блоков тестов.

Таблица 1.

Номер вопроса	Номер блока вопросов	Расчетная схема	Вопрос
1	2		Вычислить проекцию количества движения системы на ось x .
2	2		Вычислить кинетический момент системы относительно оси z , проходящей через точку O перпендикулярно плоскости рисунка.
3	2		Вычислить кинетическую энергию системы.
4	2		Вычислить сумму работ сил, действующих на тела системы, если груз прошел путь h вдоль наклонной поверхности
5	3		Вычислить скорость груза 1, если он прошел путь h вдоль наклонной поверхности. Движение началось из состояния покоя.
6	3		Вычислить ускорение груза 1.
7	3		Вычислить силу натяжения нити 4.

Таким образом, для одной расчетной схемы мы получаем четыре вопроса для второго блока тестов и три задачи для третьего блока. Число оригинальных, примерно равных по сложности схем, к сожалению, ограничено (в нашей программе использовано 50 расчетных схем). Поэтому становится важным увеличение числа вариантов исходных данных. Меняя для одной схемы исходные значения, такие как геометрические размеры, заданные кинематические характеристики, приложенные внешние силы, можно получить достаточно большое количество не повторяющихся вопросов для одной расчетной схемы.

Предложенный подход к составлению тестов хорош так же тем, что комбинируя определенным образом предлагаемые для тестирования блоки, можно получить тесты не только для проведения рубежного контроля по модулю, но и для проведения коротких, на 10-15 минут, самостоятельных работ по каждой пройденной теореме. Кроме того можно использовать отдельные блоки заданий из разных модулей для проведения итогового экзамена за семестр.

В осеннем семестре 2020 г. после перехода к дистанционному формату работы с ноября по февраль по предложенной методике было протестировано более 2000 студентов в рамках сдачи рубежного контроля, кроме того в 113 группах было проведено

экзаменационное тестирование. Опыт, полученный по результатам проведенной работы, позволяет сделать вывод о высокой эффективности предложенной методики тестирования.

1. Дубинин В.В., Витушкин В.В., Дубровина Г.И. Автоматизация эксперимента в лабораторном комплексе по механике. Сб. научно-методических статей «Теоретическая механика». Изд-во Московского университета, 2009, вып. 27, с. 117–136.
2. Дубинин В.В., Пашков А.В. Опыт создания и использования виртуальных моделей механизмов в курсе теоретической механики. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 12. URL: <http://engjournal.ru/catalog/pedagogika/hidden/1132.html>
3. Барышников Ю.Н., Косачев С.Л., Паншина А.В. Внедрение цифровых технологий в изучение курса теоретической механики. Международный форум– 2019 «Цифровые технологии в инженерном образовании: новые тренды и опыт внедрения»: сб. трудов. Ю.И. Димитриенко, ред. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020, с. 60–62.
4. Бондаренко Н.И., Косачев С.Л., Обносков К.Б., Стихно К.А. Актуальность компьютерного тестирования и его особенности при изучении темы «Сложное движение точки» в теоретической механике. Тенденции развития науки и образования 2021 .- № 72-1 .- С. 33 – 35 DOI: 10.18411/lj-04-2021-05
5. Бондаренко Н.И., Обносков К.Б., Паншина А.В. Компьютерное тестирование в курсе теоретической механики//Инженерный журнал: наука и инновации. Электронное научно-техническое издание, 2014, № 12(36). URL: <http://engjournal.ru/catalog/pedagogika/hidden/1340.html>
6. Стихно К.А., Худорожко М.В. Разработка и внедрение программного обеспечения для очного модульного тестирования знаний студентов. Международный форум–2019 «Цифровые технологии в инженерном образовании: новые тренды и опыт внедрения»: сб. трудов. Ю.И. Димитриенко, ред. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020, с. 106–108.

РАЗДЕЛ XVI. ЭНЕРГЕТИКА

Демин В.И., Седой Ю.Н.

Особенности измерения сопротивления заземляющих устройств в условиях вечной мерзлоты, скальных и сухих грунтов

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-75

Аннотация

При измерении сопротивления заземления в условиях вечной мерзлоты, скальных и сухих грунтов применение металлических измерительных электродов, предназначенных для забивки в грунт, вызывает определенные трудности, а в некоторых случаях и невозможность. На основе анализа работ, посвященных применению поверхностных переносных заземлителей электролитического типа, предложена его конструкция для решения данной проблемы.

Ключевые слова: меры защиты от косвенного прикосновения, защитное заземление, заземляющие устройства, сопротивление заземления, удельное электрическое сопротивление грунта, вечная мерзлота, поверхностный переносной заземлитель электролитического типа, электролит.

Abstract

When measuring the grounding resistance in permafrost, rocky and dry soils, the use of metal measuring electrodes designed for driving into the ground causes certain difficulties, and in some cases, it is impossible. Based on the analysis of works devoted to the use of surface portable electrolytic earthing devices, its design is proposed to solve this problem.

Keywords: measures of protection against indirect contact, protective grounding, grounding devices, grounding resistance, electrical resistivity of the soil, permafrost, surface portable grounding of the electrolytic type, electrolyte.

В соответствии с ПУЭ [1] для защиты персонала от появления напряжения на металлических корпусах оборудования вследствие нарушения изоляции применяются меры защиты от косвенного прикосновения, а именно, защитное заземление.

Заземляющие устройства располагаются в земле на глубине 0,5 м. Это обстоятельство накладывает определенные трудности при организации их эксплуатации.

Поэтому, в соответствии с ПТЭЭП [2] эксплуатация заземляющих устройств сводится к определению их технического состояния, которое включает в себя визуальные осмотры видимой части, осмотры заземляющего устройства с выборочным вскрытием грунта, измерение параметров заземляющего устройства.

Для обеспечения надежной защиты персонала от поражения электрическим током при пробое изоляции на корпус оборудования по требованиям Ростехнадзора в организациях и на предприятиях ежегодно должно проводиться измерение сопротивления заземления с оформлением протоколов измерения. Для этого должны привлекаться электротехнические лаборатории, имеющие аккредитацию в Ростехнадзоре.

Основная цель измерения – это проверка соответствия сопротивления заземления установленным в ПУЭ нормам. Особенностью нормирования сопротивления заземления ПУЭ является привязка его к удельному электрическому сопротивлению грунта в месте измерения. Другими словами это значит, что при измерении сопротивления заземления должно проводиться также измерение удельного электрического сопротивления (УЭС) грунта. Например, для электроустановок напряжением до 1000 В с глухозаземленной

нейтралью сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генератора или трансформатора или выводы источника однофазного тока, в любое время года должно быть не более 4 Ом при напряжении 220 В источника однофазного тока при УЭС до 100 Ом·м [1].

При проведении измерений сопротивления заземления кроме измерительного прибора (типов М-416, Ф-4103, SEW 1820ER и др.) необходимы два металлических стержня, которые забиваются в землю и используются в качестве потенциального (П) и токового (Т) электродов для реализации метода измерения «вольтметра-амперметра» (рисунок 1) [3,4].

Рисунок 1. Схемы расположения электродов при измерении сопротивлений сложных заземлителей и одиночных горизонтальных полос:

а – двухлучевая; б – однолучевая; П – потенциальный электрод; Т – токовый электрод

Измерительные электроды перед проведением измерений забиваются с помощью молота в землю (рисунок 2) [3,4].

Рисунок 2. Устройство для забивки стержня в грунт и извлечения стержня из грунта:

1 – замок; 2 – молот

При сухом грунте для обеспечения требуемой величины сопротивления электрода, т.е. обеспечения надежного контакта металла с грунтом, возникает необходимость применять несколько стержней в качестве одного электрода.

Для измерения удельного электрического сопротивления грунта применяется симметричная четырех электродная схема Веннера (рисунок 3) [3,4].

Рисунок 3. Схема Венеры для измерения удельного электрического сопротивления грунта:
 a – расстояние между электродами, м

В северных районах РФ, где преобладают вечномёрзлые грунты, выполнение операции по забивке измерительных электродов вызывает определенные трудности, а иногда просто невозможно их выполнить. Такие же ограничения возникают и при проведении измерений в скалистых грунтах.

В [5] рассмотрена возможность достижения электролитического контакта заземляемого корпуса передвижной электроустановки с грунтом, сделан вывод о возможности электролитического контакта с вечномёрзлым и скалистым грунтом за счет растекания электролита в грунте.

В [6] рассмотрен способ эксплуатации переносного заземлителя электролитического типа.

Для определения эффективности применения заземлителей электролитического типа на макетном образце проводились экспериментальные исследования.

На рисунке 4 показан внешний вид макетного образца поверхностного переносного заземлителя электролитического типа (ППЗЭЛТ).

Рисунок 4. Внешний вид макетного образца ППЗЭЛТ

На основе проведенного анализа конструктивных особенностей электролитических заземлителей в работе предложена конструкция ППЗЭЛТ для использования в качестве измерительных электродов для измерения сопротивления заземляющих устройств (рисунок 5).

Рисунок 5. Конструкция ППЗЭЛТ

Таким образом, в работе предлагается для проведения измерения сопротивления заземления в вечномёрзлых и скалистых грунтах использовать ППЗЭЛТ.

На рисунке 6 показано устройство ППЗЭЛТ, предлагаемого в качестве измерительного электрода для измерения сопротивления заземления.

Рисунок 6. Поверхностный переносной электролитический заземлитель:

1 – резервуар; 2 – зажим для подключения измерительного прибора; 3 – пористая пробка; 4 – приспособление дросселирования воздуха; 5 – электролит

ППЗЭЛТ состоит из резервуара 1, зажима для подключения измерительного прибора 2, пористой пробки дна резервуара 3, дополнительной пористой пробки в отверстии для залива электролита 4, электролита 5.

Для непосредственного использования ППЗЭЛТ устанавливают дном на поверхность грунта, открывают приспособление дросселирования воздуха 4 и в образовавшееся отверстие заливают электролит 5. В качестве электролита предлагается использовать водный раствор поваренной соли NaCl . В зависимости от температуры окружающего воздуха (например, при низких температурах) необходимо изменять концентрацию электролита.

Через проводящую пористую пробку 3 дна резервуара ППЗЭЛТ происходит фильтрация электролита в грунт. Пористая пробка дна заземлителя изготавливается из пористого, проводящего электрический ток, проницаемого для электролита материала и стойкого к воздействию электролита. Таким требованиям в полной мере отвечают пористые сетчатые металлы из стали марки 12Х18Н10Т. После смачивания электролитом грунта устанавливается связь измерительной цепи прибора с грунтом. Приспособление дросселирования воздуха 4 закрывают для прекращения связи внутреннего объема резервуара и атмосферы, что позволяет увеличить время эффективного использования ППЗЭЛТ при измерении сопротивления заземления.

К зажиму для подключения измерительного прибора 2 подключают измерительные провода и проводят измерение. Контакт ППЗЭЛТ с грунтом обеспечивается за счет проникновения электролита в поры мерзлого или скалистого грунта.

Таким образом, применение ППЗЭЛТ в качестве измерительных электродов при измерении сопротивления заземления в районах вечной мерзлоты, скалистого или сухого грунтов позволит надежно обеспечить проведение измерительного контроля состояния заземляющих устройств, тем самым повысить безопасность обслуживающего электрооборудование персонала при его эксплуатации.

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд. СПб.: ДЕАН, 2002. - 176 с.
2. Приказ Министерства энергетики РФ от 13.01.2003 г. № 6 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок Потребителей (ПТЭЭП)» (в ред. приказа Минэнерго России от 13.09.2018 г. № 757).
3. Карякин Р. Н. Нормы устройства сетей заземления/ Изд. 3-е. – М.: Энергосервис, 2002. - 235 с.
4. Энговатова В.В. Электробезопасность: учебное пособие/ В.В. Энговатова, В.И. Демин; ФГБОУ ВПО КубГТУ, кафедра «Безопасность жизнедеятельности». – Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2015. – 104 с.
5. Демин В.И. О возможности достижения электролитического контакта заземляемого корпуса передвижной электроустановки с грунтом [Электронный ресурс] // Научные труды КубГТУ: электрон. сетевой политематич. журн. 2015. № 6. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/485>.
6. А.с. 1390670 СССР, МКИ Н 01 R 4/66. Способ эксплуатации пере-носного заземлителя/ Е.С. Есин, В.А. Петров, Н.Н. Сапига, Р.А. Ляпунов, В.И. Демин, А.С. Попов (СССР). - № 4096260; заявл. 05.08.86; опубл. 23.04.88. - 2 с.: ил.

Тихонов А.И.¹, Эрнст А.Д.¹, Соловьев А.А.², Левочкина Н.А.³

К вопросу эффективности практического использования скорректированной методики расчета молниеотводов высоковольтных подстанций

¹ФГБОУ ВО ОмГТУ

²ФГБОУ ВО СибаДИ

³ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К. Г. Разумовского (ПКУ)»

(Россия, Омск)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-76

Аннотация

Приведены результаты опыта практического использования скорректированной и разработанной в ОмГТУ компьютерной программы расчета молниеотводов силовых подстанций взамен устаревшей программы расчета по методике Акопяна. Эта программа широко используется при выполнении лабораторных работ, домашних заданий и дипломных проектов. Сделаны выводы о целесообразности ее применения в качестве официальных инструктивных положений, рекомендуемых, например, в «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» [1].

Ключевые слова: молниезащита подстанции, стержневой молниеотвод, прямые удары молнии.

Abstract

The results of the experience of practical use of the corrected and developed in OmSTU computer program for calculating lightning rods of power substations instead of the outdated calculation program according to the Hakobyan method are presented. This program is widely used when performing laboratory work, homework and diploma projects. Conclusions are drawn about the expediency of its application as official instructional provisions recommended, for example, in the "Instructions for lightning protection of buildings, structures and industrial communications" [1].

Keywords: substation lightning protection, rod lightning conductor, direct lightning strikes.

Молниезащита любой высоковольтной подстанции, как городского и промышленного электроснабжения, так и тяговой подстанции всех видов электротранспорта, должна иметь очень высокую надежность, поскольку выход из строя любой из них приведет к большому социальному и экономическому ущербу. К примеру, весьма ответственные тяговые высоковольтные подстанции Транссибирской магистрали (Транссиба) России, питающие электрический грузовой и пассажирский локомотивы, на протяжении 9288,2 км имеют 66 участков, из которых на постоянном токе 4 участка (1,5 кВ) и 25 участков (3 кВ), а также 37 участков – на переменном токе (25 кВ) [3]. Любая из этих подстанций в результате прямого удара молнии может выйти из строя, что приведет к непредвиденной остановке поезда и срыву его графика работы. Поэтому защита таких подстанций от прямых ударов молнии является крайне актуальной задачей.

Основным способом защиты любой силовой подстанции от прямых ударов молнии обычно является установка на ее территории стержневых молниеотводов, устанавливаемых на различных конструкциях такой подстанции: порталах, опорах высоковольтной линии, прожекторных мачтах, закрытых распределительных устройствах (ЗРУ) и т.д. [4]. При этом эффективность молниеотвода определяется его зоной защиты – пространством вокруг него, в котором объект защищен от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Защищаемый объект не поражается молнией, если он полностью входит в зону молниеотвода.

Методики расчета молниеотводов в СССР и России изменялись и корректировались неоднократно. По мнению многих специалистов, наиболее удачной явилась методика, предложенная Всесоюзным электротехническим институтом имени В.И. Ленина (ВЭИ) на основе исследований, проведенных в 1936-1940 гг. А.А. Акопяном, которая вошла в «Руководящие указания по расчету зон защиты стержневых и тросовых молниеотводов» [4].

Согласно этой методике зона защиты одиночного молниеотвода представляет из себя «шатер», в котором находящийся на границе этой зоны h_x объект считается защищенным с вероятностью $P \sim 0,999$, рис. 1.

Рисунок 1. Зона защиты одиночного молниеотвода

Границы внешней зоны двойного молниеотвода аналогичны одиночному (рис. 2) при этом граница зоны защиты между молниеотводами (в вертикальном сечении) определяется окружностью радиуса R , проходящей через вершины молниеотводов и точку, расположенную посередине между молниеотводами на высоте

$$h_c = h - a/7,$$

где a - расстояние между молниеотводами, м.

Рисунок 2. Зоны защиты двойного молниеотвода

На рис. 3 согласно этой же методике показаны зоны защиты трех (а) и четырех (б) молниеотводов в горизонтальном сечении.

Рисунок 3. Зоны защиты трех (а): 1-2-3 и четырех (б): 1-2-3-4 молниеотводов на высоте h_x

Внешняя часть зоны защиты трех молниеотводов рис. 3а определяется так же, как и зона защиты двух молниеотводов. А условие защищенности всей остальной площади, ограниченной треугольником, выражается соотношением $h_a \geq D/8$, где D – диаметр окружности, проведенной через три молниеотвода, h_a – активная зона защиты.

Для четырех молниеотводов рис. 3б, лежащих в вершинах прямоугольника, при проверке защищенности всей площади на уровне h_x нужно брать диагональ D .

При расчете таких молниезащит площадь подстанции разбивается на треугольники или четырехугольники и определяется высота молниеотводов по формулам Акопяна:

$$h_{1,2,3} = h_0 + D/8 \quad \text{и} \quad h_{1,2,3,4} = h_0 + D/8, \quad (1)$$

где h_0 – это самый высокий объект в треугольнике или четырехугольнике.

Долгие годы эта методика была основной для расчета зон защиты молниеотводов станций и подстанций вследствие удобства расчетов, так как она позволяет по высоте защищаемого объекта сразу определять высоты 3-4 соседних молниеотводов. Однако, в дальнейшем в результате многократных наблюдений за ударами молнии в реальных условиях появились сомнения в результатах, полученных А.А. Акопяном на моделях: видеозаписи показали, что удар молнии не всегда бьет в вершину молниеотвода.

Поэтому В 60-е годы энергетическим институтом имени Г.М. Кржижановского (ЭНИН) предложена упрощенная методика построения зон защиты одиночного молниеотвода, в которой шатер заменен отрезками двух прямых (рис. 4) и учтено, что вершина молниеотвода не защищена, а зона защиты молниеотвода высотой до 150 м представляет собой круговой конус высотой $h_0 < h$. Эта методика рекомендуется в новой “Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122. - 87” [5].

Далее, в 1999 году вышло “Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозных и внутренних перенапряжений”, где рекомендуется распространить “Инструкцию...” [5] на расчет молниезащиты станций и подстанций. Причем станции и подстанции до 750 кВ следует защищать молниеотводами с зоной типа А, а напряжением 750 кВ и выше - зоной типа Б.

Рисунок 4. Упрощенная методика построения зоны защиты одиночного молниеотвода

В дальнейшем эта методика была отредактирована и в 2003 году приказом Минэнерго России утверждена новая «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» [1], в которой зон А и Б уже нет и которая содержит формулы расчета для одного и двух молниеотводов различных зданий и сооружений для разных надежностей, но с какой надежностью следует защищать подстанции - не дано (лишь сказано, что надежность защиты «должна быть согласована с органами государственного контроля»). В инструкции также сказано, что «при разработке молниезащиты в случаях, когда требования отраслевых нормативных документов являются более жесткими, чем в настоящей Инструкции, то рекомендуется выполнять отраслевые требования». Более того, в ней отсутствуют формулы для 3 и 4 молниеотводов. Поэтому пока этой инструкцией воспользоваться сложно.

Поэтому на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий» ОмГТУ решено на основании расчета и эксперимента дополнить новую методику формулами для 3 и 4 молниеотводов, аналогичными формулам Акопяна (1) только в новых формулах должен стоять другой коэффициент: K , а не 8.

Расчеты и их анализ показали, что коэффициент K в этой методике не является постоянным и зависит от многих факторов. Особенно он сильно влияет на величину вероятности защиты, что очень важно. Существенное влияние на величину K также оказывают размеры защищаемой площади.

Поэтому было решено найти значение K для конкретной задачи, в качестве которой была выбрана молниезащита типовых подстанций 110/ 6-10 кВ и 35/6-10 кВ, при этом расчеты показали, что значение K для расчета типовых подстанций 110/6-10 кВ и 35/6-10 кВ можно принять равным 7.

$$h_{1,2,3} = h_c + D/7 \quad \text{и} \quad h_{1,2,3,4} = h_c + D/7 \quad (2)$$

Как показали расчеты, молниеотводы будут получаться примерно на 5% выше, чем по методике Акопяна. Это вызвано тем, что у новой методики h_c (рис. 4,б) для двух молниеотводов немного меньше, чем по методике Акопяна.

Расчетные данные были проверены экспериментально, при этом расчетные и экспериментальные данные хорошо совпадали. Результаты проверки изложены в [2].

Выводы.

Скорректированная методика расчета молниеотводов высоковольтных подстанций, выполненная на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий» ОмГТУ, удобна как для ручного расчета, так и для составления программы на ЭВМ.

Ее эффективность состоит в том, что она является наиболее универсальной как для выполнении лабораторных работ, домашних заданий и дипломных проектов в ВУЗе, так и для рекомендации ее включения в нормативные документы по защите высоковольтных подстанций различного назначения, так как тщательно выполненные расчеты показывают, что зоны защиты молниеотводов по старой и новой методикам существенно различаются.

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.- М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. – 48 с.
2. Шкаруба М. В., Соловьев А. А., Тихонов А. И., Эрнст А. Д. Развитие методики расчета подстанций высоковольтных линий от прямых ударов молнии // Вестник Сибирского отделения Академии военных наук № 47 - Омск: СО АВН, 2018.-153 с - С. 147-152.
3. Электрификация Транссиба. [Электронный ресурс] - URL: <http://www.transsib.ru/cat-electric.htm>.
4. Руководящие указания по расчету зон защиты стержневых и тросовых молниеотводов. – М.: СЦНТИ., 1974. - 19 с.
5. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД 34.21.12г. - 87 / Минэнерго СССР. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 56 с.

Minakova P.S., Tolmachev K.I., Mavromati A.V.
Improvement of gas pumping unit anti-surge protection system

*Far Eastern Federal University
(Russia, Vladivostok)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-77

Abstract

The article discusses the issue of increasing the efficiency of the anti-surge protection by replacing the control seat valve with an axial valve to improve the reliability of the blowers, safe operation and increase the productivity of the compressor station.

Keywords: surging effect, anti-surge control system, centrifugal air blower, actuator valve, compressor station.

Аннотация

В статье рассматривается вопрос о повышении эффективности работы антипомпажной защиты, путём замены регулирующего седельного клапана на клапан осевого типа для улучшения надежности нагнетателей, безопасной работы и увеличения производительности компрессорной станции.

Ключевые слова: помпаж, антипомпажное регулирование, центробежный нагнетатель, регулирующий клапан, компрессорная станция.

Reliable and efficient operation of pipeline gas transmission systems is determined by ensuring the gas-dynamic stability of centrifugal blowers of gas-pumping units. A loss for various reasons of gas-dynamic stability, the centrifugal supercharger leads to a surge mode, which is characterized by intense fluctuations in the gas flow rate and pressure in the "supercharger-mains" system, which, in turn, often leads to accidents with major breakdowns of the centrifugal supercharger, the drive engine of the gas pumping unit and other equipment. To eliminate these phenomena and ensure reliable operation of centrifugal blowers of gas-pumping units, a design is considered with the help of which it is possible to regulate the gas supply and eliminate pulsations during the operation of gas transmission systems.

To protect the centrifugal blower from surging, gas bypass from the compressor outlet to its inlet is used in the amount required to avoid surging.

The compressor has a gas return line with an anti-surge valve, which returns the cooled gas to the receiving tank after the cooler at the compressor discharge.

The side stream from the discharge chiller of the pipeline booster is connected to the gas from the inlet separator in the dew point control module. In winter, this line maintains zero flow under normal conditions, but in summer this line is constantly used.

The recirculation flow to the inline booster compressor is controlled by an anti-surge control, capacity and speed controllers. This system operate the line pressure valve from the chiller of the pipeline booster compressor into a separator at the inlet of this compressor to prevent surge.

The suction pressure of the pipeline booster compressor is monitored by a pressure gauge that sends a signal to the anti-surge controller. [3]

The discharge pressure of a pipeline booster compressor also is monitored by a pressure gauge which sends a signal to the anti-surge control, capacity and speed control.

When compressors are running in parallel, the load sharing controller monitors the common suction manifold pressure by adjusting the load controller setpoints. The flow controllers provide signals to the anti-surge control system and to control the capacity and speed of the booster compressors. Flow controllers balance the compressors by equalizing the flow of each compressor. [6]

The anti-surge protection controller, based on the pressure and temperature parameters, flow rate on the suction line, pressure and temperature on the discharge line, as well as the temperature after installing the coolers of the air cooler, adjusts the degree of opening of the anti-surge valve thereby bypassing the gas into the receiving tank.

In a centrifugal compressor of a gas compressor unit, in addition to the main operating modes, unacceptable and unstable modes are also observed.

The compressor mode is called unstable if after any disturbance of the equilibrium state there is no recovery into working mode. And, conversely, if, after the disappearance of the disturbance, the initial regime is restored. [4]

The unstable operation of the compressor manifests itself in the form of a significant non-stationary gas flow in the compressor elements. The forces on the impellers, housing elements, bearings, couplings, etc. increase, which leads to serious breakdowns and sometimes complete equipment failure. Due to the uneven supply of gas to the consumer and the high probability of equipment breakdown, operation in such modes is unacceptable.

Surge is the stalling of the gas flow in the compressor with a loss of dynamic stability. The resulting fluctuations in gas flow and pressure can lead to equipment destruction. The surge phenomenon occurs when the pressure at the outlet of the supercharger is high and the gas flow through it is low.

Surge is a systemic phenomenon that can form in vane blowers in which the continuous flow of the supplied gas is disrupted and becomes irregular or pulsating. In the process, not only the compressor itself is under load, but also all other components of the system, namely: pipes, fittings, containers, tanks, couplings, etc. The phenomenon is usually accompanied by high radial and axial vibration, and large fluctuations in pressure and temperature at the inlet and outlet of the compressor. Strong claps and blows are also a sign of this phenomenon. Surge is typical only for axial and centrifugal compressors. [2]

Due to their design, axial flow control valves have a significantly higher flow capacity than conventional globe valves, allowing smaller valves to be used. Large flow rates can also be used to minimize pressure drop on a valve or for other purposes, such as special control characteristics, noise reduction, cavitation control, or expanding the control range to accommodate future process changes. [1]

The axial valve has a very rigid design, which, combined with the relatively small dimensions of the actuators, results in a low weight and compactness. These benefits increase with valve size and pressure class, which is of particular interest for offshore installations. The valve requires a small footprint to install, which reduces not only the risks associated with transportation, but also the installation and maintenance costs.

In a conventional globe valve, turbulence and high outlet speeds increase the risk of vibration-related failures. Multiple flow paths reduce trim performance and result in unbalanced trim forces.

The axial flow control valve body has a high pressure build-up rate so that energy conversion occurs only in trim. This favorably distinguishes such a valve from a conventional seated valve, in which part of the energy is converted in an uncontrolled manner in the body itself. The even distribution of the flow through the separator ensures effective noise reduction.

The noise level from the flow of the medium through the body is low, since by its very nature the design of the axial-type control valve helps to reduce turbulence to a minimum. The supporting ribs of the inner shell are streamlined and do not cause turbulence and associated noise. [5].

Compared to a seat-type valve, an axial-type valve has several advantages, namely:

- low noise during operation;
- small overall dimensions (light weight and compactness);

- high throughput;
- minimal possibility of leaks (all-metal body);
- reduction of flow turbulence due to the symmetrical flow of the gas flow.

1. Avtonomov Yu. N. Innovative automation technologies. // Fisher anti-surge valves in anti-surge control and compressor protection systems, 2016 - pp. 61-64
2. All about gas transport // Theory // Blower surge // URL: <https://habr.com/ru/post/274497/> (Accessed 25 September 2021)
3. Krutikov, T. E. System for diagnosing the pre-surge state of a centrifugal compressor M. : SPb., 2003. - 235 p.
4. Nischeta V.V. Surge prevention for single and parallel operating natural gas blowers / Poverty V.V., Trifonov N.G., Ovchinnikov V.P. - Metallurgical processes and equipment, 2007. vol. 4. pp. 43–47.
5. JV "Mokveld Marketing" Axial-type control valve // Design with a straightened medium flow that meets high requirements, 2017. - vol. 12 - pp. 8 – 11
6. Habr. // Analysis and design of systems // Algorithms // Industrial programming // SCADA // - URL: <https://habr.com/ru/post/274497/> (Accessed 25 September 2021)

РАЗДЕЛ XVII. ФИЗИКА

Пылаев А.П.

О неудачной попытке Эйнштейна вывести формулы преобразования Лоренца

Снежинский физико-технический институт
(Россия, Снежинск)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-78

Аннотация

Показано, что в своей широко известной работе «К электродинамике движущихся тел» Эйнштейн в попытке вывести формулы преобразования Лоренца путем предложенного им мысленного эксперимента проявил физически ошибочную трактовку этого эксперимента и недобросовестность.

Ключевые слова: принцип относительности, скорость света, инерциальные системы отсчета, пространство, координаты, время.

Abstract

It was shown that for explanation of experimental results on diffraction of micro particles it does not need to use the de Broglie wave's concept. Such the results can be described with the aid of the Heisenberg uncertainties relation. As for examples the known results of experiments conducted by C. Davisson and L. H. Germer on diffraction of electrons and by Rutherford on α particles scattering are considered.

Keywords: quantum number, electron diffraction, α -particles scattering, diffraction lattice, de Broglie waves.

Введение

Во второй половине XIX века многими лабораториями проводились интенсивные исследования, касающиеся распространения света [1]. Майкельсон и Морли в своем эксперименте [2] установили, что скорость света не зависит от скорости системы отсчета, в которой проводятся измерения. Нидерландский физик Лоренц на основании этого факта предположил [3], что движение материальных тел через эфир (принимаемый за абсолютную систему отсчета) сопровождается уменьшением размеров тел в направлении движения и получил формулы, связывающие пространственные координаты и время в инерциальных системах отсчета. Французский физик Пуанкаре назвал эти формулы преобразованиями Лоренца [4]. Лоренц получил эти формулы на основании анализа электромагнитных процессов, рассматриваемых из различных инерциальных систем отсчета. Эйнштейн, желая продемонстрировать свои способности, в работе [5] сделал попытку получить эти формулы с помощью предложенного им мысленного эксперимента, и в итоге своего рассмотрения он правильно записывает эти формулы. Но парадокс заключается в том, что 1) трактовка этого мысленного эксперимента ошибочна и 2) даже, если принять без анализа («на веру») эту трактовку как правильную, невозможно получить формулы Лоренца путем правильных алгебраических действий. То есть, Эйнштейн, зная эти формулы и не делая ссылку на работы Лоренца, продемонстрировал недобросовестность.

Мысленный эксперимент Эйнштейна

В §3 указанной выше работы Эйнштейн на основании принципа относительности и постоянства скорости света рассматривает две системы отсчета: неподвижную систему $K(x, y, z, t)$ и движущуюся относительно этой системы со скоростью v в направлении оси x систему $k(\xi, \eta, \zeta, \tau)$, так что оси ξ , η и ζ параллельны соответственно осям x , y и z .

Цитата из работы (5), стр. 14: «Если мы положим $x' = x - vt$, то ясно, что точка, покоящейся в системе k , будет принадлежать определенный, независимый от времени набор

значений x' , y , z ... Пусть из начала координат системы k в момент времени τ_0 посылается луч света вдоль оси X в точку x' и отражается оттуда в момент времени τ_1 назад, в начало координат, куда он приходит в момент времени τ_2 . Тогда должно существовать соотношение (у Эйнштейна отсутствует нумерация формул, для удобства изложения оба нижеследующих соотношения нами пронумерованы)

$$\frac{1}{2}(\tau_0 + \tau_2) = \tau_1, \quad (1)$$

или, выписывая аргументы функции τ и применяя принцип постоянства скорости света в покоящейся системе, имеем

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \left[\tau_0(0, 0, 0, t) + \tau_2 \left(0, 0, 0, \left\{ t + \frac{x'}{V-v} + \frac{x'}{V+v} \right\} \right) \right] = \\ = \tau_1 \left(x', 0, 0, t + \frac{x'}{V-v} \right). \end{aligned} \quad (2)$$

В приведенном соотношении V – скорость света в вакууме. Рассматриваемый мысленный эксперимент можно проиллюстрировать схемой, показанной на рисунке, где $K(x, y, z, t)$ – неподвижная система отсчета. Устройство, состоящее из излучателя (точка O) и отражателя света (точка A), с неизменным расстоянием между ними, движется со скоростью v в направлении оси x системы K . С этим устройством связывается система отсчета $k(\xi, \eta, \zeta, \tau)$.

Рисунок 1. Схема мысленного эксперимента.

Исходя из приведенной цитаты, следует считать, что x' – это расстояние между излучателем и отражателем, измеренное в системе K , а $x(t)$ – координата отражателя в этой системе, ибо только тогда будет справедливо соотношение, приведенное Эйнштейном: $x' = x - vt$. Поэтому непонятно, почему «луч света посылается в точку x' », а не в точку A .

Исходя из соотношения (1), Эйнштейн принимает, что световой сигнал при измерении в системе k проходит расстояние от излучателя к отражателю и обратно за равные промежутки времени, то есть в этом случае скорость света не зависит от движения системы отсчета. Однако, из соотношения (2) видно, что при измерении в системе K аналогичные промежутки времени у него не равны, то есть при движении луча света в одну сторону скорость равна $(V - v)$, а в противоположную – $(V + v)$. Но это противоречит результатам опытов Майкельсона-Морли, которые утверждают, что скорость света в вакууме не зависит от системы отсчета, а в указанном соотношении скорость луча света при движении в одну сторону меньше скорости света в вакууме, а в другую – больше. В этом и заключается ошибочная трактовка Эйнштейном своего мысленного эксперимента.

Математические манипуляции

Далее Эйнштейн, производя в соотношении (2) предельный переход:

$$x' \rightarrow 0,$$

получает уравнение, связывающее τ с x' и t :

$$\frac{\partial \tau}{\partial x'} + \frac{v}{V^2 - v^2} \frac{\partial \tau}{\partial t} = 0. \quad (3)$$

Решением этого уравнения является функция

$$\tau = a \left(t - \frac{v}{V^2 - v^2} x' \right). \quad (4)$$

В дальнейшем Эйнштейн находит, что $a = 1$, поэтому далее использоваться эта константа в выражениях не будет. Подставляя в (4)

$$\tau = \frac{\xi}{V} \text{ и } t = \frac{x'}{V - v},$$

он получает

$$\xi = \frac{x'}{1 - \frac{v^2}{V^2}}. \quad (5)$$

Далее он в выражения (4) и (5) вместо x' подставляет $x' = x - vt$ и выписывает следующие формулы, причем совершенно безосновательно помещая знаменатели выражений под квадратный корень и тем самым превращая то, что у него получилось, в формулы из преобразований Лоренца:

$$\tau = \frac{t - \frac{vx}{V^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{V^2}}}, \quad (6)$$

$$\xi = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{V^2}}}. \quad (7)$$

Но, следуя алгебраическим правилам, нельзя из выражений (4) и (5) посредством указанной подстановки получить выражения (6) и (7). Действительно, сделаем такую подстановку и в результате получим:

$$\begin{aligned} \tau &= t - \frac{v}{V^2 - v^2} x' = t - \frac{v}{V^2 - v^2} (x - vt) = t - \frac{vx}{V^2 - v^2} + \frac{v^2 t}{V^2 - v^2} = \\ &= \frac{V^2 t - v^2 t - vx + v^2 t}{V^2 - v^2} = V^2 \left(\frac{t - \frac{vx}{V^2}}{V^2 - v^2} \right) = \frac{t - \frac{vx}{V^2}}{1 - \frac{v^2}{V^2}}, \\ \xi &= \frac{x'}{1 - \frac{v^2}{V^2}} = \frac{x - vt}{1 - \frac{v^2}{V^2}}. \end{aligned}$$

Дело в том, что Лоренц опубликовал свои результаты, включающие преобразования координат и времени от одной инерциальной системы отсчета к другой, в 1904 году, а Эйнштейн данную работу – в 1905 году, поэтому поместить знаменатели выражений (6) и (7) под квадратный корень он мог, только зная эти формулы. В своей работе он попытался получить их с помощью описанного мысленного эксперимента, но когда у него это не получилось, он подтасовал результат, ибо не приходится подозревать его в совершении случайной алгебраической ошибки.

Заключение

Изложенные факты заставляют усомниться в научной добросовестности Эйнштейна, тем более что его статья «К электродинамике движущихся тел» не содержит ни одной ссылки на работы других авторов. Дело предстает таким образом, что у истоков специальной

теории относительности стоял только сам «великий» Эйнштейн. Однако проведенный анализ его мысленного эксперимента приводит к мысли, что он не совсем понимал истоки этой теории.

1. Принцип относительности. Сборник научных работ, составитель А. А. Тяпкин, Атомиздат, 1973.
2. Michelson A. A., Morley E. W. On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether. The American Journal of Science, III series, vol. 34, 1887.
3. Hendrik Lorentz. Electromagnetic phenomena in a system moving with any velocity smaller than that of light. Proceedings of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, 6, 1904, pp. 809–831.
4. Пуанкаре А. О динамике электрона. Избранные труды, т. III, с. 429. Наука, Москва, 1974.
5. Альберт Эйнштейн. К электродинамике движущихся тел. Собрание науч-ных трудов, т. I, стр. 7-35. Наука, Москва, 1965.

РАЗДЕЛ XVIII. НАНОТЕХНОЛОГИИ

Сухачевская А.Г.

Нейронные сети и их применение в решении задач АПК

*Государственный Аграрный Университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-79

Аннотация

Данная статья посвящена изучению нейронных сетей и их использованию в решении задач АПК. В статье определено понятие нейронных сетей, также выявлено их влияние на развитие процессов в сельском хозяйстве. В работе раскрывается один из методов использования нейронных сетей в решении задач АПК.

Ключевые слова: нейронные сети, искусственный интеллект, инновации, сельское хозяйство.

Abstract

This article is devoted to the analysis of the development of modern technologies in agricultural production, their impact on the implementation of innovations. The article considers the geoinformation system and how it is used in the agricultural sector.

Keywords: computer technologies, programming, geoinformation system, innovations, agro-industrial complex.

В настоящее время наш мир характерен изобилием информационного потока, а человек является неотъемлемой частью этого мира и напрямую воздействует с информационной эпохой. Мозг человека не способен работать с огромным количеством информации и перерабатывать ее, он имеет свойство перегружаться, после чего интеллект становится малоэффективен. Следовательно, актуальность применения нейронных сетей в данном случае возрастает. Нейронные сети уже интегрированы в жизнь современного человека, тем самым помогают нам в решении большого числа задач.

Изучение нейронных сетей началось еще в двадцатом веке, но более широко они стали применяться несколько позже. В 1943 году учеными У. Питтом и У. Маккалоком было сформировано само понятие нейронной сети. Также, свой вклад в разработку внесли ученые Н. Винер и Д. Вебб. Н. Винер представил биологические процессы организма в виде математических моделей, а через 6 лет в 1949 году ученым Д. Веббом был предложен первый алгоритм обучения сети.

Искусственные нейронные сети (ИНС) — это математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма [3, с. 10]. Другими словами, человеческий мозг — это биологическая нейронная сеть, в которой органы чувств передают нейронным сетям информацию о каких-либо раздражителях, после чего нейронные сети обрабатывают полученную информацию и выдают человеку отчет. Искусственный нейрон устроен по принципу биологического нейрона, но имеет более упрощенную структуру. Алгоритм работы данных нейронов с точностью повторяется. Благодаря данному принципу работы, нейронные сети способны анализировать информацию, запоминать ее, воспроизводить из памяти, а также распознавать образы на фото и видео с прогнозированием.

Особенность нейронных сетей заключается в том, что они подобно человеческому мозгу обучаются, а не программируются. Для того, чтобы нейронные сети были готовы выполнить и решить поставленную задачу, их необходимо обучить. Выделяют всего три

способа обучения сети: с учителем, без учителя, с подкреплением. Процесс обучения с учителем представляет собой предоставление сети выборки обучающих примеров, то есть истинных значений: теги, классы, показатели. К примеру, зная, что $1+1=2$ и $2+2=4$, она сама предполагает, что $2+1=3$. Каждый нейрон из сети умеет обрабатывать сигнал, а поскольку их миллиарды, то входящая информация на входе преобразуется в правильный сигнал на выходе [2]. От этапа обучения сети будет полностью зависеть качество решения поставленной задачи.

Схема и концепция работы нейронной сети имеет следующую последовательность:

- входной слой – поступление определенных данных, информации;
- скрытые (вычислительные) слои – передача информации с помощью синапсов следующему слою (каждый синапс имеет собственный коэффициент веса);
- выходной слой – формирование выходной информации.

На первом этапе входного слоя, нейроны получают конкретные значения, после чего обработанная информация передается следующему слою, с помощью синапсов (связь между нейронами). Данный процесс передачи информации длится до тех пор, пока не приблизится к итогу. На последнем этапе формируется результат, и программа выдает полностью конкретизированную информацию.

Рисунок 1. Схема работы нейронной сети

Преимуществом нейронных сетей является эффективная и быстрая работа с большим объемом информации. Сети продемонстрировали свою способность решать сложные задачи, они имеют уникальные потенциальные возможности, но при этом не свободны от ограничений и вопросов, на которые до сих пор не существует ответа [1].

Нейронные сети применяются для решения большого спектра задач. Как правило, с задачами средней сложности справляются обычные компьютерные программы. Если говорить о более сложных задачах, то на их решение потребуется компьютерная программа, которая поддерживает статистические методы обработки.

Типовыми задачами нейронных сетей являются: классификация; прогнозирование; распознавание образов; предсказание; кодирование; принятие решений.

Уровень современного развития технологий и то, что нейронные сети уже применяются в разных областях, в том числе сельскохозяйственной промышленности, говорит лишь о перспективах развития искусственного интеллекта. Так, например, с помощью использования нейронных сетей можно прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур. Сети способны выявлять сорняки среди полезных культур, изучив множество образцов на основе фотографий. Данный метод направлен на борьбу с сорняками, что помогает в достижении экономических эффектов и в снижении уровня обработки посевов. Аналогичным способом сети способны оценивать состояние растений, после чего определяют риск для урожая и предлагают оптимальное решение проблемы.

Применяются нейронные сети и при оценке температуры почвы различных слоев (от 5 до 100 см). Данная разработка необходима для понимания динамики почвенных процессов и последующего принятия решений.

На сегодняшний день разработаны автоматизированные машины сбора урожая под управлением нейронной сети, которые самостоятельно оценивают состояние ягод (форма, цвет, вес). Однозначно, данная разработка превышает эффективность работы человека, что, в конечном счете, влияет на экономический рост, производительность и временные затраты.

Нейронные сети в настоящее время нашли также применение при прогнозировании цен на рынках продовольствия [4,5].

Одной из самых значимых задач нейронной сети является –распознавание образов (контроль качества). В настоящее время, данная функция позволяет существенно облегчить труд человека и повысить точность рабочих процессов.

Так, нейронная сеть может с точностью распределять на классы различные сельхоз культуры. На примере такой зерновой культуры как ячмень, раскрою особенность работы нейронной сети в качестве классификатора.

Первой задачей для работы с нейронной сетью является подготовка исходных данных, в конкретном случае составляются варианты классов по всем множествам характеристик ячменя. Для того, чтобы создать эффективную работу нейронной сети, необходимо использовать только качественные данные. Ни одна сеть не сможет обеспечить результативную модель, если действующий набор примеров не будет в достаточно полном объеме и репрезентативным для решаемой задачи. Всем факторам даются количественные значения, а после разрабатываются сами примеры, в моем случае их было 30. Стоит отметить, что наиболее важную роль играет выбор количества используемых признаков, от этого зависит объем использованной информации при разделении предмета на классы. Ввод данных производится в блокноте на английском языке.

После того, как все исходные данные подготовлены, самостоятельно задается архитектура сети, а именно записывается желаемое количество нейронов в каждом слое через запятую. При классификации ячменя мной была построена сеть, имеющая следующую структуру: первый слой – 4 нейрона; второй слой – 2 нейрона, третий слой – 1 нейрон. Заключительным шагом в данной работе является загрузка готовых исходных данных в уже настроенную программу, после чего выдается определенный ответ. Что касается классификации ячменя, то по полученным данным, нейронная сеть дала ответ с точностью в 98%.

Нейронные сети могут находить абсолютно разное применение и абсолютно в разных сферах деятельности, в том числе в сфере АПК. Главным качеством нейронных сетей является обучаемость, что в очередной раз доказывает факт увеличения функциональности работы программы.

На сегодняшний день исследование нейронных сетей является перспективным направлением, поскольку в дальнейшем они найдут свое применение практически повсеместно. Использование в той или иной области нейронных сетей в значительной мере облегчает человеческий труд и зачастую делает его безопасным.

1. Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу «Микропроцессоры». – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 176 с. ISBN 5-7046-0832-9
2. Ростовцев В.С. Искусственные нейронные сети: учебник / В.С. Ростовцев. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2014 – 208 с. Э4743
3. Что такое нейросети (ИНС) и как они работают [Электронный ресурс] // ITeasy // Яндекс Дзен – 2020. URL: <https://zen.yandex.ru/media/iteasy/chto-takoe-neiroseti-ins-i-kak-oni-rabotaiut-5ee3585169fe895ccbaa226b>
4. Парфенова В.Е. . Интеллектуальный анализ ценовой динамики на рынках продовольственной продукции. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики» //СПб, 2021. С. 457 – 462.

5. Парфенова В.Е. Методы интеллектуального математического моделирования агроэкономических систем: состояние и перспективы. // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики». СПб, 2021. С. 493 – 497.

РАЗДЕЛ XIX. БИОТЕХНОЛОГИИ

Гаврилова О.И.¹, Грязькин А.В.², Щукин П.О.¹, Суханов Ю.В.¹, Кабонен А.В.¹
К вопросу поиска новых методов оценки эффективности лесовосстановления на
покрытых и непокрытых лесом территориях

¹ *Петрозаводский государственный университет
(Россия, Петрозаводск)*

² *Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-80

Аннотация

В работе рассматриваются проблемы оценивания лесовосстановления вырубок и не покрытых лесом земель. Делается вывод о том, что существующие методы достаточно трудозатратны и не всегда объективно способны описать состав и характеристики молодняков. Предлагается применение гибридных способов обследования не покрытых лесом земель с применением беспилотных летательных аппаратов, а также космо- и аэрофотоснимков.

Ключевые слова: лесовосстановление, непокрытые лесом земли, молодняки.

Abstract

The article considers the problems of assessing the reforestation of cuttings and non-forested lands. It is concluded that the existing methods are quite labor-intensive and are not always objectively able to describe the composition and characteristics of young animals. It is proposed to use hybrid methods of surveying non-forested lands using unmanned aerial vehicles, as well as space and aerial photographs.

Keywords: reforestation, uncovered area, young trees.

Интенсификация лесовосстановления предполагает постоянный мониторинг за состоянием возобновительных процессов на непокрытых лесом площадях. Методические подходы по оценке состояния естественного и искусственного восстановления отличаются, однако в целом, при любом способе оценки, важны такие показатели, как состав и густота молодняков, жизненное состояние растений, а также структура по высоте и возрасту.

Лесовозобновление, лесовосстановление и лесоразведение происходит и осуществляется естественным, искусственным или комбинированным способами в целях восстановления вырубленных, погибших, поврежденных лесов, а также сохранения полезных функций лесов, их биологического разнообразия. Обследование лесных участков и иных территорий проводится с использованием наземных и дистанционных методов, глазомерным или инструментальным способами. Инвентаризация выполненных мероприятий по искусственному и комбинированному лесовосстановлению осуществляются, в том числе, и с использованием результатов обследования, материалов дистанционного зондирования, фото- и видеофиксации.

При естественном лесовозобновлении используется генетический потенциал местных видов, более устойчивых к особенностям региона, местным вредителям и болезням. Состояние естественного возобновления леса необходимо учитывать для познания и управления процессами формирования лесных насаждений. Данные учета позволяют устанавливать качество возобновления, состояние не облесившихся площадей. При этом выявляются причины хорошей, или плохой возобновляемости основных лесобразующих пород, что вызывает необходимость разрабатывать и совершенствовать мероприятия по повышению эффективности воспроизводства лесов.

При проведении учетных работ оценивается и равномерность распределения молодняков по площади. Учётные площадки закладываются прямоугольной или круглой формы разного размера по маршрутным ходам, а также лентами шириной 5-10 м. Учет проводится глазомерно, с разделением подроста по крупности, густоте и состоянию [8]. Размер учетных площадок зависит от густоты подроста, устанавливаемой глазомерно при визуальном предварительном осмотре обследуемого участка. Необходимое количество учетных площадок устанавливается в зависимости от площади участка. Учет ведется отдельно по породам, происхождению, категориям крупности и возрасту. При закладке учетных площадок по диагонали исследуемого участка или выдела, по мнению ряда исследователей, точность исследований находится в пределах 8-20%, при общей их площади не менее 2% от площади объекта [6, 8, 10]. Опытным путем установлено, что площадь, охватываемая учетными работами в два процента, дает точность учета в 5 % и менее [1, 5]. Чем меньше площадь обследуемого участка, тем выше точность учета. При этом отмечается, что на ход естественного возобновления существенным образом влияет разнообразие условий произрастания: парцеллярная структура, почвенно-грунтовые условия, режим освещенности, температура и влажность воздуха и почвы [4]. Все это сказывается на точности проведения учетных работ при оценке состояния естественного возобновления.

В соответствии с Правилами лесовосстановления 2021 (статья 19), учет подроста проводится на площадках размером 10 м², которые размещаются на лентах перечета, размещенных по диагоналям исследуемого участка. Во всех случаях должно быть соблюдено заранее определенное расстояние между площадками на лентах перечета - через 10 м. На делянках площадью до 5 га закладывается 30 учетных площадок на делянках от 5 до 10 га - 50 и свыше 10 га - 100 площадок.

По нашему мнению, точность и достоверность полученных результатов зависит не только от применяемого метода исследований, но и от сезона года, схемы маршрутных ходов, и категории обследуемой площади. Например, было установлено, что при одинаковом количестве учетных площадок точность учета выше при параллельных учетных ходах по сравнению с пересекающимися учетными ходами по диагоналям участка. В любом случае такие методы учета весьма трудоемки [6].

Искусственное лесовосстановление позволяет существенно ускорить процесс формирования будущих лесов с участием хозяйственно ценных пород. Для изучения сохранности лесных культур проводят их инвентаризацию в возрасте 1(2), 3 и 5 лет и обследование при переводе культур в покрытые лесом земли. Пробные площади должны захватывать по ширине не менее полного цикла смешения пород. При производстве культур в коридорах перечет производится через 2 - 3 коридора с охватом полного цикла смешения пород. Пробные площади могут иметь форму прямоугольника, квадрата, круга или равных учетных отрезков длиной 20 - 50 м [2, 8].

Для определения приживаемости культур площадь учетных площадок или длина учетных отрезков в зависимости от величины участка, занятого лесными культурами, должна составлять от 1 до 5% при площади участка лесных культур от 3 до 50 га. В зависимости от положения участка (рельеф, крутизна склона, экспозиция и т.п.) и равномерности распределения растений на площади этот процент может увеличиваться.

Густота и размещение растений определяются на пробных площадях или учетных отрезках рядов лесных культур, расположенных через равные расстояния по диагонали лесного участка. На площади культур фиксируются границы временных или постоянных пробных площадей колышками при прямоугольных площадках или центры круговых площадок, что связано со значительными трудозатратами.

Таким образом, способы глазомерного или сплошного перечета растений имеют ряд существенных недостатков: невысокая точность исследования, большие временные и трудовые затраты, необходимость в предварительной разметке маршрутных ходов, в том числе и на трудно проходимых участках [3].

Одним из путей решения существующих проблем является внедрение современных технологий и оборудования. Например, для получения наиболее достоверной информации о состоянии и сохранности лесных культур можно использовать оборудование, позволяющее при посадке определять координаты каждого сеянца на делянке, что, с учетом расстояния между рядами и в рядах, позволит однозначным образом идентифицировать каждый сеянец и в дальнейшем использовать эти данные при оценке эффективности лесовосстановления с помощью беспилотных летательных аппаратов. Развитие современной микроэлектроники и средств связи позволяет устанавливать подобное оборудование не только на посадочные машины, но и на посадочные трубы, используемые при ручном лесовосстановлении. Это особенно важно, так как при посадке лесных культур ручной труд пока исключить полностью невозможно: сложность рельефа, наличие микроповышений и понижений, присутствие пней, валунов и порубочных остатков на делянках не позволяют на сегодняшний день полностью механизировать и автоматизировать процесс посадки лесных культур.

При обследовании гарей и вырубок методами дистанционного зондирования достаточно сложно определить число растений из-за развития как живого напочвенного покрова, так и возобновления лиственных пород, как семенного, так и вегетативного происхождения. Хвойные породы в ряде случаев не определяются по цвету. Только в зимнее время, осенью и ранней весной на цветных аэро- и космоснимках можно учитывать хвойные породы. При использовании мультиспектральных камер целесообразнее использовать снимки в инфракрасном диапазоне.

Можно предположить, что применение гибридных методов учета, позволяет получать наиболее достоверную информацию о ходе лесовосстановления на не покрытых лесом площадях. Гибридные методы учета включают как инструментальные методы, так и использование современных беспилотных летательных аппаратов.

Таким образом, существующие методы исследования как искусственного, так и естественного лесовосстановления и лесовозобновления достаточно трудоемки и не всегда объективно способны отражать ход возобновительных процессов. Необходимы методы, которые существенным образом облегчали бы объективную оценку состояния лесовозобновления и точно отражали все количественные характеристики восстанавливаемых лесов.

1. Беляева, Н.В. Точность учетных работ при оценке естественного лесовоз-обновления [Текст] / Н.В. Беляева, А.В. Грязькин, П.М. Калинин // Журнал «Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова». – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2012. – № 8. – С.7-12.
2. Гаврилова О.И. Искусственное и естественное лесовосстановление в Рес-публике Карелия [Текст] / О.И. Гаврилова, К.В. Гостев, Е.С. Колганов, К.А. Пак // Наука сегодня: реальность и перспективы [Текст]: материа-лымеждународной научно-практической конференции. - Новосибирск : ООО Капитал, 2021. - С.1. - Режим доступа: https://volconf.ru/files/archive/01_24.02.2021.pdf
3. Гаврилова О.И. Оценка успешности самовозобновления сосны на гари [Текст] / О.И. Гаврилова, Е.С. Колганов, К.А. Пак // Лесотехнический журнал. - Воронеж, 2020. - Т.10, №.4 (40). - С.142-149.
4. Грязькин А.В. Влияние метода на точность и достоверность результатов исследования // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. СПб.: ЛТА, 1999. С. 12-18.
5. Грязькин А.В. Возобновительный потенциал таежных лесов (на примере ельников Северо-Запада России). СПб.: СПбГЛТА, 2001. 188 с. ISBN 5-230-10482-1.
6. Кобранов Н.П. Обследование и исследование лесных культур. - Л. - РИО ЛТА., 1973. - 77 с.
7. ОСТ 56-99-93 Культуры лесные. Оценка качества.
8. Правила лесовосстановления. 2021. Зарегистрировано в Минюсте РФ 18 декабря 2020 г. Регистрационный № 61556
9. Прищенов А.А., Лабоха К.В. Оценка точности методов выборочного уче-та естественного возобновления леса после проведения рубок главного пользования . – Труды БГТУ.- Серия 1., -2019. – с. 17-24.
10. Сунгуров Р.В., Сунгурова Н.Р. Гаевский Н.П. Оценка методов инвентари-зации лесных культур .- Ученые записка ПетрГУ.- 2015., №6., С 85-88.

РАЗДЕЛ XX. ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Выборная К.В., Раджабкадиев Р.М., Никитюк Д.Б.

Некоторые аспекты асимметрии развития верхних конечностей у детей, занимающихся теннисом

ФГБУН Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-10-2021-81

Аннотация

Проведен анализ научной литературы, посвященной асимметрии развития верхних конечностей у детей препубертатного и пубертатного возраста обоего пола, занимающихся теннисом. Показано, что теннисисты (юноши, $n=16$, ср. возраст – $15,19 \pm 1,05$ года) отличаются достоверно большей мышечной массой как доминирующей руки ($3,47 \pm 0,76$ кг против $2,48 \pm 0,45$ кг у представителей группы контроля, $p \leq 0,01$), так и не доминирующей руки ($3,33 \pm 0,75$ кг против $2,48 \pm 0,48$ кг, $p \leq 0,01$). Также обнаружено, что у юных теннисистов обоего пола (девочки, $n = 30$, возраст 8–14 лет; мальчики, $n = 42$, возраст 9–17 лет) на фоне стабильно высоких различий в общем объеме между доминирующей и не доминирующей рукой, наибольшие изменения мышечного компонента в сторону его увеличения и связанная с этим асимметрия проявляется значительно в области предплечья. В дополнении к вышесказанному было показано, что у мальчиков-теннисистов ($n=25$, ср.возраст – $10,6 \pm 0,2$ года), масса доминирующей руки была больше, чем масса не доминирующей ($7,5 \pm 0,8\%$, $P < 0,001$) из-за более высокого содержания мышечной массы ($10,2 \pm 1,2\%$, $P < 0,001$), минералов ($16,3 \pm 2,2\%$, $P < 0,001$), большей площади костей ($11,1 \pm 1,9\%$, $P < 0,001$) и минеральной плотности костей ($4,1 \pm 0,7\%$, $P < 0,001$). Асимметрию развития мышц ведущей (доминирующей) руки, выявленную у юных теннисистов, а так же асимметрию, вызванную увеличением костной плотности и площади кости нагружаемой конечности, все авторы связывают со значительной повторяющейся нагрузкой на доминирующую руку из-за специфической техники игры.

Ключевые слова: теннис, дети, препубертат, пубертат, асимметрия развития верхних конечностей.

Abstract

The analysis of scientific literature, showing the presence of asymmetry in the development of the upper limbs in children of prepuberty and puberty age of both sexes, playing tennis. It has been shown that tennis players (boys, $n = 16$, mean age - 15.19 ± 1.05 years) differ in significantly greater muscle mass as the dominant upper limb (3.47 ± 0.76 kg versus 2.48 ± 0.45 kg in schoolchildren, $p \leq 0.01$), and the non-dominant upper limb (3.33 ± 0.75 kg versus 2.48 ± 0.48 kg in schoolchildren, $p \leq 0.01$). It was also found that young tennis players of both sexes (girls, $n = 30$, age 8-14 years; boys, $n = 42$, age 9-17 years), against the background of consistently high differences in total volume between the dominant and non-dominant upper limb, the greatest changes in the muscle component in the direction of its increase and the associated asymmetry is manifested more significantly in the forearm. In addition to the above, it was shown that in boys tennis players ($n = 25$, average age - 10.6 ± 0.2 years), the dominant upper limb was heavier than the non-dominant one ($7.5 \pm 0.8\%$, $P < 0.001$) due to higher muscle mass ($10.2 \pm 1.2\%$, $P < 0.001$), mineral content ($16.3 \pm 2.2\%$, $P < 0.001$), bone area ($11.1 \pm 1.9\%$, $P < 0.001$) and bone mineral density ($4.1 \pm 0.7\%$, $P < 0.001$). The asymmetry in the development of the muscles of the leading (dominant) upper limb, revealed in young tennis players, as well as the asymmetry caused by an increase in bone density and bone area of the dominant upper limb, the authors associate with a significant repetitive load on the dominant upper limb due to the specific playing technique.

Keywords: tennis, children, prepuberty age, puberty age, asymmetry in the development of the upper limbs.

Введение. Рядом исследований показано, что верхние конечности у спортсменов, по сравнению с нижними, более предрасположены к асимметрии развития мышечной массы и минеральной плотности костей [1, 2, 3]. Также показано, что степень асимметрии увеличивается с ростом спортивного мастерства, стажа и времени тренировок. Асимметрия развития верхних конечностей может быть выявлена в спортивных дисциплинах, таких как теннис, хоккей на траве или фехтование, где обычно преобладают движения, в большей степени задействующие одну сторону тела.

Актуальность. Обобщение результатов научных исследований, отражающих наличие, степень, причины возникновения, возраст начала появления асимметрии развития верхних конечностей, а так же посегментную дифференциацию развития мышечной и костной тканей в области плеча и предплечья обеих рук, позволит тренерам, спортивным врачам, работникам детских поликлинических учреждений, а так же детским антропологам, морфологам и гигиенистам с особым вниманием относиться к особенностям физического развития юных теннисистов.

Материалы и методы. Был проведен анализ литературы, показывающий наличие асимметрии развития верхних конечностей у детей препубертатного и пубертатного возраста обоего пола.

Результаты. С целью выявления асимметрии развития мышц конечностей [2] обследовали 16 юношей – представителей молодежной сборной команды Польши по теннису (средний возраст – $15,19 \pm 1,05$ года, стаж обучения – $8,94 \pm 1,12$ года, длина тела (ДТ) – $177,38 \pm 8,14$ см, масса тела (МТ) – $67,66 \pm 12,29$ кг, пятнадцать правшей и один левша) и 16 школьников - представителей группы контроля (ср. возраст – $14,13 \pm 0,34$ года, ДТ – $174,69 \pm 4,81$ см, МТ – $70,43 \pm 20,55$ кг, четырнадцать правшей и два левши). С помощью биоимпедансного анализатора состава тела InBody-720 (Южная Корея) определяли состав тела в общем, а так же по сегментам. Для сравнения использовали показатели мышечной массы верхних (правая и левая руки) и нижних (правая и левая ноги) конечностей. Анализ распределения мышечной массы в различных сегментах тела показал, что теннисисты отличались достоверно большей мышечной массой как доминирующей ($3,47 \pm 0,76$ кг против $2,48 \pm 0,45$ кг у представителей группы контроля, $p \leq 0,01$), так и не доминирующей руки ($3,33 \pm 0,75$ кг против $2,48 \pm 0,48$ кг, $p \leq 0,01$). При этом достоверных отличий в содержании мышечной массы доминирующей ($9,68 \pm 1,71$ кг против $9,52 \pm 1,92$ кг, $p = 0,80$) и не доминирующей ноги ($9,72 \pm 1,67$ кг против $9,31 \pm 1,91$ кг, $p = 0,53$) выявлено не было. Асимметрия развития мышц ведущей (доминирующей) руки была выявлена только у теннисистов - она составила $4,06 \pm 1,82\%$, но не была статистически значимой ($p = 0,62$).

Чтобы понять, в какой именно части руки (в плече или в предплечье) мышцы имеют большее развитие, было обследовано [1] 72 теннисиста (девочки, $n = 30$, возраст 8–14 лет; мальчики, $n = 42$, возраст 9–17 лет). В качестве контрольной группы были измерены 84 футболиста (девочки, $n = 18$; мальчики, $n = 66$; возраст 8–15 лет). Для расчетов объемов плеча и предплечья авторы использовали метод усеченного конуса. Было обнаружено, что у юных теннисистов обоего пола стабильно выше различия в объеме между доминирующей и не доминирующей верхними конечностями, чем у детей контрольной группы. Кроме того результаты исследования показали, что наибольшие изменения мышечного компонента в сторону его увеличения и связанная с этим асимметрия проявляется значительно в области предплечья, вероятно, из-за повторяющихся мышечные сокращения для надежного захвата рукоятки ракетки во время удара мяча, тогда как асимметрия в месте плеча не настолько значительна и близка к показателям асимметрии у представителей группы контроля.

В статье [3] приведены основные антропометрические данные (ДТ, МТ), данные состава тела (ТМТ - тощая масса тела (кг), ЖМТ – жировая масса тела (кг), %ЖМТ – процент жира в организме (% от МТ) и результаты измерения костной плотности, полученные с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (QDR-1500, Hologic Corp., версия программного обеспечения 7.10, Уолтем, Массачусетс) у мальчиков -

теннисистов ($n=25$, стаж в теннисе - $4,1 \pm 1,8$ года, ср.возраст - $10,6 \pm 0,2$ года, ДТ - $142,8 \pm 1,3$ см, МТ - $36,2 \pm 1,2$ кг, ТМТ - $26,4 \pm 0,65$ кг, ЖМТ - $7,9 \pm 0,6$ кг, %ЖМТ - $21,7 \pm 1,0$ %), мальчиков - футболистов ($n=21$, стаж в футболе - $1,8 \pm 0,2$ года, ср.возраст - $10,3 \pm 0,2$ года, ДТ - $141,8 \pm 2,1$ см, МТ - $34,9 \pm 2,1$ кг, ТМТ - $25,9 \pm 1,1$ кг, ЖМТ - $7,3 \pm 1,1$ кг, %ЖМТ - $19,5 \pm 1,4$ %) и мальчиков группы контроля ($n=22$, физическая активность - регулярное еженедельное посещение уроков физической культуры в школе - 2 занятия по 45 мин, ср.возраст - $10,6 \pm 0,2$ года, ДТ - $143,6 \pm 1,4$ см, МТ - $41,3 \pm 2,1$ кг, ТМТ - $26,8 \pm 0,7$ кг, ЖМТ - $12,5 \pm 1,7$ кг, %ЖМТ - $28,7 \pm 2,4$ %). Исследование показало, что у теннисистов масса доминирующей руки была больше, чем масса не доминирующей ($7,5 \pm 0,8$ %, $P < 0,001$) из-за более высокого содержания мышечной массы и содержания минералов ($10,2 \pm 1,2$ и $16,3 \pm 2,2$ % соответственно, $P < 0,001$). Площадь костей ($11,1 \pm 1,9$ %, $P < 0,001$) и минеральная плотность костей ($4,1 \pm 0,7$ %, $P < 0,001$) также была выше в доминирующей руке. Юные теннисисты характеризовались более высокой степенью асимметрии верхних конечностей по сравнению со спортсменами, занимающимися футболом, а также детьми, не занимающимися спортом профессионально, но имеющими регулярную физическую активность.

Выводы.

1. В препубертатном и пубертатном возрасте скелетные мышцы могут реагировать выраженной гипертрофией на высокие физические нагрузки.
2. У юных теннисистов (как в препубертате, так и в пубертате) спортивные тренировки приводят к увеличению мышечной массы доминирующей руки и, как следствие, к ассиметричному развитию мышечной массы тела правой и левой стороны.
3. Асимметрии верхних конечностей развита у теннисистов больше, чем у спортсменов некоторых других видов спорта, а также представителей контрольной группы, т.к. удержание ракетки во время игры способствует повышенному развитию всех мышц верхней доминирующей конечности, которые вовлекаются в процесс движения плечевым, локтевым и лучезапястным суставами во время подачи и ударов.
4. Теннисисты характеризуются более высокой асимметрией мышечной массы предплечья, чем не тренирующиеся представители контрольной группы, тогда как асимметрия в области плеча не настолько значительна, и близка к показателям асимметрии у представителей группы контроля.
5. Физические упражнения в препубертатном возрасте могут вызвать увеличение массы нагружаемых костей, что в случае теннисистов также приводит к заметной асимметрии рук.

Заключение. Асимметрию развития мышц ведущей (доминирующей) руки, выявленную у юных теннисистов [1, 2, 3], а так же асимметрию, вызванную увеличением костной плотности и площади кости нагружаемой конечности [3], авторы связывают со значительной повторяющейся нагрузкой на доминирующую руку из-за специфической техники игры. За счет этого ведущая рука имеет более высокий силовой показатель, и у теннисистов создаются анатомические различия между доминирующей и не доминирующей верхней конечностью.

1. Rogowski, Isabelle; Ducher, Gaële; Brosseau, Olivier; Hautier, Christophe (2008). Asymmetry in Volume between Dominant and Nondominant Upper Limbs in Young Tennis Players. *Pediatric Exercise Science*, 20(3), 263–272. doi:10.1123/pes.20.3.263.
2. Rynkiewicz M, Rynkiewicz T, Żurek P, Ziemann E, Szymanik R. Asymmetry of muscle mass distribution in tennis players. *Trends in Sport Sciences*. 2013;1(20): 47–53.
3. Sanchis-Moysi, J.; Dorado, C.; Olmedillas, H.; Serrano-Sanchez, J. A.; Calbet, J. A. L. (2010). Bone Mass in Prepubertal Tennis Players. *International Journal of Sports Medicine*, 31(6), 416–420. doi:10.1055/s-0030-1248331.

Сабреков Т.Р., Хайруллин И.Т.

Физическая культура как средство борьбы от переутомления и низкой работоспособности

*ФГБОУ ВО Казанский государственный энергетический университет
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-82

Аннотация

В статье рассматривается такое понятие как переутомление, его виды и влияние на организм человека. Также описывается как правильное использование средств физической культуры помогает избежать снижения работоспособности, появления усталости и эмоционального напряжения.

Ключевые слова: физическая культура, утомление, переутомление, низкая работоспособность, эмоциональное напряжение.

Abstract

The article discusses the concept of overfatigue, it's types and impact on human body. It is also described how the correct use of physical culture helps to avoid a fatigue, emotional tension and decrease in human performance.

Keywords: physical culture, fatigue, overfatigue, low performance, emotional tension.

В жизни значимость физической культуры весьма велика. Трудовая перегрузка или неполноценно проведенный отдых часто порождают переутомление и низкую работоспособность. Физическая культура призвана помочь сформировать интеллектуальную и эмоциональную устойчивость к последующей деятельности человека, оказать положительное влияние на психические возможности.

Задачами физической культуры являются: двигательная активность человека, повышение устойчивости организма к факторам внешней среды, сохранение здоровья, а также борьба от переутомления и низкой работоспособности. Переутомление – это болезненное состояние, возникающее из-за затяжных физических или психологических перегрузок, вследствие которых возникают нарушения в нервной системе человека. При переутомлении появляется рассеянность, головная боль, ослабление памяти, внимания, нарушение сна. А если напряжение разных мышечных групп чередуется с их дальнейшим растяжением и расслаблением, то тонус и работоспособность головного мозга поддерживаются и оптимизируются на более продолжительный интервал времени и переутомление не возникает. [1]

Существует два вида утомления. Утомление при умственной деятельности и утомление при мышечной. Когда бывает смешение и умственного и физического труда, гораздо сложнее определить мышечное утомление или умственное. В любых профессиональных сферах, при разнообразной деятельности можно встретить условия, которые будут определять и умственный и физический труд. [2]

Утомление проявляется в отрицательных признаках таких как:

- 1) увеличение расхода энергии на исполнение монотонной работы;
- 2) увеличение времени на анализ полученной информации;
- 3) снижение качества усвоения новой информации;
- 4) потеря внимания из-за отвлекающих факторов.

Один лишь полноценный отдых не может справиться с полученным вредом от переутомления. К причинам переутомления нужно отнести:

- 1) непрерывное психическое напряжение;
- 2) депривация сна;
- 3) низкая физическая активность.

Человек весь рабочий день трудится в офисе и сидит, а на работу и обратно ездит на машине. Столь долго находясь в положении сидя, и не имея физических нагрузок, он зарабатывает себе пониженную скорость обмена веществ. В его ногах и органах малого таза застаивается кровь, у него ухудшается осанка, появляются головные боли и многое другое. Систематичный недостаток сил может копиться незаметно, затем отразиться внезапно, на долгое время заблокировав способность трудиться. Могут возникнуть разные болезни – от обычной бессонницы до гипотонии. [3]

Потребность в физической нагрузке – одна из основных побудительных и регулирующих сил поведения человека. Удовлетворение потребностей, таких как достижение физического совершенства, желание общения с единомышленниками, стремление выделиться, самоутвердиться, завоевать авторитет сопровождается положительными эмоциями.

Всероссийский центр изучения общественного мнения провёл социальный опрос “Спортивная Россия”, в котором приняло участие более 1600 респондентов. У 56% опрошенных, занимающихся спортом узнали ради какой цели они занимаются спортом. (табл.1)[4]

Таблица 1

Цели занятия физической культурой

	<i>Все опрошенные</i>	<i>Муж</i>	<i>Жен</i>	<i>18-24 года</i>	<i>25-34 года</i>	<i>35-44 года</i>	<i>45-59 лет</i>	<i>60 лет и старше</i>
<i>Поддержать и укрепить здоровье</i>	63%	62%	64%	47%	56%	57%	62%	80%
<i>Улучшить настроение, получить удовольствие от занятий</i>	12%	13%	10%	18%	10%	16%	13%	5%
<i>Снять усталость, поддержать работоспособность</i>	8%	8%	8%	6%	10%	7%	11%	5%
<i>Сохранить, улучшить фигуру</i>	7%	4%	10%	11%	13%	10%	4%	1%
<i>Встречаться, общаться с друзьями и знакомыми</i>	2%	3%	2%	7%	2%	3%	2%	1%
<i>Улучшить осанку, походку</i>	2%	2%	2%	5%	0%	1%	2%	1%
<i>Чтобы нравиться, быть привлекательным</i>	1%	1%	1%	1%	1%	2%	1%	0%

Полчаса активных физических упражнений способны побороть утомление, поднять мышечный тонус, взбодрить. Энергичные занятия заставляют мозг высвобождать гормоны счастья, которые производятся телом и по воздействию на человека похожи на антидепрессанты и нейрорептики. Чередование интеллектуального труда с физическим, помогает достичь успеха в учёбе и работе. Люди, которые постоянно занимаются физической культурой, испытывают стресс меньше, способны избавиться от эмоционального напряжения. [5]

Для физической нагрузки стоит использовать тренировки перед работой, к которой можно отнести, гимнастику, тренировки в спортивном зале. Также можно использовать и физкультурные минутки. В свободные от работы и учебы дни рекомендуется длительные прогулки на свежем воздухе, полноценные занятия спортом.

Таким образом, физическая культура - это очень эффективное и доступное средство борьбы с утомлением и снижением работоспособности. Самое главное, что для занятий физкультурой не существует возрастных ограничений. Каждый человек может составить свой индивидуальный план занятий физическими упражнениями, даже если он имеет

определённые ограничения по здоровью. Следование этой системе поможет снять умственную нагрузку, восстановить физические функции организма.

1. Хайруллин И.Т., Галиев Р.Р., Валиев Р.М., Сунгатуллин Р.И. Роль средств физической культуры в повышении работоспособности студентов. // Глобальный научный потенциал. – 2020. - № 4(109). – С. 2(80).
2. Матвеев А.П. Методика физического воспитания с основами теории. Москва «Просвещение» 2004г.
3. Науменко Д.А., Дижонова Л.Б., Слепова Л.Н., Хаирова Т.Н. Физическая культура как средство профилактики хронического утомления студентов // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 10. – С. 210-210.
4. Всероссийский центр изучения общественного мнения. Аналитический обзор. Спортивная Россия. /URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/sportivnaja-rossija> (дата обращения: 12.09.2021).
5. Слепова Л.Н. Личностно - центрированная модель образования в физическом воспитании/ Дижонова Л.Б., Хаирова Т.Н., Липовцев С.П.// Известия ВолгГТУ: межвуз.сб.науч.ст.№10 / ВолгГТУ.- Волгоград, 2009.- С.155.

РАЗДЕЛ XXI. ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Воронин А.В., Карпов А.В.

Пробоподготовка некоторых лекарственных препаратов, содержащих диосмин

*ФГБОУ «Самарский государственный медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-10-2021-83

Аннотация

В большинстве лекарственных препаратов, получаемых в виде таблетированных лекарственных форм, диосмин находится в составе микронизированной флавоноидной фракции, что является причиной низкой эффективности его извлечения методом твердо-жидкостной экстракции. Цель исследования – определение оптимальных условий пробоподготовки некоторых лекарственных препаратов на основе фармацевтической субстанции диосмина с применением математического планирования эксперимента. Материалы и методы. Объектами исследования были лекарственные препараты на основе фармацевтической субстанции диосмина (таблетированные лекарственные формы): «Детралекс» 1000 мг, «Венарус» 900 мг, «Детравенол» 1000 мг, «Флебавен» 1000 мг, «Флебофа» 600 мг, «Флебодиа» 600 мг. Оценку степени извлечения диосмина методом твердо-жидкостной экстракции проводили по схеме многофакторного трехуровневого планирования экспериментов с применением плана Бокса-Бенкена. Результаты. Проведена оценка влияния ряда факторов, определяющих извлечение диосмина из лекарственных препаратов «Детралекс» 1000 мг, «Венарус» 900 мг, «Детравенол» 1000 мг, «Флебавен» 1000 мг, «Флебофа» 600 мг, «Флебодиа» 600 мг. Для каждого лекарственного препарата получены математические модели, описывающие процедуру твердо-жидкостной экстракции. Наиболее значимым фактором, определяющим эффективность экстракции диосмина из лекарственных препаратов (таблетированных лекарственных форм), является концентрация натрия гидроксида. Другие исследуемые факторы (концентрация ацетонитрила, время экстракции, время центрифугирования, добавление электролита аммония сульфата) значимого влияния не оказывают. Оптимальным значением концентрации натрия гидроксида в экстрагенте является концентрация 0,02 моль/л. Повышение концентрации натрия гидроксида выше 0,02 моль/л не приводит к увеличению эффективности экстракции.

Ключевые слова: диосмин, пробоподготовка, твердо-жидкостная экстракция, математическое планирование.

Abstract

In most drugs in the form of tablets, diosmin is contained in the micronized flavonoid fraction. This is the reason for the low level recovery by solid-liquid extraction. Aim. Determination of optimal conditions for sample preparation of some drugs with active pharmaceutical ingredient diosmin using mathematical the experiment planning (Box-Behnken design). Materials and methods. The study subject was tablets Detralex® 1000 mg, Venarus® 900 mg, Detravenol® 1000 mg, Flebaven® 1000 mg, Phlebopha® 600 mg, Phlebodia® 600 mg. Estimation of diosmin recovery by the method of solid-liquid extraction was made to the algorithm of full factorial design with three level factors (Box-Behnken design). Results. The effect of some factors determining the extraction of diosmin from tablets Detralex® 1000 mg, Venarus® 900 mg, Detravenol® 1000 mg, Flebaven® 1000 mg, Phlebopha® 600 mg, Phlebodia® 600 mg was measured. Mathematical (regression) models of solid-liquid extraction of diosmin for each drug were obtained. The most significant factor determining the diosmin recovery from drugs (tablet dosage forms) is the sodium hydroxide concentration. Other factors (acetonitrile concentration,

extraction time, centrifugation time, addition of ammonium sulfate) did not have a significant effect. The optimum of sodium hydroxide concentration is 0.02 mol/l. With an increase in the sodium hydroxide concentration above 0.02 mol/l, the diosmin recovery does not increase.

Keywords: diosmin, sample preparation, solid-liquid extraction, mathematical planning.

Введение. Выбор доступных и объективных методов контроля качества лекарственных препаратов на основе фармацевтической субстанции диосмина является одной из важных практических задач фармацевтического анализа. Пробоподготовка является важным этапом количественного определения и в значительной степени определяет метрологические характеристики всей методики в целом. В большинстве лекарственных препаратов, получаемых в виде таблетированных лекарственных форм, диосмин находится в составе микронизированной флавоноидной фракции, что является причиной низкой эффективности его извлечения методом твердо-жидкостной экстракции [1, 2, 3].

Целью исследования является определение оптимальных условий пробоподготовки некоторых лекарственных препаратов на основе фармацевтической субстанции диосмина с применением математического планирования эксперимента.

Материалы и методы. Для исследования использовали следующие лекарственные препараты в виде таблетированных лекарственных форм: «Детралекс» 1000 мг, «Венарус» 900 мг, «Детравенол» 1000 мг, «Флебавен» 1000 мг, «Флебофа» 600 мг, «Флебодиа» 600 мг.

В качестве параметра оптимизации была выбрана эффективность экстракции (далее – степень извлечения диосмина из исследуемой лекарственной формы, %). Основные факторы, влияющие на параметр оптимизации: концентрация натрия гидроксида (экстрагент), моль/л; концентрация ацетонитрила (растворитель для разрушения мицеллярных структур диосмина), %; время экстракции, мин; время центрифугирования, мин; концентрация аммония сульфата (высаливающий реагент), %.

Уровни варьирования указанных факторов при проведении пробоподготовки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Уровни варьирования факторов, влияющих на степень извлечения диосмина из лекарственных препаратов (таблетированных лекарственных форм)

Фактор	Уровни варьирования		
	-1	0	+1
X_1 – концентрация раствора натрия гидроксида, моль/л	0,1	0,05	0,02
X_2 – концентрация ацетонитрила, % (от объема водной фазы)	50,0	25,0	-
X_3 – время экстракции, мин	5,0	10,0	20,0
X_4 – время центрифугирования, мин	5,0	10,0	20,0
X_5 – добавление электролита аммония сульфата, %	10,0	5,0	-

Оценку степени извлечения диосмина проводили по схеме многофакторного трехуровневого планирования экспериментов с применением плана Бокса-Бенкена (5 факторов, 2 блока, 46 опытов) с помощью пакета прикладных программ «Statistica 6.0» [4, 5]. Уровень доверительной вероятности принимали равным 95%. Для получения математической модели процесса твердо-жидкостной экстракции диосмина были реализованы две повторности плана после его рандомизации [6].

Результаты и обсуждение

Для каждого лекарственного препарата, содержащего диосмин, были получены 2 блока (массива) данных по величине степени извлечения методом твердо-жидкостной экстракции. Статистические характеристики данных степени извлечения диосмина из лекарственных препаратов представлены в таблице 2. Оценка мер симметричности распределения показала, что наиболее симметричными являются распределения результатов

эффективности экстракции для лекарственных препаратов «Детралекс» 1000 мг и «Флебавен» 1000 мг, значения коэффициентов асимметрии равны 0,08 и 0,05 соответственно. Отрицательные значения эксцесса для всех лекарственных препаратов свидетельствуют о «закругленности» графиков распределения полученных величин.

Уровень значимости критерия Колмогорова-Смирнова p более 0,2 подтверждает возможность аппроксимации полученных распределений законом нормального распределения.

Таблица 2

Статистические характеристики данных эффективности экстракции диосмина из лекарственных препаратов

Лекарственные препараты	Объем выборки n	Среднее значение $x_{\text{сред}}$	Медиана m	Стандартное отклонение S	Асимметрия	Эксцесс	Уровень значимости критерия Колмогорова-Смирнова
Детралекс	46	71,51	71,04	9,52	0,09	-0,13	>0,2
	46	67,34	66,23	11,57	0,38	-0,25	>0,2
Венарус	46	84,81	82,88	7,68	0,65	-0,38	>0,2
	46	84,91	83,52	7,77	0,66	-0,32	>0,2
Детравенол	46	84,49	83,90	7,22	0,57	-0,25	>0,2
	46	84,36	83,18	7,62	0,72	-0,41	>0,2
Флебавен	46	77,39	78,06	11,93	0,05	-0,37	>0,2
	46	77,39	78,06	11,93	0,05	-0,37	>0,2
Флебодиа	46	76,71	75,19	11,42	0,49	-0,49	>0,2
	46	75,91	73,26	11,50	0,63	-0,46	>0,2
Флебифа	46	78,08	78,01	11,27	0,53	-0,47	>0,2
	46	76,91	75,26	10,27	0,50	-0,42	>0,2

В таблице 3 приведен ряд параметров, используемых для проверки достоверности моделей регрессии, описывающих экстракцию диосмина из лекарственных препаратов.

Математическая модель, описывающая зависимость ключевого параметра оптимизации от значений влияющих факторов, описывается функцией $\omega = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$. Для проверки уравнения регрессии рассчитаны коэффициенты множественной корреляции (r), их значения варьировались в значениях от 0,8 до 0,9, что говорит о сильной связи между показателем эффективности экстракции диосмина и набором факторных показателей (рассматриваемых параметров твердо-жидкостной экстракции). Для того, чтобы оценить какая часть вариации результативного показателя связана с вариацией факторных

показателей, необходим коэффициент детерминации (r^2). Данный коэффициент принимает значения от 0 до 1 и чем ближе значение коэффициента к 1, тем сильнее зависимость, причем при $r^2 > 0,5$ математическую модель следует считать приемлемой.

Статистическую надежность множественной регрессии оценивали с помощью критерия Фишера (F -критерия), который проверяет нулевую гипотезу о статистической незначимости параметров регрессионных уравнений. Для этого сравнивали фактические значения F -критерия с табличным ($F_{табл}$) по заданному уровню значимости и числу степеней свободы. Для нашего исследования $F_{табл}$ ($df_1=5$ и $df_2=40$) имеет значение 2,45. Полученные фактические значения критерия Фишера $F_{факт}$ находятся в пределах от 17,93 до 46,82.

Таким образом, в проведенном регрессионном анализе для экстракции диосмина все фактические значения $F_{факт}$ превышают значение $F_{табл}$, это значит, что с вероятностью более 95% принимается гипотеза о том, что полученные данные не являются случайными и сформированы под влиянием существенных факторов.

Величина коэффициента детерминации r^2 для анализируемых лекарственных препаратов находится диапазоне значений от 0,69 до 0,85, что интерпретируются как хорошее соответствие модели экспериментальным данным и говорит о высокой точности аппроксимации.

Значения выборочной дисперсии (SS) находятся в достаточно узком интервале значений – 4,00-6,82.

Таблица 3

Статистические параметры для проверки достоверности моделей регрессии экстракции диосмина из лекарственных препаратов

Лекарственный препарат	r	$F_{факт}$	r^2	p	SS
Детралекс	0,89	29,50	0,79	<0,05	4,66
	0,83	17,93	0,69	<0,05	6,82
Венарус	0,84	18,63	0,70	<0,05	4,46
	0,86	22,81	0,74	<0,05	4,20
Детравенол	0,85	21,37	0,73	<0,05	4,00
	0,84	18,74	0,70	<0,05	4,42
Флебавен	0,92	46,82	0,85	<0,05	4,83
	0,92	45,44	0,85	<0,05	5,17
Флебодиа	0,87	25,56	0,76	<0,05	5,91
	0,85	21,33	0,73	<0,05	6,37
Флебофа	0,87	25,94	0,76	<0,05	5,80
	0,86	23,18	0,74	<0,05	5,52

Математические регрессионные модели – набор коэффициентов множественной линейной регрессии для каждого экспериментального блока данных по диосминсодержащим лекарственным препаратам представлены в таблице 4.

Таблица 4

Коэффициенты уравнений множественной линейной регрессии для экстракции диосмина из лекарственных препаратов

Лекарственный препарат	Независимый член уравнения	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Детралекс	100,74	-603,17	-0,14	0,47	0,0050	-0,92
	81,96	-749,83	0,12	2,52	-0,11	1,62
Венарус	103,60	-761,04	-0,072	1,02	0,60	-0,091

	108,53	-754,35	0,16	-0,32	0,55	0,15
Детравенол	106,33	-687,66	-0,11	0,59	0,21	0,12
	118,39	-822,46	-0,080	-0,48	-0,51	0,270
Флебавен	106,58	-852,01	0,19	-0,32	1,15	-0,62
	122,24	-745,40	0,034	-0,34	-1,69	-0,11
Флебодиа	102,95	-998,76	0,066	1,12	-0,10	1,61
	125,96	-1156,33	0,29	-0,98	-0,53	-0,79
Флебофа	100,41	-1053,99	-0,16	1,56	1,10	0,52
	105,42	-925,95	0,19	0,081	0,50	-0,084

На основании представленных данных следует, что при твердо-жидкостной экстракции диосмина из всех лекарственных препаратов влияние большинства исследуемых факторов на его степень извлечения практически отсутствует (или крайне мала). Выраженное влияние на извлечение диосмина проявляет только фактор X_1 – концентрация раствора натрия гидроксида.

Для визуализации изучаемого процесса и представления взаимодействий факторов, определяющих эффективность экстракции диосмина, строили карты Парето для стандартизованных эффектов. На рисунке 1 представлены вышеуказанные карты для варианта экстракции диосмина из лекарственного препарата «Венарус» 900 мг.

Рисунок 1. Карты Парето стандартизованных эффектов для экстракции диосмина на примере лекарственного препарата «Венарус» 900 мг (L – линейные эффекты, Q – квадратичные эффекты)

Из анализа представленных карт Парето следует, что изменение значения концентрации натрия гидроксида в экстрагенте ведет к значимому влиянию на величину эффективности экстракции диосмина, что подтверждает результаты множественного регрессионного анализа. Остальные эффекты (факторы экстракции) существенного влияния не оказывают.

Для визуализации математической модели влияния параметров экстракции для изучаемого соединения получали графические изображения в виде поверхностей отклика и контурных диаграмм зависимости эффективности экстракции от выбранных факторов (рис. 2). Поверхность данных диаграмм цветом наглядно демонстрирует градацию эффективности экстракции от уровня влияния факторов.

Рисунок 2. Поверхность отклика (а) и контурная диаграмма (б) зависимости эффективности экстракции диосмина от факторов X_1 , моль/л и X_5 , % (на примере лекарственного препарата «Флебофа» 600 мг)

Из контурной диаграммы следует, что выраженное значение имеет концентрация раствора натрия гидроксида и с приближением ее значения к 0,02 моль/л растет эффективность экстракции диосмина. Дальнейшее увеличение концентрации натрия гидроксида приводит к снижению степени извлечения диосмина, что связано более низкой гидрофильностью продуктов его щелочного гидролиза. Учет иного другого фактора, например, добавление высаливающего агента аммония сульфата влияния не оказывает.

Заключение. В результате исследования проведена оценка влияния ряда факторов, определяющих извлечение диосмина из лекарственных препаратов «Детралекс» 1000 мг, «Венарус» 900 мг, «Детравенол» 1000 мг, «Флебавен» 1000 мг, «Флебофа» 600 мг, «Флебодиа» 600 мг. Для каждого лекарственного препарата получены математические модели, описывающие процедуру твердо-жидкостной экстракции. Наиболее значимым фактором, определяющим эффективность экстракции диосмина из лекарственных препаратов (таблетированных лекарственных форм), является концентрация натрия гидроксида. Другие исследуемые факторы (концентрация ацетонитрила, время экстракции, время центрифугирования, добавление электролита аммония сульфата) значимого влияния не оказывают. Оптимальным значением концентрации натрия гидроксида в экстрагенте является концентрация 0,02 моль/л. При этом повышение концентрации выше 0,02 моль/л не приводит к увеличению эффективности экстракции, а напротив приводит к ее снижению, из-за возможного гидролиза молекулы диосмина.

1. Szeleszczuk Ł. Ł., Szeleszczuk D. M., Pisklak, M. Zielinska-Pisklak, Wawera I. Spectroscopic and structural studies of the diosmin monohydrate and anhydrous diosmin // International Journal of Pharmaceutics. 2017. Elsevier B.V. (In English). Доступно по: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2017.06.078>. Ссылка активна на 14.07.2021. doi: 10.1016/j.ijpharm.2017.06.078.
2. Srilatha D., Nasare M., Nagasandhya B., Prasad V., Diwan P. Development and Validation of UV Spectrophotometric Method for Simultaneous Estimation of Hesperidin and Diosmin in the Pharmaceutical Dosage Form // ISRN Spectroscopy. 2013. Article ID534830: Hindawi Publishing Corporation. (In English). Доступно по: <https://dx.doi.org/10.1155/2013/534830>. Ссылка активна на 14.07.2021. doi: 10.1155/2013/534830.
3. Bennani I., Chentoufi M.A., Otmani I.S.El., Cheikh A., Bamou N., Karbane M.El, Bouatia M. Development and validation of two spectrophotometric methods for simultaneous determination of diosmine and hesperidin in mixture and their applications // Journal of Applied Pharmaceutical Science. 2020. Article ID3171 (In English). Доступно по: https://www.japsonline.com/abstract.php?article_id=3171&sts=2. Ссылка активна на 14.07.2021. doi: 10.7324/JAPS.2020.10713.
4. Azarov A.V., Zhukov N.S. Kozlovitseva E.Yu., Dobrinsky D.R. Obtaining mathematical models for assessing efficiency of dust collectors using integrated system of analysis and data management STATISTICA Design of Experiments // Journal of Physics Conference Series. 2018. IOP Publishing (In English). Доступно по: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1015/3/032010>. Ссылка активна на 14.07.2021. doi: 10.1088/1742-6596/1015/3/032010.

5. Халафян А.А. Статистический анализ данных. Statistica 6.0.: Учебное пособие / А.А. Халафян. Краснодар: КубГУ, 2005. [Halafyan A.A. Statisticheskij analiz dannyh. Statistica 6.0.: Uchebnoe posobie / A.A. Halafyan. Krasnodar: KubGU; 2005.(In Russ.)].
6. Дмитриенко С. Г., Апяриа В. В., Горбунова М. В., Толмачева В. В., Золотов Ю. А. Гомогенная жидкостная микроэкстракция органических соединений // Журнал аналитической химии. 2020. [Dmitriyenko S. G., Apyaria V. V., Gorbunova M. V., Tolmacheva V. V., Zolotov Yu. A. Gomogennaya zhidkostnaya mikroekstraktsiya organicheskikh soyedineniy // Zhurnal analiticheskoy khimii. 2020. (In Russ.)] Доступно по: https://elibrary.ru/download/elibrary_43878569_21592996.pdf. Ссылка активна на 14.07.2021. doi: 10.31857/S0044450220110055

ДЛЯ ЗАМЕТОК

[illegible]

[illegible]

LJournal

Научно-издательский центр

Рецензируемый научный журнал

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
№78, Октябрь 2021**

Часть 2

Подписано в печать 13.10.2021. Тираж 400 экз.
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л.9,43
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович