



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

*Сборник статей по материалам
III международной научно-практической конференции*

№ 11 (47)
Ноябрь 2015 г.

Издается с октября 2011 года

Новосибирск
2015

УДК 62
ББК 30
Т 38

Ответственный редактор: Васинович М.А.

Председатель редакционной коллегии:

Ахметов Сайранбек Махсutowич – д-р техн. наук, проф., ректор Казахстанского университета инновационных и телекоммуникационных систем (КазУИТС), академик РАЕН, действительный член (академик) Национальной инженерной академии Республики Казахстан, заместитель председателя Западно-Казахстанского филиала НИА РК, директор Представительства Казахской академии экологии и безопасности жизнедеятельности» в г. Уральск.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович – канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка;

Барштейн Виктор Юрьевич – канд. тех. наук, ст. науч. сотр., заведующий лабораторией Государственного учреждения «Институт пищевой биотехнологии и геномики Национальной академии наук Украины» (ИПБГ НАН Украины).

Елисеев Дмитрий Викторович – канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков»;

Копылов Алексей Филиппович – канд. техн. наук, доц. кафедры Радиотехники Института инженерной физики и радиоэлектроники Сибирского федерального университета.

Т 38 Технические науки – от теории к практике / Сб. ст. по материалам ЛП междунар. науч.-практ. конф. № 11 (47). Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2015. 244 с.

Учредитель: АНС «СибАК»

Сборник статей «Технические науки – от теории к практике» включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

При перепечатке материалов издания ссылка на сборник статей обязательна.

Оглавление

Секция 1. Информатика, вычислительная техника и управление	9
АРХИТЕКТУРА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА КОНФИГУРИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЗАЩИТЫ СИСТЕМ СО ВСТРОЕННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ Десницкий Василий Алексеевич Дойникова Елена Владимировна	9
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РЕСУРСОПОТРЕБЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ СО ВСТРОЕННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ Десницкий Василий Алексеевич	14
МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ В СИСТЕМАХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА Мелихова Оксана Аскольдовна Григораш Андрей Сергеевич Джамбинов Сергей Владимирович Чумичев Владимир Сергеевич Гайдуков Анатолий Борисович	19
ФИНИТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СЕРВОПРИВОДАМИ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ Капля Егор Викторович	29
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ОРГАНИЗАЦИИ И МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АППАРАТНЫХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ Латышев Виктор Александрович Медведева Юлия Львовна	38
РАЗРАБОТКА РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА Мартенс-Атюшев Дмитрий Сергеевич Мартышкин Алексей Иванович	50

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ МНОГОСТРАНИЧНЫХ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ С МЕЖСТРАНИЧНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ПАРАМЕТРОВ	58
Назарцев Максим Сергеевич Козлов Владимир Александрович Самсонов Сергей Валерьевич Корнилов Владислав Алексеевич	
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ	65
Садыкова Рузалина Разгатовна	
ОБЩАЯ АРХИТЕКТУРА ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА К РАЗНОРОДНЫМ РЕСУРСАМ В ЕДИНОМ ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ	70
Саенко Игорь Борисович Куваев Валерий Олегович Бирюков Михаил Александрович	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАЗГРАНИЧЕНИЕМ ДОСТУПА К РАЗНОРОДНЫМ РЕСУРСАМ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА	76
Саенко Игорь Борисович Куваев Валерий Олегович Бирюков Михаил Александрович	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО ПОДАВЛЕНИЯ СЛУЧАЙНОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО ШУМА	81
Ушенина Инна Владимировна	
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ TOR	87
Кокоулин Андрей Николаевич Андреев Роман Александрович Бадртдинов Артём Сергеевич Феофилова Полина Андреевна	
ОБЗОР АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АНОНИМНОСТИ. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ TOR	92
Кокоулин Андрей Николаевич Андреев Роман Александрович Феофилова Полина Андреевна	

ПЕРЕДАЧА ГОЛОСОВЫХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ TOR: ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЯ Косоулин Андрей Николаевич Андреев Роман Александрович Бадурдинов Артём Сергеевич Феофилова Полина Андреевна	97
--	----

Секция 2. Энергетика и энергетические техника и технологии **103**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ТОЛКАТЕЛЯ МЕХАНИЗМА ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ	103
--	-----

Васильев Александр Викторович
Бахрачева Юлия Сагидулловна

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ КОНТУРА НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ МЕТОДОМ УЭЛЧА	108
--	-----

Осипов Дмитрий Сергеевич
Долгих Надежда Николаевна
Горовой Сергей Анатольевич

«ОБЗОР МЕТОДОВ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ИСКАЖЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»	114
--	-----

Долгих Надежда Николаевна
Набиуллин Рамиль Анварович
Шаповалов Павел Васильевич
Шумская Надежда Владимировна

Секция 3. Аэрокосмическая техника и технологии **121**

СПОСОБ УДЕШЕВЛЕНИЯ ПУСКОВ СЕМЕЙСТВА РН «АНГАРА» ПУТЁМ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ	121
---	-----

Сейдагалиев Марат Какимжанович
Абилядаева Кенжегуль Жалгасбаевна
Генаев Роман Владимирович

ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЕОИДА НА ТЕРРИТОРИЮ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ, КАЗАХСТАН	129
--	-----

Шоганбекова Дания Асыгатовна

Секция 4. Строительство и архитектура	137
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЛКОЗАГЛУБЛЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ	137
Гандельсман Артём Игоревич Акимов Владимир Борисович	
СВОЙСТВА ЗОЛЫ-УНОС И ЗОЛОШЛАКОВ КОТЛОВ С ЦИРКУЛЯЦИОННЫМ КИПЯЩИМ СЛОЕМ СТАРОБЕШЕВСКОЙ ТЭС ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ	144
Ахмеднабиев Расул Магомедович Ахмеднабиев Расул Расулович	
«МАГНЕЗИАЛЬНОЕ ВЯЖУЩИЕ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ МЕСТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»	152
Ганина Елена Александровна Закревская Любовь Владимировна	
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ БЫТОВЫХ ВОД	157
Денисов Сергей Егорович Максимов Сергей Павлович Алексеев Иван Андреевич Максимова Анастасия Егоровна	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БЛОЧНОГО МЕТОДА МОНТАЖА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В СРАВНЕНИИ С ПОЭЛЕМЕНТНЫМ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ	162
Калмыкова Елена Петровна	
СВОД РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТА ПЛАНИРОВКИ И ПРОЕКТА МЕЖСЕЛЕНА НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО-ЮГРЫ (МЕЖСЕЛЕННАЯ ТЕРРИТОРИЯ)	167
Коркина Елена Александровна Соколов Сергей Николаевич Галимова Наилья Ильфатовна Нестерова Кристина Викторовна Дронов Денис Александрович	

РЕМОНТ ФУТЕРОВОК ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ
ЖАРОСТОЙКИМИ КОМПОЗИТАМИ С ПОМОЩЬЮ
ПРОПИТОЧНО-ОБМАЗОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Соколова Светлана Владимировна
Щербак Виктория Ивановна

178

СТРУКТУРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ
АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ ОГНЕУПОРОВ
СИНТЕЗИРОВАННЫМИ ФОСФАТНЫМИ
СВЯЗУЮЩИМИ

Соколова Светлана Владимировна
Анцинова Юлия Александровна

183

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ПРОИЗВОДСТВЕ СОВРЕМЕННЫХ ВИДОВ БЕТОНА

Хамхоева Залина Магометовна

188

**Секция 5. Сельское и лесное хозяйство,
агроинженерные системы** **193**

ВЛИЯНИЕ ШОКОВОЙ ЗАМОРОЗКИ НА КАЧЕСТВО
И ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ
ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ И ВТОРИЧНЫХ
МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ
ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ

Коротков Владислав Георгиевич
Кишкилев Сергей Владимирович
Мартынов Николай Николаевич
Мартынова Дарья Владимировна
Панов Евгений Игоревич

193

**Секция 6. Технология продовольственных
продуктов** **203**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА СЫРОКОПЧЕНЫХ
МЯСОПРОДУКТОВ

Сон Оксана Михайловна
Гаврилова Наталья Владимировна
Числова Вероника Владимировна
Текутьева Людмила Александровна

203

Секция 7. Безопасность жизнедеятельности человека, промышленная безопасность, охрана труда и экология	209
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СБОРА ПЭТ-ТАРЫ Мухамадеева Раиля Минибулатовна Баязитова Зульфия Ерзатовна Жапарова Саягуль Бекетовна	209
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ДЕФОРМАТИВНЫХ СВОЙСТВ БЕТОНА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КРАНОВЫХ ПУТЕЙ Нестратов Михаил Юрьевич Ребров Вячеслав Валерьевич Смирнов Юрий Юрьевич Тян Андрей Александрович Попов Дмитрий Валентинович	220
ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТРЕБУЕМОЙ ПЛОЩАДИ ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ Нестратов Михаил Юрьевич Ребров Вячеслав Валерьевич Смирнов Юрий Юрьевич Тян Андрей Александрович Попов Дмитрий Валентинович	226
ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЯ, В КОТОРОМ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ПОДЪЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ Нестратов Михаил Юрьевич Ребров Вячеслав Валерьевич Смирнов Юрий Юрьевич Тян Андрей Александрович Попов Дмитрий Валентинович	234

СЕКЦИЯ 1.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

АРХИТЕКТУРА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА КОНФИГУРИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЗАЩИТЫ СИСТЕМ СО ВСТРОЕННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Десницкий Василий Алексеевич

*канд. техн. наук, старший научный сотрудник лаборатории
проблем компьютерной безопасности СПИИРАН,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: desnitsky@comsec.spb.ru*

Дойникова Елена Владимировна

*научный сотрудник лаборатории
проблем компьютерной безопасности СПИИРАН,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: doynikova@comsec.spb.ru*

ARCHITECTURE AND EFFECTIVENESS EVALUATION OF SOFTWARE TOOL FOR CONFIGURING SECURITY COMPONENTS OF SYSTEMS WITH EMBEDDED DEVICES

Vasily Desnitsky

*candidate of Science, senior researcher
of the laboratory of computer security problems of SPIIRAS,
Russia, St. Petersburg*

Elena Doynikova

*researcher of the laboratory of computer security problems of SPIIRAS,
Russia, St. Petersburg*

АННОТАЦИЯ

Целью работы является разработка архитектуры для программной реализации средства конфигурирования компонентов защиты информационно-телекоммуникационных систем со встроенными устройствами. Предложенная архитектура базируется на использовании средств языка моделирования UML, принципах объектно-ориентированного программирования и теории принятия решений. Произведена оценка эффективности разработанного средства путем сравнения результатов конфигурирования с альтернативными путями комбинирования компонентов защиты.

ABSTRACT

The goal is to develop architecture for software implementation of a tool for configuring security components in information and telecommunication systems with embedded devices. The proposed architecture is based on the use of UML modeling language, principles of object-oriented programming and decision making theory. Effectiveness evaluation of the tool is conducted through comparing the configuration results with alternative ways of combining security components.

Ключевые слова: компоненты защиты; конфигурирование.

Keywords: security components; configuring.

В работе исследуется программный прототип средства компонентов защиты информационно-телекоммуникационных систем со встроенными устройствами на основе оптимизационного подхода к выбору комбинаций компонентов защиты (конфигурирование) [1, с. 23].

Прототип реализует функцию конфигурирования, которая по установленным функциональным требованиям и нефункциональным ограничениям, а также перечню заданных альтернатив компонентов защиты определяет на выходе наиболее эффективную (оптимальную) конфигурацию защиты. Прототип содержит функцию проверки эффективности заданной конфигурации защиты в соответствии с заданным критерием.

Разработка программного прототипа средства конфигурирования производилась с использованием языка UML [4, с. 56]. Архитектура задается на основе диаграмм классов и последовательности (рис. 1), которые задают основные элементы – классы, их атрибуты, отношения и операции. На рисунке схематично изображены элементы модели, отвечающие за представление проектируемого устройства и его параметров; компонентов защиты; функциональных и нефункцио-

нальных свойств устройства и отдельных компонентов; функции конфигурирования и проверки допустимости.

Для проверки эффективности предложенного программного средства были проведены экспериментальные исследования по сравнению исследуемого процесса конфигурирования компонентов защиты систем со встроенными устройствами на основе оптимизационного подхода *C* с, так называемым, «ручным» конфигурированием *M*. Ручное конфигурирование предполагает комбинирование компонентов защиты эвристически, без применения каких-либо средств автоматизированной оценки и перебора возможных компонентов защиты на основе слабо формализуемого экспертного опыта.

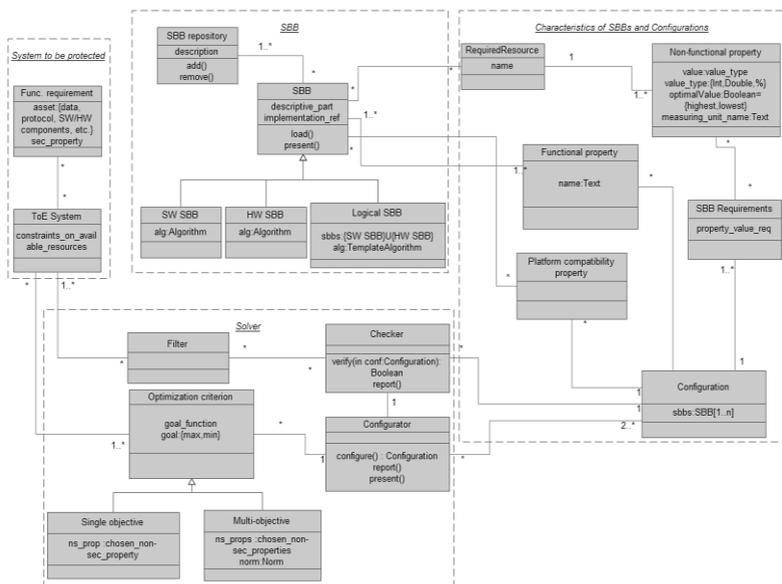


Рисунок 1. Основные элементы архитектуры средства конфигурирования

Предложенный для моделирования и последующего сравнения процесс ручного конфигурирования включает упорядочивание требуемых функциональных требований защиты устройства в соответствии с заданными экспертными предпочтениями. После этого итеративно осуществляется выполнения функции выбора функционального требования из имеющихся, для которого выбирается минимальный по количеству набор компонентов, его реализующий с наилучшим значением

целевого нефункционального показателя. Также проверяются суммарные значения нефункциональных ограничений с учетом компонентов, выбранных на предыдущих итерациях. Если подходящего набора компонентов защиты нет в наличии, то производится пересмотр ранее выбранных компонентов защиты с целью снизить потребление соответствующего нефункционального свойства компонентами защиты. Процесс выбора компонентов осуществляется, пока для всех функциональных требований не были найдены компоненты защиты, их реализующие.

При этом пересмотр выбранных на предыдущих итерациях компонентов защиты организуется следующим образом. Производится попытка поменять один из ранее выбранных компонентов защиты альтернативным, характеризующимся сниженным расходом соответствующего аппаратного ресурса устройства. В случае если в процессе пересмотра при происходит перерасход по какому-либо другому нефункциональному свойству, то такой компонент отбрасывается. Если процесс пересмотра закончился безрезультатно, то в качестве результата выдается предупреждение о необходимости пересмотреть функциональные требования защиты или нефункциональные ограничения устройства.

Стоит отметить, что процесс ручного конфигурирования M задает серию сценариев, отличающихся выбором первоначального функционального требования защиты. Для каждого порядка последовательности функциональных требований определяется, позволяет ли M получить допустимую конфигурацию. При этом проводится выяснение того, дает ли каждый конкретный сценарий применения хотя бы какое-нибудь решение. Суммируется статистика по всем сценариям применения ручного конфигурирования. Также производится вычисление количества сценариев в процентном отношении, которые дают допустимую конфигурацию. Задается вероятность того, насколько конфигурирование M будет выдавать допустимую конфигурацию. Если допустимая конфигурация существует, то процесс конфигурирования на основе оптимизационного подхода позволяет ее определить с вероятностью 100 %.

Для каждого сценария M также определяется, дает ли M оптимальную конфигурацию. При этом считаем, предложенный процесс конфигурирования S является оптимальным по построению [2, с. 120]. При использовании вещественнозначного критерия эффективности для каждого сценария из M , дающего допустимые конфигурации, вычисляется значение критерия эффективности и сравнивается в процентном отношении со значением критерия для

конфигурирования S . Иначе говоря происходит выяснение того, насколько каждый сценарий M хуже предложенного процесса конфигурирования S , предполагая, что стратегия, реализующий процесс S оптимален, по построению. Вычисляется математическое ожидание E значений критерия эффективности для M по всем сценариям, которые дают допустимые конфигурации (вариант 1), а также по всем сценариям (вариант 2) и сравниваем E с оптимальным значением. Вариант 1 дает возможность оценить эффективность стратегии, в случае ее успешного применения (т.е. когда она дает решение), тогда как вариант 2 позволяет получить усредненную характеристику стратегии по всем ее сценариям, включая те, которые не дают допустимых конфигураций. Производится вычисление дисперсии, которое дает возможность определить усредненное отклонение стратегии M от ее математического ожидания [3, с. 305]. В общем для получения эффективного средства конфигурирования математическое ожидание по всем его возможным сценариям должно быть близким к значению показателя эффективности при минимальном значении дисперсии. Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ (13-01-00843, 13-07-13159, 14-07-00697, 14-07-00417).

Список литературы:

1. Десницкий В.А., Котенко И.В., Чечулин А.А. Конфигурирование защищенных систем со встроенными и мобильными устройствами // Вопросы Защиты Информации. – № 2. – 2012. – с. 20–28.
2. Чечулин А.А., Десницкий В.А., Котенко И.В. Анализ информационных потоков для построения защищенных систем со встроенными устройствами // Системы Высокой Доступности. – Т. 8. – № 2. – 2012. – ISSN: 2072-9472. – с. 116–122.
3. Desnitsky V., Kotenko I. Design of entrusting protocols for software protection // Lecture notes in geoinformation and cartography, Information Fusion and Geographic Information Systems. Proceedings of the 4th International Workshop, IF and GIS 2009. – 2009. – p. 301–316.
4. Fowler M. UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language // Addison-Wesley Professional. – 3 edition (September 25, 2003). – Paperback. – ISBN-10: 0321193687 – p. 208.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РЕСУРСОПОТРЕБЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ СО ВСТРОЕННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Десницкий Василий Алексеевич

*канд. техн. наук, старший научный сотрудник лаборатории
проблем компьютерной безопасности СПИИРАН,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: desnitsky@comsec.spb.ru*

A TECHNIQUE FOR EVALUATION RESOURCE CONSUMPTION OF SECURITY COMPONENTS FOR SYSTEMS WITH EMBEDDED DEVICES

Desnitsky Vasily

*candidate of Science, senior researcher
of the laboratory of computer security problems of SPIIRAS,
Russia, St. Petersburg*

АННОТАЦИЯ

Цель работы – построение методики оценки ресурсопотребления компонентов защиты систем со встроенными устройствами. Методика используется в процессе конфигурирования встроенных устройств для нахождения наиболее эффективных конфигураций защиты.

ABSTRACT

The purpose of work is to construct a technique for evaluation of resource consumption of security components for systems with embedded devices. The technique is used in the process of configuring the embedded devices to find the most effective security configurations.

Ключевые слова: встроенные устройства; компоненты защиты; оценка ресурсопотребление.

Keywords: embedded devices; security components; resource consumption evaluation.

Методика оценки ресурсопотребления компонентов защиты информационно-телекоммуникационных систем базируется на опреде-

лениях и методологическом аппарате MARTE, разработанном в рамках международной рабочей группой OMG [5, с. 38] в области объектно-ориентированных технологий и стандартов. MARTE определяет в частности, следующие наиболее важные виды системных ресурсов: вычислительные ресурсы, коммуникационные ресурсы, ресурсы хранения и энергоресурсы с определенным численным нефункциональным показателем ресурсопотребления, который определяет величину расхода заданного ресурса в процессе работы встроенного устройства. В качестве примера можно привести следующие показатели «объем оперативной памяти устройства» и «объем передаваемых данных». Для определения значений этих показателей используется понятие так называемого «сценария наихудшего выполнения» [5, с. 38]. При этом выборка и максимизация расхода ресурса осуществляется путем программного моделирования функций компонента защиты на физических реализациях встроенных устройств. Ограничения на ресурсные показатели встроенного устройства задают на основе данных, полученных из формальных спецификаций и значений, заданных производителем конкретного программно-аппаратного компонента.

В соответствии с [5, с. 38] нефункциональные свойства подразделяются на качественные (qualitative) и количественные (quantitative), которые являются измеримыми. Во-первых, количественное свойство характеризуется набором значений (SampleRealizations), которые измеряются во время выполнения устройства, причем измерения могут производиться в рамках эксперимента на реальной системе или на основе программного моделирования – эмуляции. В частности, для циклически детерминированных систем, такие значения получаются однократно и «экстраполируются» на последующие временные циклы. Во-вторых, ресурсное свойство характеризуется так называемой функцией измерения (Measure), позволяющей сопоставить набору полученных значений некоторую числовую величину. К функциям измерения, например, можно отнести некоторые математические функции \max (максимизация множества), \min (минимизация), mean (функция усреднения).

Процедура получения значения нефункциональных ресурсных свойств состоит из следующих шагов:

1. Для циклически детерминированного устройства [5, с. 38] выделяются временные циклы, которыми можно ограничить анализ поведения физической реализации устройства или его программной модели. В противном случае должна рассматриваться вся «линия жизни» жизненного цикла устройства, что несколько затрудняет технически процесс получения значения свойства.

2. Производится вычисление множества значений `SampleRealizations`. Как правило, эти значения представляют собой некоторые однотипные измерения [5, с. 38], вычисляемые последовательно на различных фазах цикла. При этом процедура измерения представляет некоторую одномоментную «фиксацию» текущего состояния устройства и позволяет получить широкий спектр данных о процессе выполнения.

3. Применение заданной математической функции на множестве полученных значений для вычисления искомого значения ресурсного свойства.

Для получения значений ресурсного свойства компоненты защиты конфигурации запускаются в рамках эмулятора устройства, либо процедура оценки свойства непосредственно встраивается в систему защиты. В последнем случае следует учитывать побочный эффект данной процедуры и, возможно, корректировать получаемые значения. Выполнение процедуры получения значений ресурсного свойства «объем расходуемой памяти устройства» некоторого компонента защиты может производиться следующим образом: выбираются контрольные точки в программе (моменты времени), в которых должны проводиться измерения; иницируется работа компонентов защиты, производятся измерения; применяется математическая функция, которая выдает искомое значение.

Качественные (qualitative) нефункциональные свойства [5, с. 38] представляют собой величины, принимающие значения из некоторого ограниченного набора, как например, свойство с 5-балльным набором значений, или свойство, принимающие значения из множества {высокий, средний, низкий}. Такие свойства можно представлять, как с помощью нефункциональных ресурсных свойств (в этом случае каждому из значений сопоставляется некоторая условная числовая характеристика), так и при помощи свойств программно-аппаратной совместимости.

Вычислительные ресурсы включают, главным образом, два типа ресурсов: ресурс оперативной памяти (класс `HW_ProcessingMemory`) и ресурс центрального процессора устройства (класс `HW_Computing`). Ресурс хранения задается при помощи класса `HW_StorageManager`, характеристика – объем хранилища, ресурс коммуникаций – `HW_Communication` с основной характеристикой – пропускная способность коммуникационного канала. Энергоресурсы определяются на основе классов `HW_Power`, `HW_PowerSupply` и `HW_Battery` и расходуются, собственно, на работу компонентов защиты, а также на тепловые затраты. Характеризуется, во-первых, мощностью

источника питания, необходимой для работы устройства (HW_PowerSupply) и, во-вторых, величиной аккумуляторного ресурса батареи, определяющего продолжительность автономной работы устройства (HW_Battery).

Для ресурса коммуникаций предполагается синхронная коммуникация устройства с другими устройствами системы. Поэтому, исходя из предположений о своевременности доставки сообщений, их пересылка должна производиться в пределах некоторого заданного временного интервала (контрольного интервала). Например, в случае компонента удаленной аттестации [4, с. 301] соответствующие хеш-значения, снабженные метками времени, должны доставляться на сторону доверенного сервера не позднее заданного интервала времени с момента их создания [1, с. 20], [2, с. 27], [3, с. 302]. Поэтому, пренебрегая, собственно, временем передачи сообщения, и считая, что скорость коммуникационного канала выше пропускной возможности сетевого интерфейса устройства, в качестве значения свойства принимается максимальное отношение объема данных, которые должны быть переданы или получены устройством к длине контрольного интервала. Иначе говоря, вычисление подобных значений для разных временных интервалов цикла, позволяет вывести максимальное значение пропускной способности, которую должен обеспечивать коммуникационный интерфейс устройства. Контрольный интервал определяется в соответствии с требованиями к безопасности и целевыми требованиями устройства. Ограничения для ресурса коммуникаций определяются, исходя из спецификации устройства и системы в целом и применяемых политик безопасности. В целом, процедура оценки показателя ресурсопотребления *gnr* конфигурации *configuration* проводится на эмуляторе программно-аппаратной платформы встроенного устройства (ВУ) и включает: измерение расхода ресурсов на протяжении цикла работы приложения; сравнение показателей ресурсопотребления для незащищенного ВУ и защищенного при помощи данной конфигурации защиты.

Показатель ресурсопотребления рассчитывается по формуле *gnr* (*configuration*) = *gnr*(ВУ₀) - *gnr*(ВУ_z), где ВУ₀ – незащищенное встроенное устройства, ВУ_z - встроенное устройство, защищенное при помощи конфигурации *configuration*. Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ (13-01-00843, 13-07-13159, 14-07-00697, 14-07-00417).

Список литературы:

1. Десницкий В.А., Котенко И.В., Чечулин А.А. Конфигурирование защищенных систем со встроенными и мобильными устройствами // Вопросы защиты информации. – № 2. – 2012. – С. 20–28.
2. Десницкий В.А., Котенко И.В. Проектирование защищенных встроенных устройств на основе конфигурирования // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – № 1. – 2013. – С. 44–54.
3. Desnitsky V., Kotenko I. Design of entrusting protocols for software protection // Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. – "Information Fusion and Geographic Information Systems – Proceedings of the 4th International Workshop, IF and GIS 2009". – 2009. – p. 301–316.
4. Desnitsky V., Kotenko I. Security and scalability of remote entrusting protection // Lecture Notes in Computer Science. – Т. 6258. – LNCS. – 2010. – p. 298–306.
5. Object Management Group. The UML Profile for MARTE: Modeling and Analysis of Real-Time and Embedded Systems. Version 1.1. – 2011 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – URL: <http://www.omg.org/spec/MARTE/> (дата обращения: 15.10.2015).

МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ В СИСТЕМАХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Мелихова Оксана Аскольдовна

канд. техн. наук, доцент,
доцент Южного федерального университета,
РФ, г. Таганрог
E-mail: omelikhova@mail.ru

Григораш Андрей Сергеевич

аспирант Южного федерального университета,
РФ, г. Таганрог
E-mail: grigoraschandrej@gmail.ru

Джамбинов Сергей Владимирович

студент Южного федерального университета,
РФ, г. Таганрог
E-mail: sergeydz03@mail.ru

Чумичев Владимир Сергеевич

студент Южного федерального университета,
РФ, г. Таганрог
E-mail: vladimir.chumichev@mail.ru

Гайдуков Анатолий Борисович

студент Южного федерального университета,
РФ, г. Таганрог
E-mail: agon2299@mail.ru

TRAINING METHODS IN SYSTEMS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Oksana Melikhova

*candidate of Science, assistant professor,
assistant professor of the Southern Federal University,
Russia, Taganrog*

Andrey Grigorash

*postgraduate of the Southern Federal University,
Russia, Taganrog*

Sergey Dzhambinov

*student of the Southern Federal University,
Russia, Taganrog*

Vladimir Chumichev

*student of the Southern Federal University,
Russia, Taganrog*

Anatoly Gaidukov

*student of the Southern Federal University,
Russia, Taganrog*

АННОТАЦИЯ

Исследование сложных моделей объектов на основе имитации механизмов, реализуемых в живой природе, привели к появлению и развитию такого раздела искусственного интеллекта, как нейронные сети. К важнейшим особенностям сети относятся параллельная обработка информации, способность к обучению и обобщению накопленных знания, а также возможность их реализации с применением технологии VLST. В статье рассмотрены и проанализированы алгоритмы обучения нейронных сетей, такие как алгоритм обучения, основанный на корреляции ошибок, алгоритм обучения, основанный на постулатах Хебба, а также алгоритм обучения Больцмана.

ABSTRACT

The study of complex objects based on models simulating the mechanisms implemented in nature, led to the emergence and development of such a section of artificial intelligence, neural networks. The most important features of the network include the parallel processing of

information, the ability to learn and generalize accumulated knowledge, and the ability to implement them using the technology VLST. The article describes and analyzes the algorithms of training neural networks, such as the learning algorithm based on the correlation of error learning algorithm based on the postulates of Hebb and learning algorithm Boltzmann.

Ключевые слова: Искусственные нейронные сети; алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей; алгоритм обучения Хебба; алгоритм обучения; основанный на корреляции ошибок; алгоритм обучения Больцмана.

Keywords: Artificial neural network learning algorithms of artificial neural networks; Hebbian learning algorithm; the learning algorithm based on the correlation of errors; the algorithm training Boltzmann.

Построение и исследование моделей сложных объектов на основе имитации механизмов, реализуемых в живой природе, привели к появлению и развитию такого раздела искусственного интеллекта, как нейронные сети. Важнейшие особенности сети – параллельная обработка информации, способность к обучению и обобщению накопленных знаний, послужили росту интереса к нейронным сетям и прогрессу в их исследовании. Кроме названных особенностей нейронных искусственных сетей следует отметить возможность их реализации с применением технологии сверхбольшой степени интеграции (VLST). Поэтому одна из областей современной теории интеллектуальных вычислений (computational intelligence) тесно связана с построением и применением искусственных нейронных сетей. Интеллектуальность в данном случае понимается как способность применять знания, накопленные в процессе обучения и как умение обобщать информацию [1; 2; 3].

Нейронные сети – это распределенный параллельный процессор, состоящий из элементарных устройств обработки информации, накапливающих экспериментальные знания и предоставляющих их для последующей обработки [4; 7; 9]. Искусственную нейронную сеть представляют как сложный граф. Есть два вида нейронных сетей: однослойные (рисунок 1) и многослойные (рисунок 2).

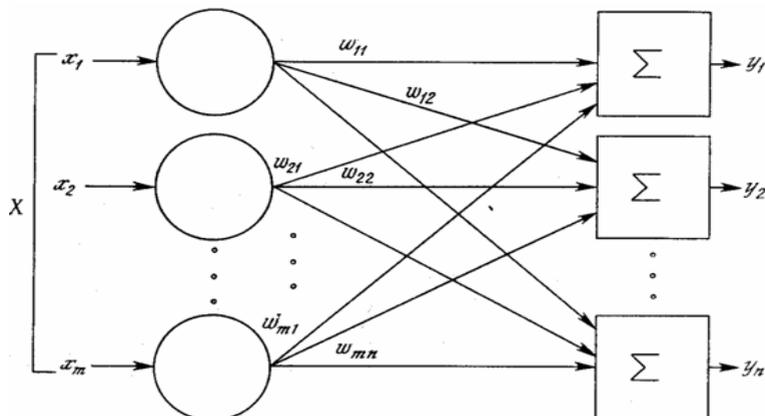


Рисунок 1. Однослойная нейронная сеть

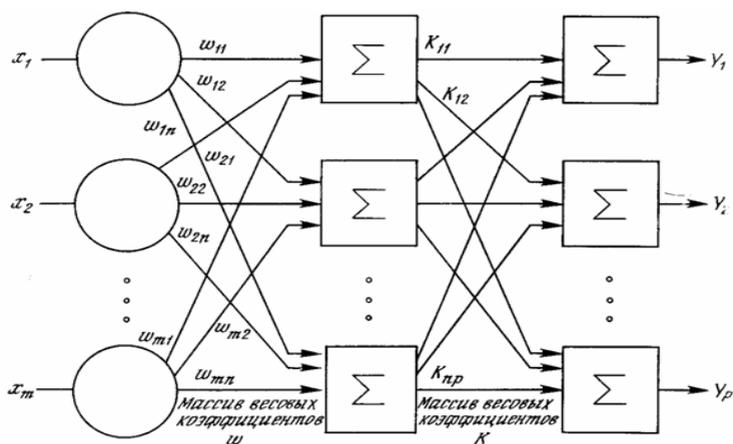


Рисунок 2. Многослойная нейронная сеть

У нейронной сети можно выделить несколько свойств, определяющих схожесть искусственной нейронной сети с её естественным аналогом [1; 4; 6]:

1. Знания поступают в нейронную сеть из окружающей среды, после чего используются для обучения.
2. Для накопления знаний применяются связи между нейронами, описываемые синаптическими весами.

Главным преимуществом нейронных сетей в обработке данных является: первое – это распараллеливание обработки информации и, во-вторых, способность к самообучению [5; 8; 9]. Также в нейронных сетях есть свойство обобщения, то есть способность получать результат на основе данных, которых не было в процессе обучения. С помощью нейронных сетей можно решать как сложные задачи, так и более простые. На практике решение сложных (масштабных) задач бывает затруднительно, поэтому более сложную задачу разбивают на несколько простых, которые решают последовательно.

Как было сказано ранее, искусственные нейронные сети, также, как и биологические, имеют способность к обучению. Обучение – это процесс, в котором свободные параметры нейронной сети настраиваются посредством моделирования среды, в которую эта сеть встроена [2; 6; 7]. Такое определение процесса обучения предполагает следующий алгоритм обучения:

1. В нейронную сеть поступают сигналы из внешней среды.
2. В результате этого, свободные параметры искусственных нейронов изменяются.
3. После изменения внутренней структуры нейронная сеть отвечает на поступившие сигналы согласно изменениям.

Данный алгоритм строится исключительно на определении обучения. Существует огромное количество алгоритмов, но не существует универсального алгоритма, который подходил бы для каждой нейронной сети.

Рассмотрим некоторые алгоритмы обучения нейронной сети.

Один из алгоритмов обучения основывается на коррекции ошибок [7; 10]. Суть этого алгоритма в следующем. Есть нейронная сеть, состоящая из N нейронов, каждый отдельный нейрон обозначим k . Есть входной сигнал $u_k(N)$, выходной сигнал $d_k(N)$, и желаемый результат $m_k(N)$. Каждый раз, когда будет формироваться выходной сигнал, он будет сравниваться с желаемым. Если выходной сигнал больше, то в результате получим сигнал ошибки $e_k(N)$:

$$e_k(N) = m_k(N) - d_k(N).$$

Сигнал ошибки инициализирует механизм управления, цель которого заключается в применении последовательности корректировок к весам нейронов. Эти изменения предназначены для приближения выходного сигнала к желаемому. Эта цель достигается с помощью минимизации функции стоимости или индекса производительности $E(N)$, определяемой в сигнале ошибки по формуле:

$E(N) = \frac{1}{2} e_k^2(N)$, где $E(N)$ – текущее значение энергии ошибки.

Пошаговая корректировка синоптических весов нейрона продолжается до тех пор, пока система не достигнет устойчивого состояния. Только после этого процесс обучения останавливается.

Рассмотрим следующий метод обучения сети – обучение на основе памяти.

Такой вид обучения предполагает использование хранилища данных типа вход-выход [8; 11]. То есть, данный вид обучения основывается на всем прошлом опыте, который формулируется в данном хранилище. Не ограничивая общности, можно предположить, что выходной сигнал является скаляром. То есть, если есть два выхода и необходимо их как-то классифицировать, то берется ближайший вектор к тестовому вектору x_{test} . Все алгоритмы обучения на основе памяти включают в себя две первостепенные составляющие:

1. Критерий, используемый для определения окрестности вектора x_{test} .
2. Правило обучения, применяемое к примеру из окрестности тестового вектора.

Все алгоритмы обучения нейронных сетей отличаются друг от друга по способу реализации этих двух составляющих. В простейшем алгоритме обучения на основе памяти, который получил название правила ближайшего соседа в окрестность включается пример, который самый близкий к тестовому. Если есть вектор x , который считается ближайшим соседом вектора x_{test} , и выполняется условие $d(x_i, x_{test})$, то d – евклидово расстояние между векторами x_i и x_{test} . Вариацией классификатора на основе ближайшего соседа является классификатор k -ближайших соседей. Он описывается следующим образом:

1. Находим k классифицированных соседей, которые являются ближайшими к вектору x_{test} , где k – это некоторое число.
2. Вектор x_{test} относим к тому классу, который чаще других встречается среди k -ближайших соседей тестируемого вектора.

Таким образом, классификатор на основе k -ближайших соседей работает подобно устройству усреднения.

Следующий метод обучения, так называемый, постулат Хебба [10; 11; 12].

Постулат обучения Хебба является самым старым и самым известным среди все правил обучения. Данный постулат носит имя нейрофизиолога Хебба. Хебб был одним из ученых, предложивших метод обучения на основе ассоциативной памяти, то есть обучения

на клеточном уровне. По его гипотезе, данный метод обучения должен был привести к постоянной модификации шаблона активности. На основе постулата обучения Хебба можно сформулировать следующее правило, которое состоит из двух частей:

1. Если два нейрона по обе стороны синапса (соединения) активизируются одновременно, то есть синхронно, то прочность такого соединения возрастает.

2. Если два нейрона по обе стороны синапса активизируются асинхронно, то такой синапс ослабляется или вообще отмирает.

Изначально Хебб выделил свои постулаты в нейробиологическом контексте. Функционирующий таким образом синапс называется синапсом Хебба. Если быть более точным, то синапс Хебба зависит от времени. Можно выделить четыре основных свойства, характеризующие синапс Хебба:

1. Зависимость от времени. То есть синапс Хебба зависит от точного времени возникновения входного сигнала и выходного сигнала.

2. Локальность. По своей природе синапс является узлом передачи данных, это свойство используется для выполнения синапсом Хебба локальных модификаций входного сигнала.

3. Интерактивность. Изменения синапса Хебба определяются сигналами на обоих его концах.

4. Корреляция. Обучение Хебба состоит в том, что условием изменения эффективности синаптической связи является зависимость между входным и выходным сигналом.

Для описания обучения Хебба с точки зрения математики, рассмотрим простой пример, в котором синаптический вес w_{kj} нейрона k с входным x_j и выходным u_k сигналами [7; 9; 11]. Изменение синаптического веса w_{kj} в момент времени n можно представить следующим соотношением:

$\Delta w_{kj}(n) = F(x_j(n), u_k(n))$, где F – это некоторая функция, зависящая от входных и выходных сигналов. Сигналы $x_j(n)$ и $u_k(n)$ рассматриваются без учета размерности.

Есть несколько версий записи формулы Хебба, все они считаются формулами Хебба, или хеббовскими.

Так же Хебб выделил простейшую формулу обучения, которая имеет следующий вид:

$\Delta w_{kj}(n) = \eta(x_j(n), u_k(n))$, где η – положительная константа, которая определяет скорость обучения. Данное выражение ясно показывает природу синапса Хебба, так же её называют правилом умножения активности.

Рассмотрим следующий метод обучения нейронных сетей, так называемое, конкурентное обучение.

Данный вид обучения, как понятно из названия, представляет собой конкурентную модель нейронов, то есть нейроны сети будут конкурировать между собой за право быть активизированными. Благодаря этому свойству, такой вид обучения очень удобно использовать для задач изучения статистических свойств, которые используются в задачах классификации образов.

Правило конкурентного обучения строится на основе трех элементов:

1. Множество одинаковых нейронов формирует случайные веса на реакции нейронов по одному и тому же входному сигналу.
2. Определяется предельное значение веса каждого нейрона.
3. Формируется механизм, позволяющий нейронам конкурировать за право отклика на данное подмножество входных сигналов и определяющий единственный активный нейрон.

В такой системе каждый нейрон сети соответствует группе близких образов, то есть нейроны становятся детекторами признаков различных классов входных образов. Простейшая нейронная сеть с конкуренцией представляется как единственный слой выходных нейронов, в котором каждый нейрон соединён с входными нейронами. В связи с тем, что данный тип обучения может формировать группы, то такая нейронная сеть способна к кластеризации в процессе обучения.

Следующий метод обучения нейронных сетей – обучение Больцмана [7; 10; 11].

Этот метод назван в честь Людвиг Больцмана. Данный алгоритм является стохастическим алгоритмом обучения, который основан на стохастической механике. Нейронная сеть на основе обучения Больцмана называется машиной Больцмана. В машине Больцмана все нейроны работают с бинарными сигналами. То есть у нейронов два состояния: (+1) – это активный режим нейронов и (-1) – выключенный режим нейронов. Такая машина описывается функцией E, значение которой определяется состоянием нейронов машины Больцмана. Эту функцию можно описать следующим выражением:

$$E = -\frac{1}{2} \sum_j \sum_{k(j \neq k)} W_{kj} x_k x_j ,$$

где: x_j – состояние нейрона j ,

w_{kj} – синоптический вес связи нейронов j и k .

Нейроны машины Больцмана можно разбить на две группы по функциональности: видимые и скрытые. Видимые нейроны реализуют интерфейс между сетью и средой её функционирования, а скрытые работают независимо от внешней среды. Рассмотрим два режима функционирования такой сети:

1. Скванное состояние сети. Все видимые нейроны находятся в состояниях, предопределенных внешней средой.
2. Свободное состояние сети. Все нейроны могут свободно функционировать.

В основном все алгоритмы обучения делятся на два вида: на алгоритмы обучения с учителем и на алгоритмы обучения без учителя. Алгоритмы обучения с учителем можно рассматривать как наличие знаний об окружающей среде, представленной в виде пары вход-выход. Для такого алгоритма характерно то, что окружающая среда неизвестна для нейронной сети. То есть, из окружающей среды поступает информация, учитель на основе заложенных знаний вырабатывает желаемый отклик (оптимальный набор действий), после параметры сети изменяются с учетом обучающего вектора и сигнала ошибки (разность между желаемым результатом и полученным). Изменение параметров происходит пошагово с целью имитации нейронной сети на поведение учителя [7; 10; 12]. Любой алгоритм обучения с учителем – это алгоритм обучения на основе коррекции ошибок. Алгоритмы обучения без учителя означают, что нет контролирующего процесса настройки весовых коэффициентов.

Для многослойной нейронной сети обучение с учителем может рассматриваться как способность сети к обучению, то есть выработки нужного отклика от сети, так и как задача численной оптимизации. Функции, которые строятся на выявлении ошибок в нейронных сетях, в большинстве случаев являются функциями блуждающих точек, но в многослойной нейронной сети функция является в высшей степени нелинейной функцией, которая зависит только от вектора синоптических весов w .

Возможность и эффективность использования искусственных нейронных сетей могут существенно увеличиться за счет применения технологии обработки информации, основанной на нечетких множествах и нечетком логическом выводе. Этот подход ослабляет требования к точности представления исходных данных при моделировании, а также позволяет при описании сложных систем использовать переменные, значения которых определяются на интуитивном уровне [5; 7]. Используемая при этом парадигма выработки решений приводит к формированию лингвистических аргументов логических функций.

Функции, описывающие реальные объекты, уточняются в процессе обучения. Правила вывода формируются также в процессе обучения. Это определяет взаимопроникновения и комплементарность нейронных моделей и систем, построенных на основе нечеткой логики. Использование лингвистических операторов и итерационного процесса обучения приводит к получению интеллектуальных логико-алгебраических моделей, определяемых термином Computational Intelligence.

Для повышения эффективности исследования пространства возможных решений часто используется такой класс алгоритмов обучения как эволюционные алгоритмы. Они основываются на эволюционной и генетической обусловленности изменения последовательности битов или чисел.

Нейронные сети и генетические алгоритмы возникли в результате наблюдения и попыток копирования естественных процессов, происходящих в живой природе [5; 8]. При сравнении особенностей нейронных сетей и генетических алгоритмов следует обратить внимание на существенно различную длительность протекания соответствующих естественных процессов, то есть на быструю обработку информации в нервной системе и очень медленный процесс естественной эволюции. Но при компьютерном моделировании эти различия не имеют существенного значения. Генетические алгоритмы применяются в системах искусственного интеллекта как совместно с нейронными сетями, так и в виде независимого альтернативного метода моделирования. Генетические алгоритмы – это процедуры поиска, основанные на механизмах естественного отбора и наследования [12].

Нейронные сети, нечеткие системы и генетические алгоритмы обладают важным общим свойством – способностью к обучению, что считается главным атрибутом интеллектуальности любой системы, в том числе живой.

Список литературы:

1. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
2. Каллан Роберт. Основные концепции нейронных сетей: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.
3. Комарцова Л.Г., Максимов А.В. Нейрокомпьютеры: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 400 с.

4. Мелихова О.А., Чумичев В.С., Джамбинов С.В., Гайдуков А.Б. Некоторые аспекты криптографического взлома и повышения надежности алгоритмов шифрования// Молодой ученый. – Казань, № 11(91), 2015. – С. 392–394.
5. Мелихова О.А. Приложение матлогики к проблемам моделирования// Известия ЮФУ. Технические науки. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2014. № 7(156). – С. 204–214.
6. Мелихова О.А., Гайдуков А.Б., Джамбинов С.В., Чумичев В.С. Методы поддержки принятия решений на основе нейронных сетей// Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – М., № 09 (80). Ч. 1. 2015. – С. 52–59.
7. Мелихова О.А., Григораш А.С., Джамбинов С.В., Чумичев В.С., Гайдуков А.Б. Некоторые аспекты теории нейронных систем// Молодой ученый. – Казань. – № 16 (96), – 2015. – С. 196–199.
8. Мелихова О.А. Методы построения интеллектуальных систем на основе нечеткой логики. Научное издание – Таганрог: издательство ТРТУ 2007. – 92 с.
9. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
10. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 452 с.
11. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. М.: Мир, 1992. – 184 с.
12. Kureychik V.V. Melikhova O.A. Gaydukov A.B. Chumichev V.S. Dzhambinov S.V. Bukach S.A. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Innovative technologies in science, Vol. I (February 21–22, 2015, Dubai, UAE)". – Dubai.: Rost Publishing, 2015. – P. 57–67.

ФИНИТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СЕРВОПРИВОДАМИ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ

Капля Егор Викторович

*канд. физ.-мат. наук, доцент, ведущий научный сотрудник
филиала Московского энергетического института в г. Волжском,
РФ, г. Волжский
E-mail: ev-kaple@yandex.ru*

FINITE CONTROL BY THE SOLAR SERVO MODULES

Egor Kaplya

candidate of physics and mathematics, associate professor, leading researcher branch of Moscow power engineering Institute in Volzhsky, Russia, Volzhsky

Работа выполнена при поддержке проекта «Моделирование технологических процессов в системе объектов нетрадиционной и возобновляемой энергетики и оптимизация управления режимами совместной работы», выполняемого в рамках государственного задания Минобрнауки России.

АННОТАЦИЯ

Представлена новая структурная схема автоматизированного сервопривода солнечного модуля. Для поворота солнечного модуля использован сервопривод постоянного тока. Построены графики зависимости расхода энергии при финитном управлении серводвигателем от продолжительности поворота модуля. Оптимальная продолжительность поворота модуля соответствует минимуму энергетических затрат на процесс поворота.

ABSTRACT

Presents a new structural scheme of an automated servo solar module. For rotate the solar module used the DC servo motor. Graphs of the dependence of energy consumption at finite control by the solar servo on the duration of rotation. The optimal duration of rotation of the module corresponds to the minimum energy consumption for the turning process.

Ключевые слова: солнечный модуль; финитное управление; сервопривод; серводвигатель постоянного тока.

Keywords: solar module; finite control; fixed-time control; servo; servo-driver; DC servo motor.

Каждый модуль современных солнечных электростанций имеет индивидуальный сервопривод. Автоматическое позиционирование фотоэлектрических модулей, гелиостатов и параболоцилиндрических концентраторов обычно осуществляют с помощью электродвигателей. Для поворота солнечных модулей можно использовать сервопривод с двигателем постоянного тока (ДПТ), редуктором и энкодером. При угловом позиционировании солнечных модулей с помощью ДПТ целесообразно использовать систему финитного управления.

Финитное управление реализуется на конечном отрезке времени [1, с. 13]. От продолжительности T поворота модуля зависит количество затраченной энергии [2, с. 30].

Поворот солнечного модуля вокруг горизонтальной и вертикальной осей предполагает использование двух серводвигателей. Алгоритмы управления двигателями аналогичны, поэтому рассмотрим систему позиционирования фотоэлектрического модуля при повороте вокруг одной горизонтальной оси Ox (рис. 1). Начальное положение модуля характеризуется углом θ_0 между вектором нормали к поверхности модуля и горизонтальной плоскостью. Необходимо повернуть модуль на угол $\Delta\theta$ с минимальными затратами энергии (рис. 2) и остановить его в положении с вектором нормали \vec{N} , направленным под углом $\hat{\theta}$ относительно горизонтальной плоскости (рис. 1).

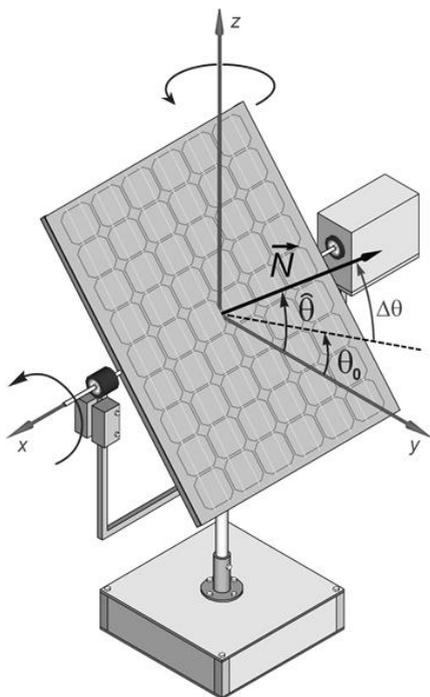


Рисунок 1. Система позиционирования фотозлектрического солнечного модуля

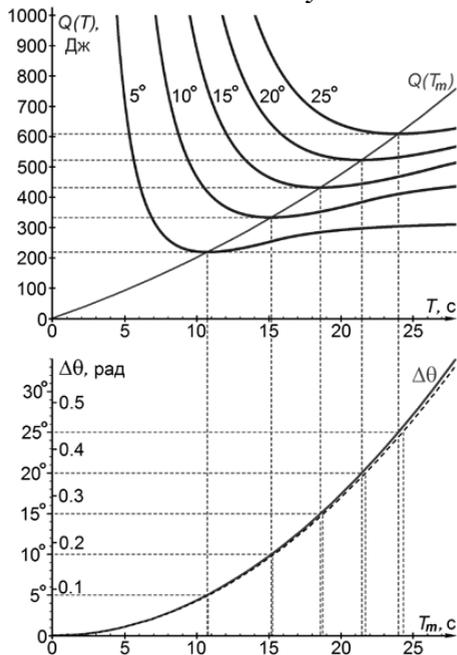


Рисунок 2. Графики зависимостей $Q(T)$ и $T_m(\Delta\theta)$

Структурная схема автоматизированного сервопривода постоянного тока с блоком финитного управления (БФУ) представлена на рис. 3.

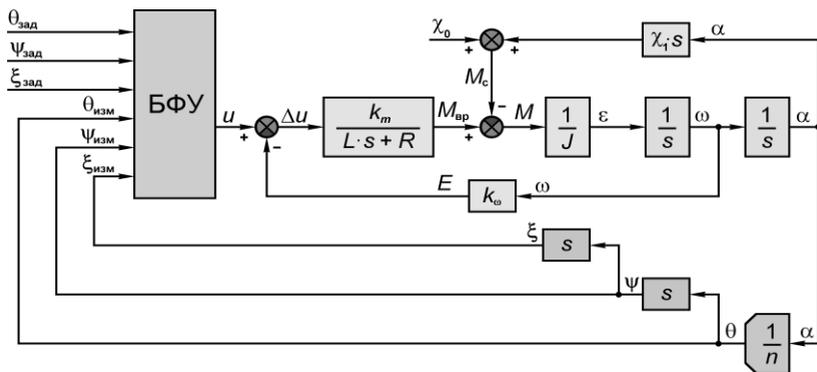


Рисунок 3. Структурная схема автоматизированного сервопривода с блоком финитного управления

На схеме использованы следующие обозначения:

$\theta(t)$ – угол поворота солнечного модуля; $\alpha(t)$ – угол поворота якоря ДПТ; $\omega(t)$ – угловая скорость вала ДПТ; $\psi(t)$ – угловая скорость солнечного модуля; $\xi(t)$ – угловое ускорение солнечного модуля; $\varepsilon(t)$ – угловое ускорение вала ДПТ; $u(t)$ – управляющее напряжение; $i(t)$ – ток в цепи якоря ДПТ; L – индуктивность цепи якоря; R – активное сопротивление цепи якоря; $E(t) = k_{\omega} \cdot \omega(t)$ – противодействующая ЭДС якоря; k_{ω} – коэффициент противоЭДС, связывающий $E(t)$ с угловой скоростью; $M_{вр}(t) = k_m \cdot i(t)$ – вращающий момент, создаваемый ДПТ; k_m – коэффициент пропорциональности, связывающий ток в цепи якоря и развиваемый двигателем вращающий момент; $M_c(t)$ – момент сопротивления нагрузки, приведенный к валу двигателя; J – суммарный осевой момент инерции якоря ДПТ, колёс редуктора и солнечного модуля; n – передаточное число редуктора сервопривода.

Жесткая механическая связь вала двигателя и вала нагрузки посредством зубчатых колес редуктора позволяет связать фазовые координаты: $\theta(t) = \alpha(t)/n$; $\psi(t) = \omega(t)/n$; $\xi(t) = \varepsilon(t)/n$.

Измерение угла $\theta(t)$ ориентации солнечного модуля осуществляется с помощью энкодера. Мгновенная угловая скорость $\psi(t)$ и угловое ускорение $\xi(t)$ солнечного модуля вычисляются контроллером в результате численного дифференцирования функции $\theta(t)$ по времени.

На вход БФУ подаются заданные конечные значения фазовых координат вала солнечного модуля: $\theta_{зад}(T_0 + T) = \hat{\theta}$, $\psi_{зад}(T_0 + T) = \hat{\psi}$, $\xi_{зад}(T_0 + T) = \hat{\xi}$, где T_0 – момент времени начала поворота; T – продолжительность поворота. Модуль переводится из одного неподвижного состояния в другое неподвижное состояние, поэтому начальную и конечную угловую скорость солнечного модуля примем равными нулю: $\psi(T_0) = \hat{\psi} = 0$. Текущие значения фазовых координат сравниваются с заданными. БФУ вычисляет и формирует

управляющий сигнал $u(t)$ на основе выбранного закона финитного управления.

Известный [1, с. 69] закон финитного управления при трех конечных условиях применительно к сервоприводу представим в следующем виде:

$$u(t, T) = \begin{cases} k_u \cdot n \cdot \left(\frac{12 \cdot (\hat{\theta} - \theta(t))}{(\hat{T} - t)^2} - \frac{6 \cdot (\hat{\psi} + \psi(t))}{\hat{T} - t} + \hat{\xi} \right) & \text{при } t \in [T_0; T_0 + T], \\ 0 & \text{в остальных случаях,} \end{cases} \quad (1)$$

где: $\hat{T} = T_0 + T + \Delta T$ – момент времени окончания переходного процесса;

ΔT – жёсткость управления (временной интервал между ведущей и ведомой фазовыми точками); $\Delta T \ll T$;

k_u – коэффициент пропорциональности между напряжением на обмотке ДПТ и угловым ускорением ротора; $k_u = J \cdot R / k_m$.

В основе математической модели сервопривода постоянного тока [4, с. 148] – система дифференциальных уравнений:

$$J \cdot \frac{d^2 \alpha(t)}{dt^2} = k_m \cdot i(t) - M_c(t), \quad (2)$$

$$L \cdot \frac{di(t)}{dt} + R \cdot i(t) = u(t) - k_\omega \cdot \frac{d\alpha(t)}{dt}. \quad (3)$$

Момент сил сопротивления будем считать линейно зависящим от угловой скорости вращения ротора ДПТ:

$$M_c(t) = \begin{cases} \chi_1 \cdot \omega(t) + \chi_0, & \omega(t) > 0; \\ \chi_1 \cdot \omega(t) - \chi_0, & \omega(t) < 0; \\ M_{\text{вр}}(t), & \text{если } \omega(t) = 0 \wedge |M_{\text{вр}}(t)| \leq \chi_0; \\ \chi_0, & \omega(t) = 0 \wedge M_{\text{вр}}(t) > \chi_0; \\ -\chi_0, & \omega(t) = 0 \wedge M_{\text{вр}}(t) < -\chi_0, \end{cases} \quad (4)$$

где: χ_0 – момент трогания ротора двигателя и механической нагрузки сервопривода, приведенный к валу двигателя;

χ_1 – коэффициент сопротивления движению.

Основной энергетической характеристикой процесса управления сервоприводом является величина электрической энергии Q_m , затраченной на питание ДПТ в процессе управления.

Энергия, потребляемая якорем ДПТ от источника электрической энергии в процессе терминального управления сервоприводом, выражается интегралом:

$$Q(T) = \int_{T_0}^{T_0+T} u(t,T) \cdot i(t,T) dt. \quad (5)$$

Ток в цепи якоря ДПТ представим решением уравнения (3) относительно $i(t,T)$:

$$i(t,T) = \exp\left(-\frac{R}{L} \cdot (t-T_0)\right) \times \left[\frac{1}{L} \cdot \int_{T_0}^t \exp\left(\frac{R}{L} \cdot (t'-T_0)\right) \cdot \left[u(t',T) - \left[-k_\omega \cdot \frac{d\alpha(t',T)}{dt'} \right] dt' + i(T_0,T) \right], \quad (6)$$

где $i(T_0,T)$ – ток в цепи якоря в момент времени T_0 . При пуске двигателя можно принять $i(T_0,T) = 0$, т. к. ток через индуктивный элемент не может измениться мгновенно.

Функция $Q(T)$ имеет минимум (рис. 3). Оптимальная продолжительность T_m поворота модуля соответствует минимуму

целевой функции $Q(T)$. При малых T требуются высокие напряжения (рис. 4).

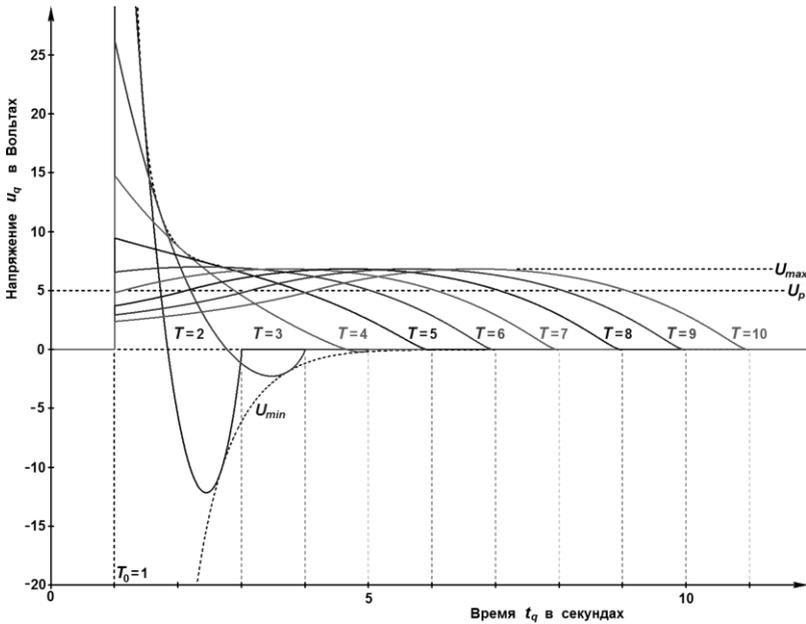


Рисунок 4. Форма управляющего сигнала при различных значениях T

Величина T_m зависит от заданных начальных и конечных условий, а также от характеристик сервопривода. В результате минимизации функции (5) при использовании управляющего сигнала (1) получена в [2, с. 30] формула:

$$T_m = \sqrt{6 \cdot \frac{k_u \cdot n}{U_p} \cdot |\Delta\theta|} - \Delta T = \sqrt{6 \cdot \frac{J \cdot n}{\chi_0} \cdot |\Delta\theta|} - \Delta T. \quad (7)$$

Формула (7) позволяет вычислить приближённое значение T_m оптимальной продолжительности поворота модуля [3, с. 28] для заданного угла поворота $\Delta\theta$ представленного в радианах.

Моделирование переходных процессов выполнено для сервопривода, обладающего характеристиками: $J = 1,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $n = 10$;
 $L = 0,01 \text{ Гн}$; $R = 2 \text{ Ом}$; $k_m = 0,08 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{А}}$; $k_\omega = 0,2 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{рад}}$;
 $\chi_1 = 0,1 \frac{\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}}{\text{рад}}$; $\chi_0 = 0,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$ при следующих начальных и конечных условиях: $\psi(T_0) = \omega(T_0) = 0$; $\theta(T_0) = 20^\circ$; $\hat{\theta} = \theta(T_0) + \Delta\theta$;
 $\hat{\psi} = \hat{\omega} = 0$; $\hat{\xi} = \hat{\varepsilon} = 0$; приняты: $t_0 = 0$; $T_0 = 1 \text{ с}$; $\Delta T = 0,01 \text{ с}$;
 $\Delta t = 10^{-3} \text{ с}$.

Графики зависимости энергии $Q(T)$, затраченной в процессе поворота, от продолжительности T поворота построены с помощью (1)–(6) при $\Delta\theta = 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ$ и показаны на рис. 2. В результате минимизации функции $Q(T)$ для $0^\circ \leq \Delta\theta \leq 34^\circ$ построен график зависимости $T_m(\Delta\theta)$, представленный в нижней части рис. 2 сплошной линией. Результаты расчёта $T_m(\Delta\theta)$ по формуле (9) представлены на рис. 2 наклонной пунктирной кривой. Близость сплошной и пунктирной расчётных кривых $T_m(\Delta\theta)$ подтверждает корректность расчёта оптимальной продолжительности поворота модуля с помощью формулы (9). Формула (9) позволяет найти оптимальную продолжительность процесса поворота солнечного модуля из одного неподвижного состояния в другое.

Список литературы:

1. Батенко А.П. Управление конечным состоянием движущихся объектов. – М.: Советское радио, 1977. – 256 с.
2. Капля Е.В. Энергоэффективное терминальное управление серводвигателем постоянного тока // Автоматизация процессов управления. – 2015. – Т. 39, № 1. – С. 27–33.
3. Капля Е.В. Энергоэффективное терминальное управление сервоприводами солнечных модулей // Альтернативная энергетика и экология. – 2015. – Т. 181–182, – № 17–18. – С. 24–29.
4. Фираго Б.И., Павлячик Л.Б. Теория электропривода. – Мн.: ЗАО «Техноперспектива», 2004. – 527 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ОРГАНИЗАЦИИ И МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АППАРАТНЫХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Латышев Виктор Александрович

канд. тех. наук, доцент кафедры ЕНОТД
филиала Тюменского государственного нефтегазового университета,
РФ, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Новый Уренгой
E-mail: viklat@yandex.ru

Медведева Юлия Львовна

учитель математики, школа № 1,
РФ, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Новый Уренгой

STUDY OF THE PRINCIPLES OF THE ORGANIZATION AND METHOD OF ENGINEERING HARDWARE AND SOFTWARE CONTROL SYSTEMS OF THE TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Viktor Latyshev

candidate of Science, associate professor of Department of Natural Science
and General Technical Disciplines, Yamal Oil and Gas Institute,
affiliate of Tyumen State Oil and Gas University,
Russia, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Novy Urengoy

Yuliya Medvedeva

math teacher, School №1,
Russia, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Novy Urengoy

АННОТАЦИЯ

Технологии промышленной автоматизации невозможны без применения программируемых логических контроллеров, которые обеспечивают управление оборудованием в реальном масштабе времени, выполнение арифметических и логических операций, обработку битов информации и задание таймеров – счетчиков.

ABSTRACT

Technologies of the industrial automation are impossible without application of the programmable logical controllers, which ensure machine control on a real time basis, execution of the arithmetic and logical operations, processing of data bit and tasks of counter timers.

Ключевые слова: автоматизация, проектирование, система управления, программирование.

Keywords: automation, engineering, operating system, programming.

Следует отметить, что применение встраиваемых процессорных модулей и плат для автоматизации технологических операций связано с необходимостью привлечения профессиональных программистов для разработки программного обеспечения (ПО), которые должны не только в совершенстве владеть техникой программирования, но и хорошо разбираться в автоматизируемых технологических процессах. Если пользователь – программист плохо представляет себе работу объекта управления, это может привести к выходу из строя дорогостоящего оборудования или даже угрожать безопасности персонала. В особенности, это относится к разработке ПО для систем управления космических стартовых комплексов (СК) и оборудования предприятий газовой промышленности, где программное обеспечение функционирует как единое целое и определяет надежность работы как бортовой, так и наземной аппаратуры многочисленных систем управления. При этом объем ПО для космического СК может достигать многих сотен тысяч кодов (например, программное обеспечение МТКК *Space Shuttle*, включая бортовое программное обеспечение и наземное программное обеспечение автоматизированных систем управления подготовкой и пуском, содержит более 3 млн кодов). В конечном итоге стоимость программного обеспечения СК может в несколько раз превышать стоимость аппаратных средств [5, с. 115].

С этой точки зрения более привлекательными для автоматизации технологических операций и процессов представляются программируемые логические контроллеры (ПЛК). Они представляют собой специализированные микропроцессорные устройства локального управления, адаптированные для работы в условиях промышленной среды. В основу архитектуры ПЛК заложена доступность для пользователя построения необходимой аппаратной конфигурации и программирования контроллера без привлечения профессионального программирования. Т.е. технолог, который обычно и является заказчиком автоматизации технологического процесса, в большинстве

случаев может самостоятельно справиться с задачей разработки управляющей программы. Естественно, что такой технолог-программист должен обладать достаточными знаниями в области цифровой автоматики и алгоритмизации функционирования управляющих автоматов.

Будучи установленными на технологическом (полевом) уровне иерархической системы управления ПЛК могут обеспечить выполнение основного алгоритма управления всех систем СК и их взаимодействие. При этом многообразие технологических систем наземного оборудования СК не является препятствием для создания распределенных систем управления, так как сетевые каналы связи позволяет ПЛК обмениваться информацией между собой и передавать ее на верхние уровни управления, где происходит обработка полученной информации и принятие решений. Естественно, централизация обработки информации на верхних уровнях иерархической системы управления потребует участия профессиональных программистов при разработке ПО, которое, однако, не будет связано со спецификой технологических операций предстартовой подготовки [1, с. 70].

За почти полувековую историю ПЛК превратились из простейших логических модулей в мультипроцессорные устройства, позволяющие создавать мощные системы управления, работающие в режиме реального времени. Их схемотехника непрерывно совершенствуется, уменьшаются массогабаритные показатели и энергопотребление, увеличиваются быстродействие и надежность работы. Следуя запросам производства, ПЛК приобретают новые функциональные возможности. Например, они управляют такими специализированными исполнительными устройствами, как шаговые приводы, или служат основой интеллектуальных систем на основе fuzzy-логики.

Современные промышленные ПЛК обладают достоинствами, позволяющими применять эти устройства на самых ответственных объектах:

- Высокая отказоустойчивость, обеспечиваемая схемотехнической защитой микросэлектронных компонентов в условиях реальной промышленной среды, для которой характерны мощные электростатические разряды, скачки напряжений, которые могут быть вызваны переходными процессами, и электромагнитные помехи [3, с. 169].
- Возможность создания резервированных систем автоматизации с безударным переключением на резервный контроллер в случае отказа основного контроллера, а также систем безопасного

управления, исключая катастрофические последствия при возникновении технологических аварийных ситуаций.

- Развитые сетевые функции, позволяющие реализовать децентрализованную стратегию управления, в которой нет необходимости в мощных ресурсах обработки информации и длинных линиях связи, а управляющие подсистемы могут размещаться вблизи датчиков и исполнительных устройств [2, с. 69].

- Защита от неавторизованного управления системой и несанкционированного доступа к системным данным.

- Большое число каналов ввода/вывода (достигающее нескольких сотен и тысяч) с гальванической изоляцией, позволяющей работать с большими синфазными сигналами, вызванными разницей потенциалов «земли».

- Возможность работы в сложных климатических условиях: температурный диапазон от -40 до +125 °С и пыле – влагозащищенность до IP65 [6, с. 42].

ПЛК выпускаются различными производителями средств промышленной автоматизации, среди которых можно выделить ведущие компании: это – немецкий концерн *Siemens*, американская корпорация *Rockwell Automation/Allen-Bradley* и японская корпорация *Omron*. Среди российских производителей ПЛК следует отметить компанию *Fastwel*, выпускающую программируемые контроллеры для различных условий эксплуатации [7, с. 32].

Например, REM620 – это специальное интеллектуальное устройство защиты двигателя, предназначенное для защиты, управления, измерения и контроля средних и больших асинхронных двигателей, также требующих наличия дифференциальной защиты, в производственных и перерабатывающих отраслях промышленности. REM620 – устройство защиты и управления семейства Relion®, входит в состав устройств серии 620. Устройства серии 620 характеризуются возможностью функционального расширения и модульным исполнением. Серия 620 предназначена для реализации всего потенциала стандарта МЭК 61850 в части обмена информацией и функционального взаимодействия устройств автоматизации подстанции. COM600 также выполняет функцию шлюза, обеспечивая эффективное взаимодействие между ИЭУ подстанции и системами управления и администрирования на уровне сети, такими как Micro SCADA Pro и System 800xA, см. рис. 1.

Таблица 1.

Решения от компании АББ

Продукт	Версия
Устройство автоматизации подстанции COM600	4.0 SP1 или более поздняя
MicroSCADA Pro SYS 600	9.3 FP2 или более поздняя
System 800xA	5.1 или более поздняя

REM620 содержит функции управления выключателями, разъединителями и заземляющими ножами через переднюю панель ИЧМ или с помощью дистанционного управления. ИЭУ включает в себя два блока управления выключателем. Помимо функционального блока управления выключателем, ИЭУ имеет еще четыре функциональных блока, предназначенных для управления приводом разъединителей или тележкой выключателя. Более того, ИЭУ имеет два блока управления, предназначенных для управления приводом заземляющего ножа. И вдобавок ко всему, устройство включает в себя четыре блока индикации положения разъединителя и два блока индикации положения заземляющего ножа, которые используются для разъединителей и заземляющих ножей, управляемых в ручном режиме.

Регистрируются минимальное, максимальное и среднее значение мощности (P, Q, S) с отметкой времени. По умолчанию записи сохраняются в энергонезависимой памяти.

Функция контроля цепи отключения непрерывно контролирует готовность и работоспособность цепи отключения. Контроль размыкания цепи выполняется как во включенном, так и в отключенном положении выключателя. Кроме того, выявляется потеря оперативного напряжения управления выключателем.

Функция контроля цепей переменного напряжения выявляет повреждения между цепями измерения напряжения и устройством. Для обнаружения повреждений используется алгоритм на базе контроля тока и напряжения обратной последовательности или алгоритм на базе контроля скорости изменения напряжения и тока. При обнаружении повреждения функция контроля цепей переменного напряжения активирует аварийный сигнал и блокирует функции защиты по напряжению от непредусмотренного срабатывания [3, с. 17].

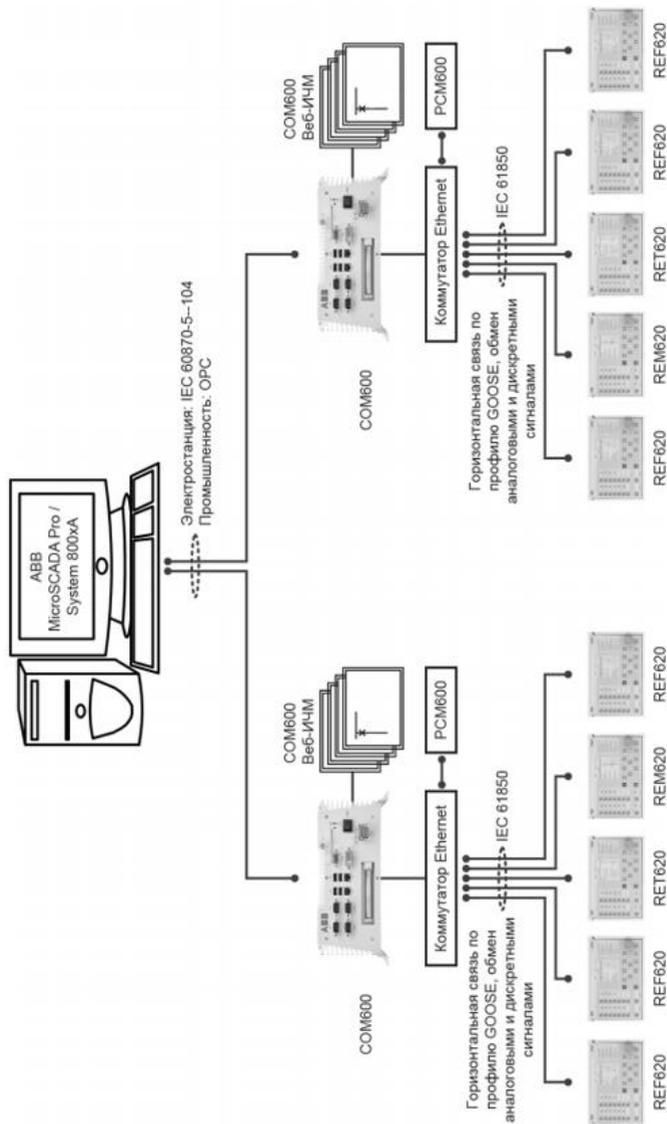


Рисунок 1. Пример промышленной энергосистемы с использованием интеллектуальных электронных устройств, контроллера автоматизации энергосистем COM600 и System 800xA

Функция контроля токовых цепей используется для выявления повреждений во вторичных цепях трансформатора тока. При обнаружении повреждения функция контроля токовых цепей также может активировать светодиод аварийной сигнализации и заблокировать определенные функции защиты во избежание непредусмотренного срабатывания. Функция контроля токовых цепей вычисляет сумму фазных токов полученных от фазных ТТ и сравнивает с измеренным током нулевой последовательности от ТТ нулевой последовательности или отдельных кернов в фазных ТТ.

ПЛК охватывают широкий диапазон применений и могут выполняться в различном конструктивном исполнении. Наиболее распространены модульные ПЛК, построенные по магистральному принципу. Они включают в себя модуль центрального процессора и дополнительные модули, обеспечивающие требуемую функциональность контроллера. На рис. 2 в качестве примера показаны две модели промышленных ПЛК, производимых компаниями *Siemens* и *Fastwell*.



Рисунок 2. Промышленные программируемые логические контроллеры: а – контроллер *Siemens S7-1200*; б – контроллер *Fastwell CPM 902*

К настоящему времени уже имеется опыт применения российских контроллеров *Fastwell* для автоматизации технологических операций предстартовой подготовки РН. В частности, с применением этих контроллеров в ЗАО «СКБ Орион» был создан информационно-управляющий комплекс (ИУК) для управления наземным технологическим оборудованием космического СК РН «Союз» в Гвианском космическом центре (ГКЦ) [1, с. 50]. Комплекс, имеющий многоуровневую иерархическую структуру, позволил объединить в единое информационное пространство разнородные системы

заправки жидкими компонентами и криогенными компонентами; системы хранения компонентов топлива и термостатирования, системы обеспечения сжатыми газами, системы пожаротушения и др. Кроме того, в состав управляющего комплекса была интегрирована система электроснабжения, что обеспечило необходимое распределение электроэнергии с суммарной мощностью 1 МВт, управление мощными нагрузками и формирование резервированных линий питания.

На уровне реализации технологических алгоритмов, каждый из контроллеров получает данные от рабочих мест оператора (АРМ) и устройства связи с объектом (УСО), обрабатывает их по заданным алгоритмам и выдаёт соответствующие данные для отображения на АРМ и для управления на УСО. Централизованная обработка данных осуществляется на верхних уровнях управления вычислительными устройствами на базе встраиваемых процессорных плат с форм-фактором *CompactPCI* [5, с. 14].

Для создания программного обеспечения АСУ ТО использовался разработанный в ЗАО «СКБ Орион» инструментальный комплекс, который не требовал навыков профессиональных программистов и языков программирования низкого уровня. Программирование и корректировка ПО системы управления в процессе наладки осуществлялись технологами-программистами, хорошо понимающими автоматизируемый технологический процесс и владеющими знаниями основ алгоритмизации.

Принцип программного управления позволяет изменять алгоритм работы системы управления путем изменения управляющей программы, которая выполняется в ПЛК. Поскольку ПЛК представляет собой микро-ЭВМ, его программное обеспечение имеет много общего с программным обеспечением обычных компьютеров. Системное ПО таких ПК, разрабатываемое профессиональными программистами, состоит из комплекса программ для разработки прикладных программ (среды программирования) и среды исполнения (операционной системы), которая записывается в память контроллера при его выпуске.

Программное обеспечение разработки прикладных программ поставляется фирмой-производителем и обычно выполняется в виде программного комплекса с общим графическим пользовательским интерфейсом, открывающим доступ к функциональным модулям, например, встроенным редакторам языков программирования, коммуникациям, средствам отладки и др.

Поскольку главным требованием к ПЛК является их доступность для эксплуатации техническим персоналом, языки программирования компьютеров и встраиваемых процессорных плат плохо подходят для программирования ПЛК. Поэтому при разработке прикладных программ для ПЛК используются специализированные, проблемно-ориентированные, языки программирования, которые понятны пользователю, знакомому с основами аналоговой и цифровой автоматики, а также имеющему опыт работы в области информатики. Эти языки позволяют программировать арифметические вычисления и логические операции, задавать значения таймеров и счетчиков, имеют лёгкий доступ к манипулированию битами в машинных словах, в отличие от большинства высокоуровневых языков программирования современных компьютеров.

Языки программирования ПЛК стандартизованы, они перечислены в стандарте IEC 61131. Это:

- язык лестничных диаграмм (*Ladder Diagram – LD*);
- язык функциональных блочных диаграмм (*Function Block Diagram – FBD*);
- список инструкций (*Instruction List – IL*);
- структурированный текст (*Structured Text – ST*) [6, с. 54].

Первые два языка программирования (*LD* и *FBD*) являются графическими языками и могут использоваться даже пользователями со знаниями начального уровня. Программы, написанные на этих языках, напоминают релейно-контактные и структурные логические схемы, соответственно. При модернизации оборудования это позволяет специалистам упростить переход от «жесткой» аппаратной логики к программируемой логике.

Третий и четвертый языки (*IL* и *ST*) являются низкоуровневым и высокоуровневым языками, соответственно. Они предназначены для опытных пользователей.

Атрибутом АСУ ТП являются средства связи оператора с процессом: человеко-машинный интерфейс (*HMI – human-machine interface*). К ним относятся кнопочные панели, текстовые дисплеи, панели оператора и сенсорные панели. Включение устройств НМИ в проект осуществляется с помощью дополнительного прикладного ПО.

В условиях постоянного увеличения требований пользователя, требований рынка, а также требований, предъявляемых к производительности труда при необходимости сокращения общих затрат, производители ПЛК стремятся к созданию единой платформы для решения задач автоматизации во всех отраслях промышленного производства. Примером такого подхода явилась разработанная

концерном *Siemens* концепция комплексной автоматизации *TIA* (*Totally Integrated Automation*) – основа открытого обмена данными и совместимости между множеством устройств, которая позволяет объединить их в единую систему автоматизации. Результатом является максимальная производительность на всех уровнях комплексной системы управления промышленным объектом, от полевых устройств до контроллеров и систем управления всем объектом. Программный продукт, предназначенный для комплексной проработки проекта автоматизации, включая интеграцию в проект средств *HMI*, получил название *TIA Portal*. Его применение позволяет решить все задачи автоматизации в одном программном проекте при существенном сокращении времени разработки, стоимости и объема работ.

Измерительные системы на базе контроллеров ЭМИКОН, а также модули связи с объектом, входящие в состав ПЛК, зарегистрированы в Государственном реестре средств измерения и допущены к применению в Российской Федерации. Семейство модулей DCS-2000 включает разные серии (M1, M2, M3). Контроллеры, построенные на базе модулей M3, используются в качестве центральных контроллеров, т.е. выполняют алгоритмы по управлению объектами автоматизации и используются в качестве сетевых контроллеров, обмениваются данными с модулями ввода-вывода.

В настоящее время фирмой «ЭМИКОН» разработан новый протокол информационного обмена между модулями центрального процессорного устройства и модулями УСО - *EmiBus*. С целью реализации данного протокола разработаны два новых модуля. Один из них – медиаконвертер МС-01А, содержащий оптические трансиверы. Модуль предназначен для сопряжения оптоволоконных линий связи с проводными. Второй модуль – сетевой С-44А, который обеспечивает опрос модулей УСО, рис. 3.

Таблица 2.

Технические характеристики модуля С-44А

Наименование параметра	Значение параметра
Тип интерфейсов	RS-485
Количество интерфейсных каналов RS-485	2
Максимальная скорость передачи данных, Кбит/с	921,6
Протокол обмена	<i>EmiBus</i>
Наличие индикации информационного обмена по интерфейсным каналам RS-485	есть
Системный интерфейс	Параллельная шина
Габаритные размеры, мм	140×120×40

Напряжение питания, В	18 - 36
Гальваническая изоляция между внешним системным источником питания и питанием модуля, В, не менее	1000
Масса модуля, кг, не более	0,4

Таблица 3.

Технические характеристики модуля MC-01A

Наименование параметра	Значение параметра
Типы интерфейсных каналов	RS-485, оптический
Количество интерфейсных каналов RS-485	1
Количество интерфейсных каналов оптических	2
Максимальная скорость передачи данных, бит/с	2304000
Тип оптического кабеля	многомодовый
Длина волны, нм	1310
Тип оптического соединителя	ST
Отношение диаметров сердцевины к оболочке оптического кабеля, мкм	62,5/125
Максимальное расстояние передачи данных по оптоволокну, км	2
Максимальная длина кабеля интерфейса RS-485 при скорости 2304000 бит/с, м	300
Габаритные размеры, мм	114×102×25

С помощью контроллеров, построенных на базе модулей, производимых компанией ЗАО «ЭМИКОН», можно создавать многоуровневые системы автоматизации без использования импортных изделий.

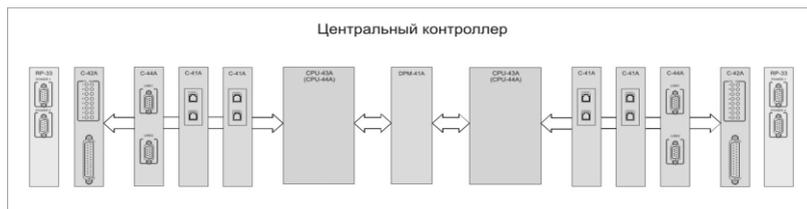


Рисунок 3. Резервируемый центральный контроллер с двухлинейной организацией

Контроллеры ЭМИКОН широко применяются в сложных и ответственных системах автоматики на предприятиях различных отраслей промышленности – нефтегазовой, нефтехимической, атомной, металлургической, ракетно-космической и др.

Список литературы:

1. Автоматизированная система поддержания заданных условий транспортирования космических аппаратов к месту старта. /Е. Песляк, Г. Воронович. // СТА. – 2013. – № 3. – С. 50–55.
2. Латышев В.А. Моделирование элементов процессорных систем управления технологическим оборудованием // Технологические системы и техника. Первая электронная международная научно-техническая конференция. Сб. тр. – Тула, 2002. – 372 с.
3. Наземная инфраструктура / Система эксплуатации. Состояние и перспективы развития. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.sovkos.ru/cosmos/information/561.html>.
4. Технологические объекты наземной инфраструктуры ракетно-космической техники / Инженерное пособие, книга 3; под ред. И.В. Бармина. – М., 2012. – 251 с.
5. Чернышева Т.Ю., Удаляя Т.В. Оценка риска проекта информатизации на основе производственных правил// Научное обозрение. – 2013. – № 5. – С. 169–172.
6. PLC History. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.plcs.net/chapters/history2.htm>.
7. SIMATIC Industrial Automation Systems. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.automation.siemens.com/mcms/automation/en/Pages/Default.aspx>.

РАЗРАБОТКА РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА

Мартенс-Атюшев Дмитрий Сергеевич

*магистрант кафедры Вычислительных машин и систем
Пензенского государственного технологического университета,
РФ, г. Пенза
E-mail: novoselich93@mail.ru*

Мартышкин Алексей Иванович

*канд. техн. наук, доцент кафедры Вычислительных машин и систем
Пензенского государственного технологического университета,
РФ, г. Пенза
E-mail: Alexey314@yandex.ru*

DEVELOPMENT OF RECONFIGURABLE COMPUTING SYSTEMS FOR DIGITAL SIGNAL PROCESSING

Dmitriy Martens-Atushev

*master student Department of Computational Systems and Machines
of Penza State Technological University,
Russia, Penza*

Alexey Martyshkin

*candidate of Science, assistant professor Department of Computational
Systems and Machines of Penza State Technological University,
Russia, Penza*

*Работа выполнена при финансовой поддержке Всероссийского
конкурса молодежных проектов (Росмолодежь) в рамках
молодежного форума «Территория смыслов на Клязьме»*

АННОТАЦИЯ

В статье повествуется высокопроизводительная реконфигурируемая вычислительная система (РВС). Выделяются и описываются два основных блока, входящих в состав РВС – диспетчер задач и аппаратный буфер памяти. Предлагается реализовать данное

устройство на современной элементной базе – ПЛИС. В заключении приводятся выводы по работе.

ABSTRACT

The article tells of a high-performance reconfigurable computing system (RCS). Stand and describes the two main blocks that make up the RCS – Task Manager and buffer memory device. It is proposed to implement the device on modern element base – FPGA. Finally given the conclusions of the work.

Ключевые слова: многопроцессорная система; параллельные процессы; диспетчер задач; аппаратный буфер памяти; язык VHDL; аппаратная реализация; реконфигурируемая вычислительная система; высокопроизводительная система.

Keywords: multiprocessing, parallel processes; Task Manager; hardware buffer memory; language VHDL; a hardware implementation; reconfigurable computing system; high-performance system.

В последние годы благодаря развитию программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) имеется возможность перехода от программной к аппаратной реализации алгоритмов операционных систем (ОС), которая способствует уменьшению времени выполнения алгоритма, тем самым повышая производительность вычислительных систем (ВС). Стоимость такой реализации так же значительно снижается благодаря росту развития современной элементной базы.

В данной статье рассмотрен ряд вопросов, посвященных диспетчеризации задач (ДЗ), при назначении их по центральным процессорам (ЦП), планирование процессов, а также проблему конфликтов на общей шине (ОШ) и потерю шинных циклов при обращении ЦП к памяти в многопроцессорных системах (МПС).

В МПС есть канал передачи, к которому подключены все ЦП – ОШ, в функции которой входит обмен данными между ЦП, оперативной памятью и внешними устройствами. В реальных МПС на занятие ОШ могут претендовать сразу несколько ЦП, однако в каждый момент времени сделать это может только одно из них. Чтобы исключить конфликты, ОШ должна предусматривать определенные механизмы арбитража запросов и правила предоставления одному из ЦП.

Для реализации аппаратного буферного устройства использована шина АМБА АНВ, спецификация которой [1], разработана как стандарт коммуникаций для высокопроизводительных систем-на-

кристалле. AMBA — шина, пригодная для использования с процессорными ядрами разных архитектур. Она разработана с учетом возможностей коммуникаций внутри кристалла, с ориентацией на минимизацию аппаратных затрат на кристалле для организации взаимодействия и пересылки информации между объединяемыми модулями.

ОШ выступает посредником между ЦП и памятью. При непрерывном выполнении операции записи или чтения памяти ОШ монополюно владеет один из ЦП системы до тех пор, пока операция не завершится. Таким образом, ОШ и ЦП находятся в режиме ожидания до тех пор, пока память не произведет физическую процедуру чтения или записи. В результате теряются шинные циклы, которые могли быть использованы другими ЦП. Для уменьшения временных потерь и повышения пропускной способности ОШ нужно, чтобы она поддерживала режимы расщепления и буферизации.

Расщеплению подвергается операция чтения памяти, причем она делится на адресную операцию и операцию данных. При обращении к памяти ЦП выставляет на шину адрес, который сохраняется в буфере, после чего ОШ освобождается, а ЦП переходит в режим ожидания. Процедура физического чтения происходит в памяти самостоятельно под управлением буфера, который по окончании процедуры физического чтения должен сигнализировать запрашивающий ЦП о готовности данных. В ответ ЦП вновь запрашивает ОШ и читает слово данных из буфера [2].

Буферизации подвержены операции записи и заключаются в том, что ЦП выставляет на ОП адрес ячейки памяти и записываемые данные. Они сохраняются в регистрах контроллера памяти, после чего ЦП освобождает ОШ, поскольку обратная реакция памяти в этом случае отсутствует. Процедура записи в память происходит под управлением аппаратного буфера.

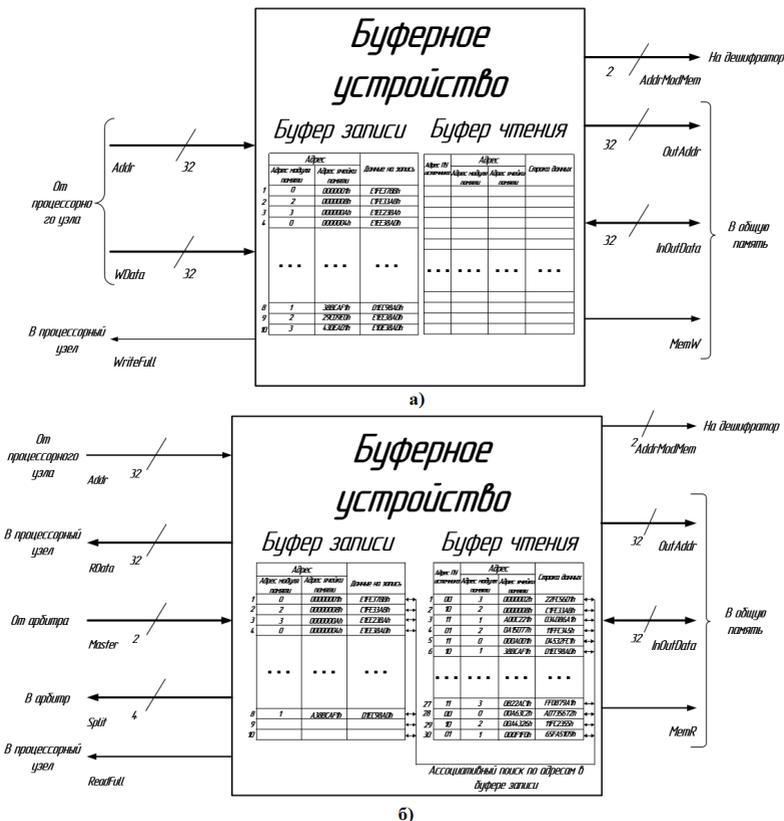


Рисунок 1. Схема аппаратного буфера: процесс записи (а), процесс чтения (б)

Из вышесказанного ясно, что блок памяти должен быть снабжен двумя буферами для хранения операций чтения и записи (рисунок 1). В свою очередь буфер чтения состоит из двух частей, первая содержит регистры для хранения адреса ячейки памяти, в которую производится обращение, вторая – регистры для хранения выбранных из памяти данных. Буфер записи тоже состоит из двух частей. В первой хранятся адреса ячейки памяти, в которую производится обращение, во второй хранятся записываемые данные.

Принцип действия аппаратного буфера заключается в следующем. Допустим, один или несколько ЦП одновременно сгенерировали операцию на запись. Для успешной реализации операции, необходимо

получить доступ к ОШ, для чего ЦП посылают сигналы запроса в арбитра, он в свою очередь проверяет, свободна ли ОШ в данный момент, и выбирает по определенному правилу один из ЦП для осуществления операции. Если ОШ свободна, то ЦП занимает её. Далее происходит проверка на заполнение аппаратного буфера записи, в случае, если он полон, ЦП переводится в режим ожидания. Если имеется хотя бы один свободный регистр в аппаратном буфере записи, то ЦП помещает туда слово данных. Дальнейшая работа ЦП не зависит от результата записи, т. е. ему нет смысла дожидаться окончания записи, поэтому он освобождает ОШ.

В буфере записи могут скопиться запросы, и возможна ситуация, когда запрос на чтение будет ссылаться на данные, находящиеся в аппаратном буфере, а не в памяти, и их можно прочитать напрямую из буфера, а не из памяти, что существенно быстрее, чем обращение к модулям памяти. Для быстрой реализации этой функции адресный буфер записи выполняется в виде ассоциативной памяти [2].

Процедура чтения с расщеплением операций допускает совмещение по времени сразу нескольких операций, формируемых разными ЦП. В начале операции чтения запрашивающий ЦП занимает ОШ, выставляет на неё адрес и сигнал чтения, которые фиксируются в буфере чтения. Эта операция выполняется быстро, поскольку буферы реализуются на аппаратных регистрах. После этой процедуры ЦП отключается от ОШ. Далее аппаратный буфер самостоятельно осуществляет процесс физического чтения данных из модуля памяти и сохранения результата в одном из регистров буфера чтения. В подходящий момент времени, когда ОШ свободна, данные возвращаются ЦП.

При проектировании МПС возникает ситуация уменьшения временных потерь, проявляющихся, при планировании процессов [2]. Частью планировщика является функция диспетчеризации задач (ДЗ) при их назначении по ЦП. В настоящей статье ДЗ реализован аппаратно, что определенно снимает проблему временных потерь [2].

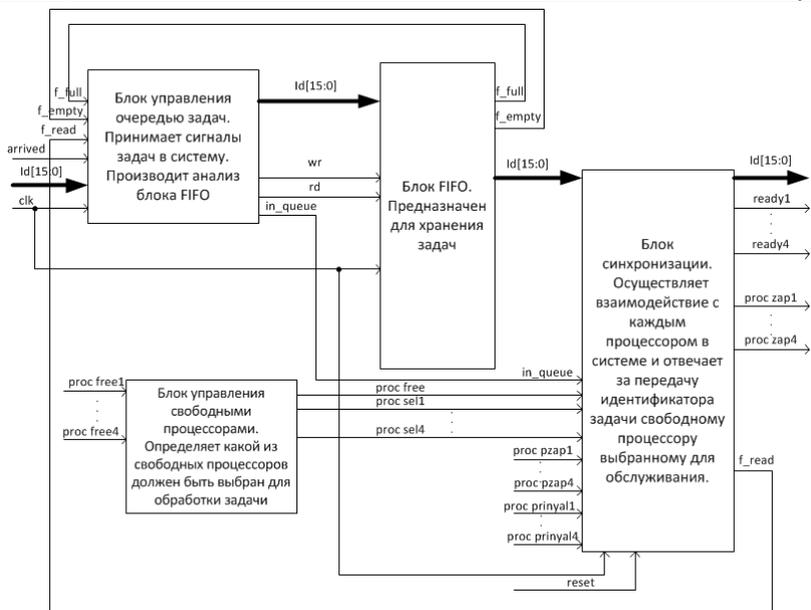


Рисунок 2. Схема диспетчера задач

На рисунке 2 представлены блоки:

Блок управления очередью задач – предназначен для приема идентификаторов задач в систему. Анализирует есть ли свободное место в очереди задач, и если есть, помещает идентификатор новой задачи в FIFO. Также осуществляет выборку идентификатора задачи из очереди для обслуживания в свободном ЦП.

Блок FIFO для хранения задач – предназначен для хранения идентификаторов задач. По запросу от блока управления очередью помещает идентификатор новой задачи в конец списка или извлекает идентификатор задачи из вершины списка для передачи его в ЦП.

Блок управления свободными ЦП – каждый ЦП, оказываясь свободным, формирует на соответствующем вывод сигнал «Свободен». Данный блок принимает подобные сигналы от всех ЦП в системе, анализирует количество свободных ЦП, и определяет по схеме приоритетов какой из свободных ЦП должен быть выбран для обработки задачи.

Блок синхронизации – основной блок в системе, в функции которого входит анализ информации о том: есть ли ожидающие задачи в системе и есть ли свободные ЦП, которые можно назначить для

обработки этих задач. Данный блок осуществляет взаимодействие с каждым ЦП в системе и отвечает за передачу идентификатора задачи свободному ЦП, выбранному для обслуживания в соответствии с определенной схемой приоритетов.

Алгоритм разделения загрузки представляет наиболее простой и эффективный способ планирования, т. к. обладает рядом достоинств: загрузка распределяется равномерно между ЦП, обеспечивая отсутствие простоев ЦП при наличии готовых к выполнению задач; простота представления и высокая степень понятности алгоритма функционирования планировщика, заключающаяся в том, что когда ЦП освобождается, он вызывает функцию назначения задач из ОС.

Результаты моделирования системы показаны на рисунке 3. Задачи поступают в систему с периодичностью в 5 тактов, любой ЦП обслуживает задачу на протяжении 32 тактов. ДЗ успевает принимать и назначать все поступающие задачи. Он не перегружается ни на каком отрезке времени, способен обрабатывать и более интенсивный поток задач.

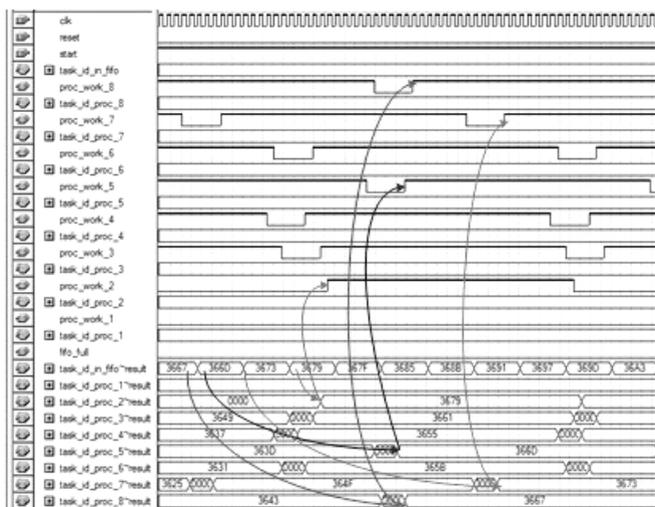


Рисунок 3. Временные диаграммы работы системы

Аппаратный буфер и ДЗ реализованы на языке VHDL и входят в состав РВС, базирующийся на ПЛИС Cyclone 4 фирмы Altera, на данных интегральных схемах конфигурируются софтверные ядра NIOS II, одна из ПЛИС используется для реализации ДЗ и аппаратного буферного устройства, ОЗУ 1 Гб состоит

из двух банков памяти по 512 Мб. РВС – ВС, элементная база, которой состоит из множества соединенных между собой ПЛИС большой интеграции, образующих единое вычислительное поле. РВС благодаря гибкой архитектуре системы обеспечивает реальную производительность при решении вычислительно трудоемких задач, к которым относятся задачи цифровой обработки сигнала. РВС предназначена для конфигурирования архитектуры под различные классы задач цифровой обработки сигнала. Данные задачи находят применение в следующих отраслях: образование – обучение и исследование ВВС, ЦОС; медицина – обработка графической информации и обработка базы данных больниц; геоинформационные системы – оцифровка карт, обработка картографических данных и т. д.; охранные системы – интеллектуальные охранные системы; военные структуры – шифраторы каналов передачи информации, автоматические системы наведения и т. д.

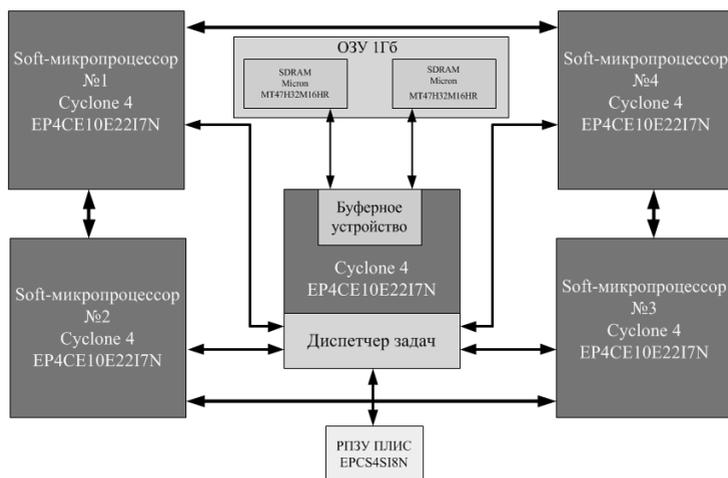


Рисунок 4. Схема РВС

Введение в РВС аппаратной реализации ДЗ позволит повысить производительность и значительно снять проблему временных потер при планировании процессов и задач, в свою очередь аппаратный буфер позволит увеличить пропускную способность в подсистеме «процессор-память», что положительно повлияет на производительность системы в целом.

Список литературы:

1. Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 576 с. ISBN: 5-94157-189-5.
2. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. – СПб.: Питер, 2015. – 1120 с. ISBN: 978-5-496-01395-6.

**ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ МНОГОСТРАНИЧНЫХ
WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ С МЕЖСТРАНИЧНОЙ
ПЕРЕДАЧЕЙ ПАРАМЕТРОВ**

Назарцев Максим Сергеевич

*аспирант кафедры информационной безопасности, систем
и технологий, Северо-Кавказского федерального университета,
РФ, г. Пятигорск
E-mail: maksnazar92@mail.ru*

Козлов Владимир Александрович

*канд. техн. наук, доцент кафедры
информационной безопасности, систем и технологий
Северо-Кавказского федерального университета,
РФ, г. Пятигорск
E-mail: v.kozlov.69@mail.ru*

Самсонов Сергей Валерьевич

*студент Института сервиса туризма и дизайна,
РФ, г. Пятигорск
E-mail: serezha-samsonov-1997@mail.ru*

Корнилов Владислав Алексеевич

*студент Института сервиса туризма и дизайна,
РФ, г. Пятигорск
E-mail: wen.wen.dineol@mail.ru*

TECHNOLOGY DEVELOPMENT MULTIPAGE WEB-APPLICATIONS WITH A CROSS-PASS PARAMETERS

Maxim Nazartsev

*graduate student, Department of information security,
systems and technology, North-Caucasus Federal University,
Russia, Pyatigorsk*

Vladimir Kozlov

*candidate of technical Sciences, associate Professor of information security,
systems and technology of North-Caucasus Federal University,
Russia, Pyatigorsk*

Sergei Samsonov

*student of the Institute of tourism and service design,
Russia, Pyatigorsk*

Vladislav Kornilov

*student of the Institute of tourism and service design,
Russia, Pyatigorsk*

АННОТАЦИЯ

Цель работы: разработка многостраничных web-приложений с межстрочной передачей параметров, используя СУБД MySQL.

ABSTRACT

Objective: Development of multi- web-applications with interline transfer parameters using the DBMS MySQL.

Ключевые слова: HTML; JavaScript; PHP; СУБД; MySQL.

Keywords: HTML; JavaScript; PHP; СУБД; MySQL.

Одно- или многостраничные динамические сайты, написанные на языке *HTML*, можно написать и отладить на локальном ПК пользователя с помощью любого браузера. То же самое можно сказать и про динамический, сайт, содержащий скрипты, написанные на *JavaScript*, потому что интерпретатор такого рода скриптов также входит в состав любого браузера.

Совсем по другому дела обстоят в случае необходимости передачи определенных параметров при переходе со страницы

на страницу в многостраничном web-приложении. Здесь уже не обойтись без так называемого серверного программирования, т. е. без создания специальных программ, реализуемых исключительно на сервере. Такого рода программы пишутся на специальном языке *PHP*, который не может выполняться браузером, по той простой причине в составе браузера нет интерпретатора языка *PHP*.

Необходимость в межстраничном обмене информацией возникает, например, в том случае, когда web-приложения представлены в виде некой обучающей *Online* методики, пользуясь которой пользователь самостоятельно решает конкретные свои проблемы, например, психологического или организационного плана.

Такая методика в режиме *Online* диалога с пользователем конкретизирует его проблемы, выявляет его потенциальные возможности и формирует, так называемый паспорт, по этапной реализации данной проблемы.

Как правило, структура такого приложения достаточно сложная, а результаты диалога, которые формируются практически на каждой странице web-приложения, должны сохраняться до самого конца работы приложения, так как именно на завершающем этапе осуществляется формирование и выдача рекомендаций, путем анализа параметров, полученных от пользователя на всех предшествующих работы приложения.

Для реализации приложения такой конструкции можно пойти по традиционному пути, создав на сервере небольшую базу данных. К тому же в среде Web-программирования уже имеется готовая и прекрасно себя зарекомендовавшая СУБД *MySQL*, обладающая оптимальным соотношением цены, скорости работы и устойчивости к ошибкам.

База данных *MySQL* состоит из набора таблиц, каждая из которых, в свою очередь, состоит из столбцов и строк, на пересечении которых образуются ячейки. Столбцы, как правило, предназначены для хранения однотипной информации. Одним из главных преимуществ работы с такой базой данных считается простота манипулирования хранящейся в ней информации, путем, так называемых *запросов*, реализуемых путем использования специального языка запросов *SQL*.

Однако, специфика нашего приложения заключается в том, что все передаваемые параметры, которые возникают на той или иной странице нашего приложения, как правило, единичны. Другими словами в процессе формирования в базе данных соответствующей

таблицы, она будет состоять из большого числа столбцов и всего одной строки.

Поэтому использование для нашего приложения языка запросов обработки информации в рамках СУБД *MySQL* – это «пальба из пушки по воробьям», так как все преимущества работы с таблицами подобного типа сведены на нет.

Рассмотрим альтернативный и на наш взгляд, более рациональный путь решения этой задачи, воспользовавшись элементом *hidden* (скрытое поле), входящего в состав элементов атрибута *type* тега `<input>`. Тег `<input>` – один из элементов формы, обеспечивающий создание различных элементов интерфейса взаимодействия с пользователем на многостраничных сайтах. Он может передавать различные типы объектов: текстовые поля, кнопки, флажки, переключатели и т. д.

Основным атрибутом тега `<input>` является атрибут *type*, с помощью которого задается вид передаваемого через форму объекта. Элементами атрибута *type* являются: текстовое поле (*text*), поле с паролем (*password*), скрытое поле (*hidden*), поле для отправки файла (*file*) переключатель (*radio*), флажок (*checkbox*), кнопка (*button*) и т. д.

Воспользовавшись элементом *hidden* можно отключить отображение объекта (в том числе и текстового поля) в окне браузера. Это весьма удобный механизм отладки, позволяющий отключать изображение объекта уже после полной отладки данной web-страницы.

Для решения задачи передачи параметров в многостраничном диалоговом web-приложении, воспользуемся уже описанными нами замечательными свойствами скрытого поля *hidden*. Для реализации механизма доступа к конкретному элементу контейнера, организованного под эгидой элемента *hidden*, будем после каждого введенного в этот контейнер параметра, заносить туда же и специальный знак-разделитель, например, обратный *slash* (`\`). Это позволит в дальнейшем разработать простейшую программу на кроссплатформенном языке *PHP*, используемый для генерации динамических *HTML*-страниц на веб-сервере [1].

Для обеспечения корректности динамических операций подстрахуем нашу динамику следующим скриптом, который оформлен в виде одного из атрибутов тега `body`:

```
<body style="background-image :url(images/135.jpg)" onload =  
"document.getElementById('vibor').focus()">
```

Событие *Onload* используется как указатель на, что веб-страница полностью загружена, включая содержание, изображения, стилевые файлы и внешние скрипты.

Формирование *php*-контейнера начнем с того, что занесем в него метку разделения переменных – обратный слэш. Символ обратный слэш имеет несколько возможных применений в *php*. В первую очередь, если он предшествует не буквенно-цифровому символу, то снимает с него специальное значение. Поэтому для занесения в контейнер самого символа обратный *slash*, необходимо использовать запись ‘\’:

```
<input type = "text/hidden" name = "php_container"  
ID = "php_container" size = 1 value = "\">
```

Атрибут *type* в теге *input* после отладки должен принять значение *type = "hidden"*, однако в процесс отладки очень удобно выводить текущее состояние контейнера на экран – в этом случае необходимо использовать запись *type = "text"*.

Считаем, что макет контейнера у нас уже имеется. Следующая задача – собирать в этот контейнер всю информацию от пользователя, преобразовывать ее в удобную для нас форму, и, в зависимости от результатов этого анализа, продолжать тот или иной вариант диалога с пользователем.

С этой целью разработаем *php*-программу, обеспечивающую обработку *post* запросов, формируемых в режиме диалога с пользователем, с последующим их занесением в наш контейнер. Рассмотрим пример, когда контейнер уже частично заполнен, и необходимо добавить в него еще один параметр [2]:

```
.....  
<? php  
// Настройка локали  
Setlocale (LC_ALL, 'ru_RU.65001', 'rus_RUS.65001',  
'Russian_Russia.65001', 'russian');  
// Функция isset позволяет узнать существует ли переменная,  
указанная в скобках  
if (isset($_POST['Punct_3']))  
{  
    $h_v = $_POST ['php_conteiner']; // Текущее содержание php-  
контейнера
```

```
// Функция explode возвращает массив строк с разделителем
$Ar_hidden=explode ("\\", $h_v);
```

```
$t_r = $_POST ['Punct_3']; //Переменная, подготовленная для
занесения в контейнер
```

```
                                }
else $t_r="";
?>
.....
```

Вывод параметров, занесенных в контейнер ранее (Пункт № 1 и Пункт № 2), осуществляется путем обращения к соответствующим строкам массива `$Ar_hidden` следующим образом: `<?echo $Ar_hidden[1];?>` и `<?echo $Ar_hidden[2];?>` соответственно.

Обращение к параметру, сформированному на предшествующей странице можно оформить и так: `<?echo $t_r;?>`.

```
.....
<table border = 0 align=center><tr><td
background=images/31.jpg><b><big><font color = 'blue'>
Сформулированные ранее пункты вашего
пректа</font></b></td></tr> </table>
<table border = 1 align=center background=images/31.jpg>
<tr><td ><b><font color = 'blue'>Пункт №1. Я хочу:
</font></b></td> <td><font color = 'blue'><?echo
$Ar_hidden[1];?></font></td></tr>
<tr><td ><b><font color = 'blue'>Пункт №2. Когда:
</font></b></td> <td><font color = 'blue'><?echo
$Ar_hidden[2];?></font></td></tr>
<tr><td ><b><font color = 'blue'>Пункт №3. Зачем:
</font></b></td> <td><font color = 'blue'><?echo
$t_r;?></font></td></tr>
</table>
.....
```

Подготовка параметра, формируемого на данной странице сайта и параметра, который необходимо добавить в контейнер вместе с символом разделителем осуществляется следующим образом:

```
.....
```

```
<table border = 0 align=center><tr><td
background=images/31.jpg><b><big><font color = 'blue'>ПУНКТ №4:
</b> Что вы готовы для этого делать? </font></big></td></tr>
</table>
```

```
<table border = 0 align=center><tr><td
background=images/31.jpg><b>Ваш ответ (не менее 5 символов)
поместите сюда:</b></td></tr> </table>
```

```
<!--Ответ пользователя -->
<textarea name="Punct_4" Id=" Punct_4" cols=70 rows=7
></textarea>
```

```
.....
<input name="php_container" ID="php_container" size=1
value="<?echo $h_v.t_r."\"";?>">
```

.....

Содержание контейнера, сформированного к моменту перехода на следующую страницу сайта, представлено ниже.

```
.....
<input name="php_container" ID="php_container" size=1
value="Получить высшее образование\В ближайшие 5 лет\От этого
зависит успех моей карьеры">
```

.....

На рисунке показан фрагмент 5 страницы динамического web-приложения со всеми параметрами, сформированными ранее на страницах 1–4 в режиме диалога с пользователем [3].

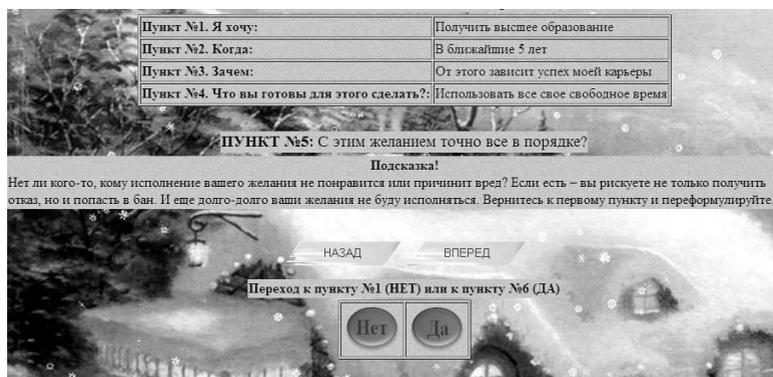


Рисунок 1. Фрагмент страницы 5 динамического web-приложения

Список литературы:

1. О коучинге просто. «Программирование Web-приложений» [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://prosto-coach.ru/>. (дата обращения 20.10.2015).
2. Шкрыль А.А. «РНР – это просто. Программируем для Web-сайта». учебное пособие. :СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 368 с.
3. Электронный коуч. Рубрика «Исполнитель желаний»// [Электронный ресурс] — Режим доступа. – URL: http://prosto-coach.ru/category/el_coach/ (дата обращения 25.10.2015).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Садыкова Рузалина Разгатовна

*Аспирант Башкирского государственного педагогического
университета им. М. Акмуллы,*

РФ, г. Уфа

E-mail: ruzal89@mail.ru

PREDICTION OF A RESIDUAL KNOWLEDGE OF STUDENTS USING NEURAL NETWORK

Ruzalina Sadykova

*graduate student, Bashkir State Pedagogical University M. Akmulla,
Russia, Ufa*

АННОТАЦИЯ

Дана характеристика к прогнозированию остаточных знаний учащихся при помощи нейронных сетей. Описан метод, позволяющий использовать функциональные возможности программы Matlab для оценки остаточных знаний.

ABSTRACT

The characteristic of a prediction residual knowledge of students with the help of neural networks. The method, which allows to use the functionality of the program Matlab to evaluate the residual knowledge.

Ключевые слова: прогнозирование; остаточные знания; нейронные сети.

Keywords: forecasting; residual knowledge; neural networks.

Одним из важных компонентов, отражающих качество подготовки учащихся, является тестирование уровня их остаточных знаний.

Остаточные знания – это знания учебного материала, которые сохраняются в памяти длительное время и позволяют ему использовать их в практической деятельности [3, с. 167].

Забывание – один из процессов в системе памяти, проявляющийся в невозможности (неспособности) припомнить или узнать, либо в ошибочном припоминании и узнавании информации.

Если задача будет решаться с помощью нейронной сети, то необходимо собрать данные для обучения. Обучающий набор данных представляет собой набор *наблюдений*, для которых указаны значения входных и выходных *переменных*.

Нейронные сети – это очень мощный и гибкий механизм прогнозирования. Нейронная сеть (НС) – это система, которая принимает решения при множестве заданных условий (на входе много разных условий, по которым выдается решение на выходе) [2, с. 17].

В данном случае рассмотрим пример использования однослойной статистической линейной нейронной сети (функция *newlind*) в задаче прогнозирования остаточных знаний учащихся 8а и 8б классов, при помощи заранее полученных данных.

Проведена промежуточная аттестация учащихся 8а, 8б классов по предмету «Информатика и ИКТ». Тестовый материал (2 варианта) состоял из 20 заданий, каждое задание оценивался в 5 баллов.

Данные 8а класса (табл. 1).

Таблица 1.

№	Фамилия, имя ученика (Р)	Оценка (Т)	Количество ошибок	Правильный ответ (%)	Забывание материала (%)	Забывание материала (в долях)
1.	Акматов Азамат	4	6	70	30	0,3
2.	Анисимов Данил	4	5	75	25	0,25
3.	Байрамгулова Арина	3	8	60	40	0,4
4.	Гарипова Лейсан	5	2	90	10	0,1
5.	Гильванов Денис	3	8	60	40	0,4
6.	Миннегалиева Аделина	4	4	80	20	0,2
7.	Ризванов Артем	5	2	90	10	0,1
8.	Сиваков Эмиль	4	6	70	30	0,3
9.	Султанбеков Ренат	4	5	75	25	0,25
10.	Тухватуллин Тимур	5	1	95	5	0,05
11.	Уринбаев Огабек	3	7	65	35	0,35
12.	Хакимов Артур	5	2	90	10	0,1
13.	Шигапова Алина	5	1	95	5	0,05
14.	Егорова Изабелла	5	3	85	15	0,15
15.	Деведжи Джан	4	5	75	25	0,25
16.	Дубасов Иван	4	5	75	25	0,25
17.	Кияев Николай	3	9	55	45	0,45
18.	Курбангалиева Камила	5	2	90	10	0,1
19.	Лазарева Карина	5	3	85	15	0,15
20.	Лукманова Альфира	5	3	85	15	0,15
21.	Мельникова Дарья	5	2	90	10	0,1
22.	Насырова Алсу	5	3	85	15	0,15
23.	Парамонова Яна	4	4	80	20	0,2

Данные 8б класса (табл. 2).

Таблица 2.

А	В	С	Д	Е	Ф	Г
№	Фамилия, имя ученика (Р)	Оценка (Т)	Количество ошибок	Правильный ответ (%)	Забывание материала (%)	Забывание материала (в долях)
1.	Алферов Никита	5	3	85	15	0,15
2.	Аюпов Линар	4	4	80	20	0,2
3.	Булгатов Роберт	5	1	95	5	0,05
4.	Габдурахманов Русем	5	3	85	15	0,15
5.	Газизов Арсен	4	6	70	30	0,3
6.	Кильдиярова Диана	4	5	75	25	0,25
7.	Кодиниченко Никита	3	7	65	35	0,35
8.	Копылов Илья	4	5	75	25	0,25
9.	Микрокова Дарина	5	3	85	15	0,15
10.	Нигматуллин Эрик	5	2	90	10	0,1
11.	Петровский Володя	4	6	70	30	0,3
12.	Сахатулинов Артур	4	5	75	25	0,25
13.	Сираева Рената	5	1	95	5	0,05
14.	Слепынин Мартин	5	2	90	10	0,1
15.	Степная Валерия	3	8	60	40	0,4
16.	Фаттахов Ибрагим	4	4	80	20	0,2
17.	Хандога Ирина	4	5	75	25	0,25
18.	Эргашев Акрам	4	4	80	20	0,2

Одношаговое прогнозирование – это прогнозирование, когда один входной вектор отображается в выходной вектор.

Для моделирования нейронной сети воспользуемся программой Matlab/Simulink. Рассмотрим функцию создания слоя линейных нейронов `newlin` (PR, S, id, lr): PR – $R \times 2$ – матрица минимальных и максимальных значений для R-входных элементов; S – число элементов в выходном слое; id – вектор входной задержки, по умолчанию [0]; lr – коэффициент обучения, по умолчанию 0,01. Функция `newlin` требует дополнительного обучения [4, с. 170].

Функция `newlind` (P,T) проектирования нового слоя методом наименьших квадратов (МНК) определяет веса и смещения линейной сети. Начальные веса и смещение по умолчанию равны нулю. Для того чтобы построить прогнозы НС, необходимо моделировать сеть с вектором P, а не с T. Также вход (P) и выход (T) между собой связаны линейно.

Рассмотрим алгоритм настройки линейной НС с использованием функции `newlind` на примере данных промежуточной аттестации учащихся 8а и 8б классов средней общеобразовательной школы.

```
P = [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 ];
```

```
Ряд забывания:
```

```
T = [0.300 0.250 0.400 0.100 0.400 0.200 0.100 0.300 0.250 0.050  
0.350 0.100 0.050 0.150 0.250 0.250 0.450 0.100 0.150 0.150 0.100 0.150  
0.200];
```

```
net = newlind(P,T);
```

```
Веса: net.IW{1,1};
```

```
Смещение: net.b{1}
```

```
y = sim(net,P); plot(P, T, P, y).
```

Результат изображен на рис. 1

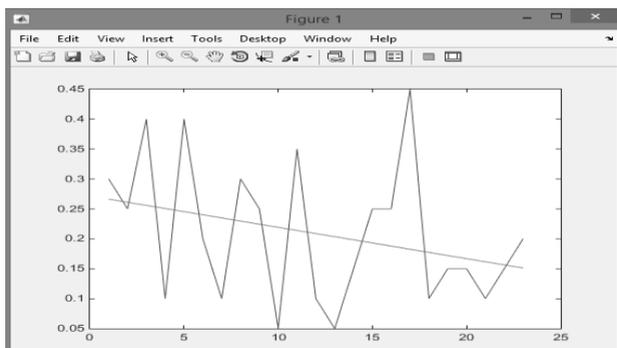


Рисунок 1.

Полученный результат:
ans = -0.0052, ans =0.2715
y = Columns 1 through 12
0.2663 0.2611 0.2558 0.2506 0.2454 0.2401 0.2349 0.2296 0.2244
0.2192 0.2139 0.2087
Columns 13 through 23
0.2035 0.1982 0.1930 0.1877 0.1825 0.1773 0.1720 0.1668 0.1616
0.1563 0.1511

На рис. 1 показано использование линейной НС newlind в задаче прогнозирования остаточных знаний учащихся 8а класса, на рис. 4 – 8б класса. Работа сети в обоих случаях может быть описана уравнением линейной регрессии. С учетом статистических критериев, применяемых к уравнению регрессии $y=0,175$ В.

```
w_range = -1:0.1:0.1; b_range = 0:0.1:1;  
ES = errsurf(P,T,w_range,b_range,'purelin');  
figure plotes(w_range,b_range,ES)  
Результат изображен на рис. 2.
```

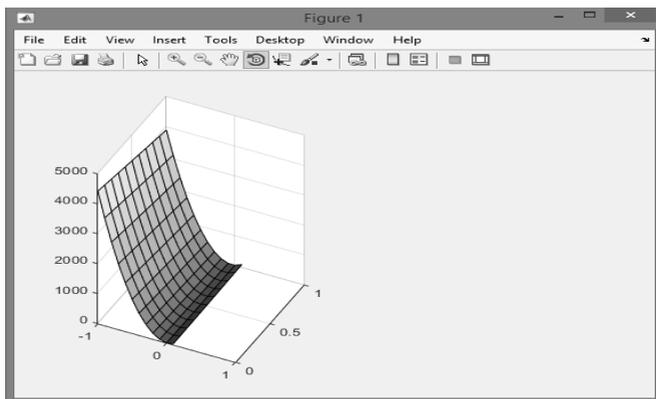


Рисунок 2.

Далее можем обучить сеть в два этапа с использованием функции группового обучения `trainb` [1, с. 47].

После обучения сеть способна предсказать будущее значение заданной последовательности на основе предыдущих значений. Данная задача является основанием для дальнейших исследований.

Список литературы:

1. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. М.: Финансы и статистика. 2004. – 170 с.
2. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. Кн. 1: Учебное пособие для вузов. М.: ИПРЖ. – 2000. – 98 с.
3. Коротков Э.М. Качество образования: формирование, факторы и оценка, управление. М.: ГГУ. 2002. – 245 с.
4. Строгонов А.В. Использование нейронной сети в задачах прогнозирования деградации выходных параметров ИС // Компоненты и технологии. – 2006. – № 2. – С. 170–175.

ОБЩАЯ АРХИТЕКТУРА ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА К РАЗНОРОДНЫМ РЕСУРСАМ В ЕДИНОМ ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Саенко Игорь Борисович

*д-р техн. наук, профессор, вед. научн. сотрудник лаборатории
проблем компьютерной безопасности Санкт-Петербургского
института информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН),
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: ibsaen@comsec.spb.ru*

Куваев Валерий Олегович

*канд. техн. наук, докторант Военной академии связи,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: Litva_@list.ru*

Бирюков Михаил Александрович

*адъюнкт Военной академии связи,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: urgent.ma@gmail.com*

THE GENERAL ARCHITECTURE OF THE COMMON ACCESS CONTROL SYSTEM FOR DIVERSE RESOURCES IN UNIFORM INFORMATION AND COMMUNICATION SPACE

Igor Saenko

*Ph.D., Professor,
Leading research scientist of Laboratory of Computer Security Problems,
St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS (SPIIRAS),
Russia, St. Petersburg*

Valery Kuvaev

*Ph.D., doctoral student of the Military Academy of communications,
Russia, St. Petersburg*

Mikhail Biryukov

*post-graduate student of the Military Academy of communications,
Russia, St. Petersburg*

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (13-01-00843, 14-07-00417, 14-07-00697, 15-07-07451).

АННОТАЦИЯ

В статье предлагается общая архитектура единой системы разграничения доступа к разнородным ресурсам в едином информационно-коммуникационном пространстве. Дается формальное описание условий построения единой системы разграничения доступа. Рассматриваются задачи, решаемые отдельными компонентами предлагаемой архитектуры.

ABSTRACT

The paper discusses the general architecture of the common access control system for diverse resources in uniform information and communication space. The formal description of creation conditions for the common access control system is provided. The problems solved by separate components of the offered architecture are considered.

Ключевые слова: архитектура; ресурс; модель управления доступом; система разграничения доступа; единое информационно-коммуникационное пространство.

Keywords: architecture; resource; access control model; access control system; uniform information and communication space.

В настоящее время вопросы, связанные с разработкой информационно-коммуникационного пространства (ЕИКП), необходимого для обеспечения эффективного взаимодействия между различными автоматизированными системами (АС), вызывают повышенный научный и практический интерес. Особую значимость эти вопросы приобретают в критически важных инфраструктурах [1, с. 22] и в защищенных информационно-коммуникационных системах специального назначения [2, с. 31], в которых ЕИКП выступает не только как средство интеграции разнородных средств, но и как система, обеспечивающая требуемую защищенность информационных и сетевых ресурсов [3, с. 51]. В ЕИКП к традиционным угрозам безопасности информации прибавляются угрозы отказа в требуемом доступе либо несанкционированного доступа к информации, обусловленные, соответственно, необходимостью и возможностью совместного использования всей совокупности ресурсов, имеющихся в интегрируемых АС, всеми пользователями этих АС. Для решения этой проблемы необходимо создание в ЕИКП единой системы разграничения доступа (ЕСРД). Рассмотрение общей архитектуры ЕИКП является целью настоящей работы.

Предлагаемая общая архитектура ЕСРД для ЕИКП представлена на рисунке 1. По нашему мнению, в данной архитектуре следует выделять следующие три уровня:

- *уровень локальный*, который образуют локальные системы разграничения доступа (ЛСРД) отдельных автоматизированных систем, ресурсы которых интегрируются в ЕИКП;
- *уровень интеграции данных*, который составляет центральное хранилище схем разграничения доступа и политик доступа;



Рисунок 1. Общая архитектура единой системы разграничения доступа

- *уровень аналитический*, формируемый компонентами анализа и принятия решений.

В силу того, что отдельные АС являются разнородными, их ЛСРД также являются разнородными и используют различные механизмы разграничения доступа. Данные механизмы основываются на моделях управления доступом. Наиболее известными и распространенными моделями управления доступом являются: дискреционная (или решеточная) [4, с. 10], ролевая [5, с. 39] и мандатная [6, с. 304] модели.

Пусть ЕИКП объединяет n локальных АС (АС- i ; $i = 1, \dots, n$), в каждой из которых имеется своя ЛСРД (ЛСРД- i ; $i = 1, \dots, n$). Формально ЛСРД- i можно задать отображением вида $L_i : U_i \times R_i \rightarrow P_i$, где U_i и R_i – соответственно множество пользователей и множество ресурсов в АС- i , P_i – множество принятых в АС- i полномочий доступа пользователей к ресурсам. Данное отображение обеспечивается с помощью локальных схем и политик разграничения доступа, вид которых зависит от используемых моделей управления доступом.

На уровне интеграции данных осуществляется формирование единых схем и политик разграничения доступа. Формально задача их построения сводится к тому, чтобы сформировать отображение $L_{\text{ЕИКП}} : U_{\text{ЕИКП}} \times R_{\text{ЕИКП}} \rightarrow P_{\text{ЕИКП}}$, где $U_{\text{ЕИКП}}$, $R_{\text{ЕИКП}}$ и $P_{\text{ЕИКП}}$ – соответственно множества всех пользователей, ресурсов и полномочий в ЕИКП, для которых справедливы следующие условия:

$$U_{\text{ЕИКП}} = \bigcup_{i=1}^n U_i, \quad R_{\text{ЕИКП}} = \bigcup_{i=1}^n R_i, \quad P_{\text{ЕИКП}} = \bigcup_{i=1}^n P_i, \quad (1)$$

$$L_{\text{ЕИКП}}(U_i, R_i, P_i) = L_i. \quad (2)$$

Условие (1) является правилом интеграции всех ЛСРД, а условие (2) является его критерием, заключающимся в том, что проекция ЕСРД по локальным множествам пользователей, ресурсов и полномочий должна приводить к соответствующей ЛСРД.

Решение задачи, заданной условиями (1) и (2), не является тривиальным. Это определяется рядом факторов. Во-первых, один и тот же пользователь может являться пользователем различных АС. С другой стороны, один и тот же контролируемый ресурс может являться общим для различных АС. В то же время полномочия доступа между этим пользователем и ресурсом в различных АС могут быть также различными. Следовательно, интеграция АС, имеющих такого общего пользователя, приводит к противоречивости в части его полномочий в ЕИКП. Во-вторых, в динамике функционирования всех АС изменяются множества их пользователей, ресурсов и полномочий. Эти изменения отражаются в ЛСРД, однако они должны отразиться и в ЕСРД. Причем, если изменения в ЛСРД являются небольшими, то и в ЕСРД они должны быть такими же. Иными словами, они не должны вызывать полного переформирования ЕСРД.

В результате возникает необходимость включения в общую архитектуру ЕСРД двух компонентов аналитического уровня: компонента анализа и компонента принятия решений. Компонент анализа решает задачу обеспечения целостности и непротиворечивости ЕСРД. Компонент принятия решений решает задачу формирования адекватных изменений схем и политик ЕСРД при появлении изменений в ЛСРД, причем выполняемых с минимальными затратами. Последнее условие необходимо для обеспечения требований по оперативности функционирования ЕИКП в целом.

Список литературы:

1. Котенко И.В., Саенко И.Б. Архитектура системы интеллектуальных сервисов защиты информации в критически важных инфраструктурах // Труды СПИИРАН. – 2013. – № 1. – С. 21–40.
2. Концептуальные основы автоматизации управления защищенными мультисервисными сетями / С.А. Агеев, Ю.М. Шерстюк, И.Б. Саенко, О.В. Полубелова // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2011. – № 3. – С. 30–39.
3. Концепция автоматизации управления информационной безопасностью в защищенных мультисервисных сетях специального назначения / С.А. Агеев, А.С. Бушуев, Ю.П. Егоров, И.Б. Саенко // Автоматизация процессов управления. – 2011. – № 1. – С. 50–57.
4. Sandhu R.S. Lattice-based access control models // IEEE Computer. – 1993. – Vol. 26, – № 11. – P. 9–19.
5. Role-Based Access Control Models / R.S. Sandhu, E.J. Coyne, H.L. Feinstein, C.E. Youman // IEEE Computer. – 1996. – Vol. 29, – № 2. – P. 38–47.
6. The Inevitability of Failure: The Flawed Assumption of Security in Modern Computing Environments / P.A. Loscocco, S.D. Smalley, P.A. Muckelbauer, R.C. Taylor, S.J. Turner, J.F. Farrell // Proceedings of the 21st National Information Systems Security Conference. – 1998. – P. 303–314.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАЗГРАНИЧЕНИЕМ ДОСТУПА К РАЗНОРОДНЫМ РЕСУРСАМ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Саенко Игорь Борисович

*д-р техн. наук, профессор, вед. научн. сотрудник лаборатории
проблем компьютерной безопасности Санкт-Петербургского
института информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН),
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: ibsaen@comsec.spb.ru*

Куваев Валерий Олегович

*канд. техн. наук, докторант Военной академии связи,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: Litva @list.ru*

Бирюков Михаил Александрович

*адъюнкт Военной академии связи,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: urgent.ma@gmail.com*

USE OF ONTOLOGIES FOR MANAGEMENT OF ACCESS DIFFERENTIATION TO DIVERSE RESOURCES OF COMMON INFORMATION AND COMMUNICATION SPACE

Igor Saenko

*Ph.D., Professor,
Leading research scientist of Laboratory of Computer Security Problems,
St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS (SPIIRAS),
Russia, St. Petersburg*

Valery Kuvaev

*Ph.D., doctoral student of the Military Academy of communications,
Russia, St. Petersburg*

Mikhail Biryukov

*post-graduate student of the Military Academy of communications,
Russia, St. Petersburg*

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (13-01-00843, 14-07-00417, 14-07-00697, 15-07-07451).

АННОТАЦИЯ

В статье приводится описание онтологического подхода для управления разграничением доступа к разнородным ресурсам. Выделяются наиболее существенные преимущества решения поставленной проблемы с использованием онтологической модели. Предлагается архитектура построения системы управления разграничением доступа с использованием онтологии.

ABSTRACT

The paper describes an ontology approach to hybrid resources access control management. The most important advantages of problem solving with ontology model application are outlined. The architecture of access control management system with ontology application is offered.

Ключевые слова: онтология; разграничение доступа; ресурсы; единое информационно-коммуникационное пространство.

Keywords: ontology; access control; resources; common information and communication space.

На сегодняшний день проблема обеспечения информационной безопасности при создании единого информационно-коммуникационного пространства (ЕИКП) является достаточно актуальной вследствие того, что объединяемые в ЕИКП ресурсы являются разнородными. С одной стороны, это обусловлено тем, что современные информационные системы сочетают богатое информационное наполнение с передовыми технологическими разработками. С другой стороны, ЕИКП в настоящее время рассматривается как единственно возможное средство интеграции разнородных информационных и сетевых ресурсов в критически важных инфраструктурах [1, с. 22]. Такое сочетание наряду с новыми данными и документами приводит к увеличению значимости методов обработки информации и доступа к хранилищам ресурсов, учитывающих структурные и семантические связи между компонентами ЕИКП.

Одним из наиболее значимых условий функционирования ЕИКП является проблема разграничения доступа к ресурсам входящим в ЕИКП систем, направленная на поддержание требуемого уровня конфиденциальности, целостности и достоверности данных. При этом под ресурсами систем понимаются не только сама информация, но и свободное место на дисках, процессорное время, вычислительные ресурсы и т. д.

Одним из возможных и наиболее перспективных путей решением данной проблемы является использование единой онтологической модели, определяющей как понятийную систему управления доступом к информационным ресурсам, так и ее формальную семантику. Онтологическая модель, по определению, способна описывать и оперировать имеющимися сегментами разнородной информации.

Общая онтология предметной области содержит все знания в данной области (например, обработки данных и разграничения доступа к данным).

Использование онтологии позволяет:

- организовать единообразное представление знаний, общее для всех разнородных систем, участвующих в интеграции;
- представить плохо формализуемые знания в виде формальной структуры, пригодной для машинной обработки;
- уменьшить объем баз знаний отдельных систем, сократив время, необходимое для принятия решения;
- организовать взаимодействия со сторонними информационными системами.

На сегодняшний день применение онтологических моделей, а также дескриптивных логик, составляющих их математическую основу и позволяющих реализовать механизмы логического вывода,

в различных аспектах информационной безопасности развивается довольно активно. В основном можно выделить следующие направления исследований в данной сфере:

- формализация подмножеств языка XACML [2, с. 2] и использования логического вывода для проверки политик безопасности на предмет покрытия ими всех возможных ситуаций доступа [3, с. 678];
- использование логического вывода в существующих моделях контроля доступа [4, с. 170; 5, с. 466], таких как RBAC (Role Based Access Control) и ABAC (Attributes Based Access Control);
- создание онтологий, определяющих понятийную систему предметной области информационной безопасности General Privacy Ontology [6, с. 55], Security Ontology [7, с. 184].

Язык Web Ontology Language (OWL) – это язык для представления онтологий и связанной информации в виде семантической сети. Язык OWL использует язык описания метаданных Resource Description Framework (RDF).

В качестве базисной онтологии может выступать и онтология предметной области, политику доступа которой можно рассматривать как совокупность правил оперирования объектами, представленными в данной онтологии. Причем данные правила не составляют суть самих объектов или процессов с их участием, а являются лишь ментальными представлениями «корректных» действий субъекта по отношению к объекту доступа.

Формализация управления доступом в виде онтологической модели позволяет полностью описать семантику базовых понятий управления доступом к сервисам. При этом полученная семантическая модель не определяет представления описания прав доступа к сервисам в форме, удобной для анализа человеком или автоматизированными анализаторами. В связи с этим, онтологическая модель предметной области должна включать в свой состав подсистему доступа (рисунок 1), которая содержит формальные записи политик доступа к сервисам, семантика которых определена онтологической моделью.

Подсистема доступа содержит основные компоненты, необходимые для управления доступом к сервисам, позволяет использовать контейнеры, ролевое управление доступом и обеспечивает возможность делегирования полномочий управления доступом к объектам доступа.

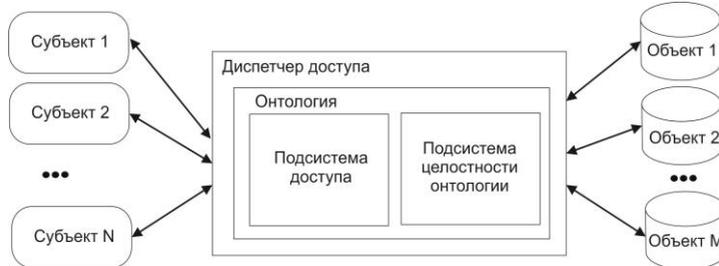


Рисунок 1. Структура системы управления разграничением доступа, ориентированной на использование онтологии

Необходимо отметить, что применение сложных онтологических моделей и машин логического вывода в управлении доступом может требовать больших вычислительных и временных ресурсов. Поэтому их следует использовать лишь в тех ситуациях, где решения о доступе невозможно принять ввиду наличия условий, определяемых предметной областью. Правильным решением будет их комбинирование с традиционными средствами защиты информации. Это позволит в итоге построить гибкую предметно-ориентированную систему информационной безопасности.

Список литературы:

1. Котенко И.В., Саенко И.Б. Архитектура системы интеллектуальных сервисов защиты информации в критически важных инфраструктурах // Труды СПИИРАН. – 2013. – № 1. – с. 21–40.
2. Extensible Access Control Markup Language (XACML). [electronic resource] – Режим доступа. – URL: <http://xml.coverpages.org/xacml.html>.
3. Kolovski V., Hendler J., Parsia B. Analyzing web access control policies // Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web (WWW'07), ACM, New York, NY, USA, 2007, p. 677–686.
4. Knechtel M., Hladik J., Dau F. RBAC Authorization Decision with DL Reasoning // Proceedings of the IADIS International Conference WWW/Internet (ICWI '08), 2008, p. 169–176.
5. Torsten P., Wolfgang D., Nora K. Supporting Attribute-based Access Control with Ontologies // First International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES'06), 2006, p. 465–472.
6. Hecker A., Dillon T., Elizabeth C. Privacy Ontology Support for E-Commerce // Internet Computing, – 2008, – № 2, – pp. 54–61.
7. Fenz S., Ekelhart A. Formalizing information security knowledge // Proceedings of the 2009 ACM symposium on Information, computer and communications security (ASIACCS '09), ACM, 2009, – p. 183–194.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО ПОДАВЛЕНИЯ СЛУЧАЙНОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО ШУМА

Ушенина Инна Владимировна

*канд. техн. наук, ПензГТУ,
РФ, г. Пенза*

E-mail: ivl23@yandex.ru

MATHEMATICAL MODEL OF AN ACTIVE NOISE CONTROL SYSTEM WORKING WITH BANDLIMITED RANDOM NOISE

Inna Ushenina

*candidate of science, PenzSTU,
Russia, Penza*

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ
в рамках научного проекта №14-07-31091 мол_а.*

АННОТАЦИЯ

В работе рассматривается математическая модель системы активного подавления акустического шума, разработанная в MATLAB. Модель предназначена для выявления характера зависимости уровня подавления случайного низкочастотного шума от порядка адаптивного фильтра системы.

ABSTRACT

This paper considers a MATLAB model of an active noise control system. This model is intended to recognize a dependence character of noise suppression level on the order of the system's adaptive filter.

Ключевые слова: активное подавление шума; математическая модель; адаптивный фильтр.

Keywords: active noise control; mathematical model; adaptive filter.

Принцип действия большинства систем активного подавления акустического шума (АППШ) состоит в формировании противофазного компенсирующего сигнала на основе анализа опорного сигнала

и сигнала ошибки, являющегося разностью шума и компенсирующего сигнала в контрольной точке (рисунок 1). Эту задачу, как правило, выполняет адаптивный фильтр (АФ) с алгоритмом наименьших средних квадратов и предварительной фильтрацией опорного сигнала [2; 4; 5].

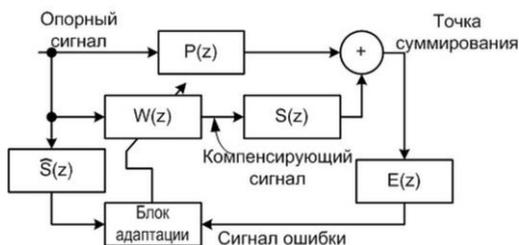


Рисунок 1. Структура системы АПШ с опорным сигналом

На рисунке 1 $P(z)$ – передаточная функция акустического пути распространения шума от опорного микрофона до точки суммирования; $W(z)$ – передаточная функция АФ; $S(z)$ – передаточная функция пути компенсации, включающего динамик – от выхода АФ до точки суммирования; $E(z)$ – передаточная функция пути сигнала ошибки, включающего микрофон ошибки – от точки суммирования до входа блока адаптации; $\hat{S}(z)$ – оценка $S(z)E(z)$, используемая для предварительной фильтрации опорного сигнала [5].

Оптимальной передаточной функцией АФ является (1):

$$W^o(z) = -\frac{P(z)}{S(z)}. \quad (1)$$

Поскольку инверсия $S(z)$, как правило, имеет бесконечную импульсную характеристику (ИХ), выбор порядка (количества коэффициентов N) АФ путем приравнивания к длине ИХ идентифицируемой системы [3] невозможен.

Если подавляемый шум содержит одну или несколько гармоник, N принято определять из расчета 4–20 коэффициентов на гармонику. Для системы, работающей со случайным шумом, процедура выбора N не формализована [8].

Тем не менее, выбор порядка АФ является важным этапом разработки системы АПШ. С одной стороны, от N зависит достижимый уровень подавления шума и скорость сходимости алгоритма [3]. С другой стороны, с повышением N увеличивается

объем ресурсов, требуемых на реализацию адаптивного алгоритма, что актуально для многоканальных систем АПШ [2; 5].

В данной работе рассматривается MATLAB-модель системы АПШ, предназначенная для выявления характера зависимости уровня подавления шума от порядка АФ, что способствует выбору наименьшего порядка АФ, позволяющего получить требуемый уровень подавления.

При создании модели предполагаются известными: передаточные функции и задержки акустического пути распространения шума и пути компенсации, которые могут быть получены в результате измерений [7] или идентификации [2; 4; 5], характеристики шума, частота дискретизации системы АПШ, шаг сходимости [1] и количество итераций адаптивного алгоритма. Для моделирования АФ используется функция MATLAB `adaptfilt.filtxlm` [6].

Модель создавалась с соблюдением условия каузальности [2; 4; 5]: задержка акустического пути устанавливалась не меньшей, чем задержка пути компенсации. Также было принято допущение об отсутствии акустической обратной связи [4] между опорным микрофоном и микрофоном ошибки.

Для получения зависимости уровня подавления шума A от N задан набор из J значений N_j , для которого в виде цикла организуется моделирование АФ. Результатом каждого j -го выполнения операций цикла является уровень подавления шума A_j , рассчитанный по формуле (2):

$$A_j = 10 \lg \frac{P_{xj}}{P_{ej}}, \quad (2)$$

где: P_{xj} – средняя мощность опорного сигнала при $N=N_j$;

P_{ej} – средняя мощность сигнала ошибки при $N=N_j$. Для расчета P_{ej} берутся отсчеты сигнала ошибки, полученные после завершения процесса сходимости.

Рассмотрим для примера результаты, полученные при использовании в качестве моделей $P(z)$ и $S(z)$ КИХ-фильтров с экспоненциальным затуханием огибающей ИХ, часто встречающимся на практике [3]. ИХ модели $S(z)$ представлена на рисунке 2. ИХ модели $P(z)$ аналогична представленной на рисунке 2, но имеет большую задержку.

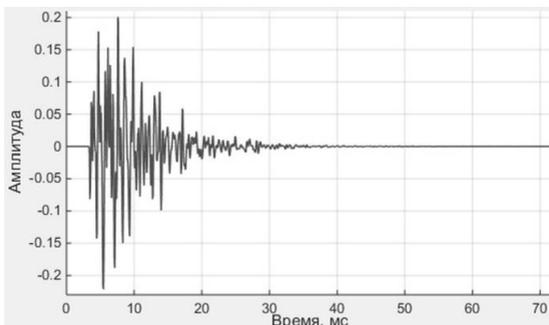


Рисунок 2. ИХ модели $S(z)$, с экспоненциальным затуханием огибающей

В качестве модели опорного сигнала использовался случайный шум с диапазоном частот 100–1500 Гц. Частота дискретизации системы АПШ, которая оптимально должна быть в 10–20 раз выше частот подавляемого шума [4; 8], выбрана равной 15 кГц. Шаг сходимости адаптивного алгоритма выбран достаточно малым, чтобы обеспечить сходимость даже для АФ высоких порядков, и составляет 0,0005. Порядок АФ варьировался от 200 до 2000 коэффициентов. Сигнал ошибки оценивался спустя $3 \cdot 10^6$ итераций адаптивного алгоритма.

На рисунке 3 представлены полученные в результате моделирования графики зависимости A от N при различных соотношениях задержек $P(z)$ и $S(z)$. Задержка $P(z)$ для всех случаев принималась равной 50 отсчетов; задержка $S(z)$ – от 10 до 55 отсчетов – указана рядом с каждым из графиков.

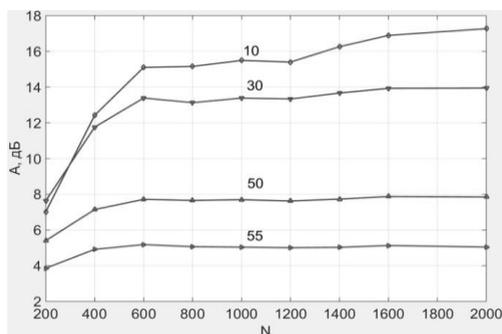


Рисунок 3. Зависимость уровня подавления шума A от порядка АФ N для различных соотношений задержек $P(z)$ и $S(z)$

Модель системы АПШ позволяет также отследить приближение к характеристикам акустического пути, достигаемое последовательно соединенными $W(z)$ и $S(z)$ при различных N и других параметрах системы. Приближения к АЧХ и групповой задержке акустического пути при $N = 400$ и $N=1400$, и задержке пути компенсации на 10 отсчетов представлены на рисунках 4 и 5 соответственно.

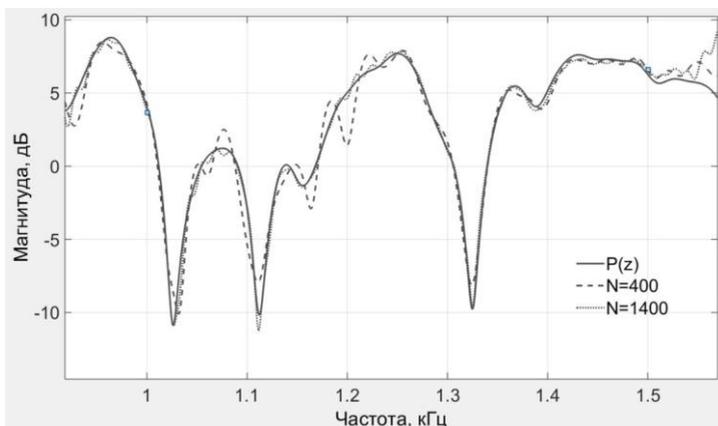


Рисунок 4. АЧХ $P(z)$ и последовательно соединенных $W(z)$ и $S(z)$ для двух значений N (фрагмент рабочего диапазона частот)

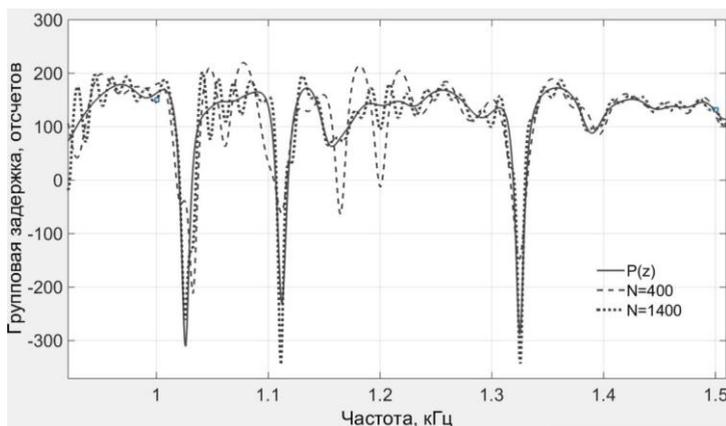


Рисунок 5. Групповые задержки $P(z)$ и последовательно соединенных $W(z)$ и $S(z)$ для двух значений N (фрагмент рабочего диапазона частот)

Согласно рисункам 3–5, при соблюдении условия каузальности уровень подавления шума повышается с увеличением порядка АФ. Однако для N более 600 коэффициентов рост A замедляется. Задержка $S(z)$ в значительной степени влияет на достижимый уровень подавления шума. Наилучшее приближение к характеристикам $P(z)$ достигается на частотах, приблизительно в 10 раз меньших частоты дискретизации системы.

Таким образом, предложенная модель системы АПШ позволяет оценить характер зависимости уровня подавления шума от порядка АФ для заданных параметров шума и системы, и выбрать минимальный порядок АФ, обеспечивающий требования к уровню подавления шума.

Список литературы:

1. Джиган В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы. М.: Техносфера, 2013. – 528 с.
2. Elliott S. Signal processing for active control. Academic Press, 2000.
3. Gu Y. et al. Convergence analysis of a deficient-length LMS filter and optimal-length sequence to model exponential decay impulse response //Signal Processing Letters, IEEE. – 2003. – Т. 10. – № 1. – С. 4–7.
4. Hansen C.H. et al. Active control of noise and vibration. – 2nd ed. CRC Press, 2013.
5. Kuo S.M., Morgan D.R. Active noise control system algorithms and DSP implementations. John Wiley & Sons, 1996.
6. MathWorks documentation. FIR adaptive filter that uses filtered-x LMS algorithm. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://www.mathworks.com/help/dsp/ref/adaptfilt.filtxlm.html?s_tid=srchtitle (дата обращения 15.11.2015).
7. Morgan D.R., Quinlan D.A. Local silencing of room acoustic noise using broadband active noise control //Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, 1993. Final Program and Paper Summaries., 1993 IEEE Workshop on. – IEEE, 1993. – С. 23–25.
8. Snyder S.D. Active noise control primer. Springer, 2000.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ TOR

Кокоулин Андрей Николаевич

канд. техн. наук, доцент Пермского национального
исследовательского политехнического университета
РФ, г. Пермь

E-mail: a.n.kokoulin@gmail.com

Андреев Роман Александрович

студент Пермского национального исследовательского
политехнического университета
РФ, г. Пермь

E-mail: abusedroman@gmail.com

Бадурдинов Артём Сергеевич

студент Пермского национального исследовательского
политехнического университета
РФ, г. Пермь

E-mail: asbadrtd@gmail.com

Феофилова Полина Андреевна

студент Пермского национального исследовательского
политехнического университета
РФ, г. Пермь

E-mail: feofilovap@gmail.com

TOR PROBLEMS ANALYSIS

Andrei Kokoulin

*candidate of technical sciences, docent
of Perm National Research Polytechnic University
Russia, Perm*

Roman Andreev

*student of Perm National Research Polytechnic University
Russia, Perm*

Artem Badrtdinov

*student of Perm National Research Polytechnic University
Russia, Perm*

Polina Feofilova

*student of Perm National Research Polytechnic University
Russia, Perm*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрен принцип работы системы Tor и проанализированы проблемы ее использования.

ABSTRACT

This paper reviews the basic idea of Tor and main problems of this system.

Ключевые слова: Тор; анонимность; узлы; безопасность.

Keywords: Tor; anonymity; nodes; security.

Уже более десяти лет люди во всем мире используют Тор (ранее известный как The Onion Router) для защиты своей частной жизни. Эта система используется людьми, живущими в ограничительном режиме, которые хотят получить доступ к запретной информации или данным в Интернете, осведомителями и диссидентами, которые хотят общаться с журналистами, и теми, кто хочет пользоваться Интернетом без отслеживания или публиковать информацию в Интернете без ущерба для их частной жизни.

Уверенность в том, что Тор может надежно предоставить пользователям анонимность в Интернете, пошатнулась, в связи с разоблачением спецслужбами скрытых сайтов. Это заставило

пользователей сети задуматься: так ли надежна система Тор для защиты их частной жизни и обеспечения анонимности? Как выяснилось, Тор имеет много недостатков.

Тор работает за счет отправки трафика от источника к месту назначения с помощью случайных последовательностей узлов сети. Трафик шифруется каждый раз, когда он идет от одного узла к другому, и любому конкретному узлу известно только, откуда он получил трафик и куда он пойдет далее. Только последний выходной узел знает конечный пункт назначения; он расшифровывает трафик, когда покидает сеть Тор. Принцип работы сети Тор представлен на рисунке 1.

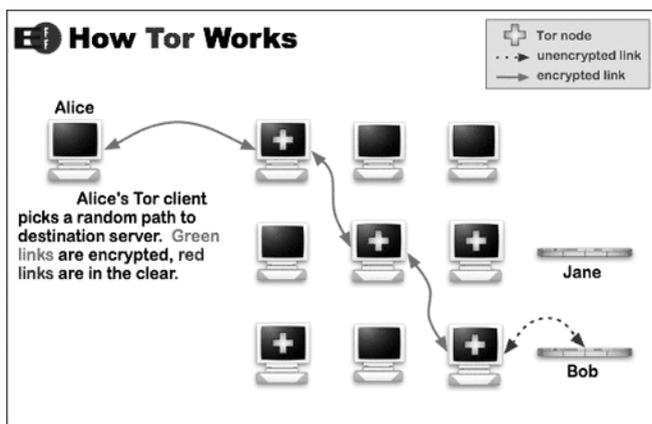


Рисунок 1. Принцип работы сети Тор

Наиболее очевидным примером является захват анонимной торговой интернет-площадки наркотиков SilkRoad 2.0 и арест жителя Сан-Франциско, полагавшего, что он находится под защитой сайта, который существовал в зоне анонимной сети Тор. Считается, что SilkRoad 2.0 был скомпрометирован тайным агентом Homeland Security Investigations, а не технической слабостью в системе Тор, но арест подчеркивает тот факт, что использование Тор не гарантирует анонимность.

В самом деле, использование Тор может фактически привлечь интерес со стороны правоохранительных органов и органов безопасности. В 2014 году было выявлено, что программа АНБ X-Keyscore, вероятно, будет заносить интернет пользователей, которые используют Тор или которые посещают сайт системы, чтобы

узнать о ней, в список экстремистов. Так, по иронии судьбы, пытаясь быть анонимными в Интернете, можно оказаться прямо в центре внимания АНБ.

АНБ анонимно с большой скоростью размещает множество узлов по всему миру. Они включают в себя входные узлы, средние узлы, скрытые сервисы и выходные узлы. Для АНБ очень легко создать подставную компанию, зарегистрироваться в службе и разместить узел практически в любом месте. При любом случайном соединении с Тог, есть высокая вероятность, что один из ваших прыжков пройдет через узел АНБ [1].

По умолчанию Тог выбирает три отрезка: точка входа, точка выхода, и только одна точка между узлами. Если АНБ имеет возможность контролировать один или два из этих узлов, пользователь еще в безопасности, потому что третий узел будет защищать его. Но, если АНБ имеет возможность контролировать все три узла, то соединение будет полностью разоблачено.

Если предположить, что АНБ контролирует 1 % узлов сети Тог, то это создаст один шанс на миллион, что АНБ разоблачит кого-то в произвольном соединении. Если за день создается миллион соединений, это означает, что АНБ разоблачает одного человека в день.

Тог не использует один постоянный путь по сети. Он создает новый путь каждые 15 минут. Современные веб-сервисы создают постоянные фоновые подключения. Таким образом, если у пользователя открыты Outlook Mail или Twitter (без использования SSL), это станет причиной создания нового пути по сети Тог каждые 15 минут, что составляет 96 новых путей каждый день или 3000 новых путей в месяц. Это означает, что в долгосрочном периоде есть высокая вероятность того, что АНБ будет в состоянии перехватить один из тех путей с конфигурацией трех прыжков и полностью разоблачить пользователя.

Если предположить, что пользователь используете SSL для Twitter, но не использует SSL для почтового приложения, и оба этих сервиса выходят через один и тот же выходной узел, это позволяет АНБ сопоставить их друг с другом.

Тог шифрует трафик на входном узле, но когда трафик проходит последний узел в сети Тог, он принимает изначальный вид. Если пользователь обращается к веб-сайту без SSL, то этот последний прыжок не будет зашифрован. Как правило, легко проверить, используют ли веб-браузеры протокол SSL, но большинство других приложений имеют ошибки, которые являются причиной создания незашифрованных сессий.

Тог соединения имеют защиту только 1024-битных ключей RSA/DH. АНБ могут взломать эти ключи. Неизвестно, насколько легко они могут это сделать. Предполагается, что АНБ потратили несколько лет и несколько миллиардов долларов на строительство интегральных схем. Это означает, что им может потребоваться 1 миллион долларов для взлома одного 1024-битного RSA/DH ключа. Следовательно, они не будут пытаться взломать ключи для мелких преступников, но у них есть возможности, чтобы взломать ключи для серьезных целей

Известно, что АНБ может взломать 1024-битные ключи, потому что это будет стоить всего несколько миллионов долларов. Но неизвестно то, сколько таких ключей можно взломать за день. Количество может быть меньше, чем один такой ключ в сутки.

В июле 2014 года в блоге Тог было объявлено, что неизвестные злоумышленники создали ряд узлов и изменили трафик, проходящий через эти узлы, чтобы попытаться идентифицировать пользователей скрытых сервисов. Пользователи, которые имели доступ к скрытым сервисам или управляли ими в период около пяти месяцев до 4 июля 2014, должны допускать, что их личность была скомпрометирована, как рекомендуется в блоге.

Еще одной проблемой использования системы Тог является то, что, если компьютер пользователя находится под угрозой вредоносной программы, то ее уже не достаточно, чтобы оставаться анонимным. Это было продемонстрировано в августе 2013 года, когда была обнаружена вредоносная программа под названием *Magneto*, которая применяла до тех пор неизвестную уязвимость в браузере Тог, который обычно используют для посещения веб-сайтов системы Тог.

Бывший научный сотрудник Колумбийского университета опубликовал исследование, в котором он утверждает, что возможно определить 81% пользователей Тог с помощью изменения анализа трафика. По сути, это предполагает создание модифицированного узла Тог, а затем введение трафика в TCP-соединение и анализ записей потока маршрутизатора. Это вызывает беспокойство, потому что некоторые узлы системы Тог в Интернете очень большие и обрабатывают огромный объем трафика, что делает их дорогими в эксплуатации и обслуживании [2].

Уже более десяти лет люди во всем мире используют Тог для защиты своей частной жизни. Эксперты, вероятно, могли бы защитить свою частную жизнь с помощью системы Тог от АНБ. Тем не менее, среднестатистический пользователь, используя Тог Browser Bundle, вряд ли будет иметь навыки, необходимые, чтобы защитить себя.

Список литературы:

1. Paul Rubens, The trouble with Tor [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.esecurityplanet.com/open-source-security/the-trouble-with-tor.html>, дата обращения 13.04.2015.
2. Robert Graham, Anonymity Smackdown: NSA vs. Tor [Электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: <http://blog.erratasec.com/2013/08/anonymity-smackdown-nsa-vs-tor.html#.VSuxidysWL4>, дата обращения 13.04.2015.

ОБЗОР АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АНОНИМНОСТИ. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ TOR

Кокоулин Андрей Николаевич

*канд. техн. наук, доцент Пермского национального
исследовательского политехнического университета*

РФ, г. Пермь

E-mail: a.n.kokoulin@gmail.com

Андреев Роман Александрович

*студент Пермского национального
исследовательского политехнического университета*

РФ, г. Пермь

E-mail: abusedroman@gmail.com

Феофилова Полина Андреевна

*студент Пермского национального
исследовательского политехнического университета*

РФ, г. Пермь

E-mail: feofilovap@gmail.com

REVIEW OF ALTERNATIVE WAYS FOR PROVIDING ANONIMITY. RECCOMENDATIONS FOR USING TOR

Andrei Kokoulin

*candidate of technical sciences, docent
of Perm National Research Polytechnic University
Russia, Perm*

Roman Andreev

*student of Perm National Research Polytechnic University
Russia, Perm*

Polina Feofilova

*student of Perm National Research Polytechnic University
Russia, Perm*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрены альтернативные способы обеспечения анонимности и приведены рекомендации по уменьшению риска отслеживания при использовании TOR.

ABSTRACT

This paper reviews the alternative ways to provide anonymity and proposes several recommendations for reducing risk of tracing when using TOR.

Ключевые слова: TOR; анонимность; безопасность.

Keywords: TOR; anonymity; security.

Как показывает практика, TOR имеет ряд недостатков и не всегда может должным образом обеспечить анонимность. Несмотря на то, что в АНБ считают, что на смену системы нет претендентов, они действительно существуют и включают в себя: I2P, Freenet и VPN.

I2P («Проект Невидимый Интернет») — открытое программное обеспечение, созданное для организации сверхустойчивой анонимной, оверлейной, зашифрованной сети и применимое для веб-сёрфинга, анонимного хостинга, систем обмена мгновенными сообщениями, ведения блогов, а также для файлообмена, электронной почты, VoIP и многого другого [1]. Для обеспечения анонимности передаваемых сообщений, каждое клиентское приложение имеет свой I2P «маршрутизатор», создающий несколько входящих и исходящих «туннелей» — последовательностей одноранговых узлов сети, которые

передают сообщения в одном направлении (от и до клиента, соответственно). В свою очередь, когда клиент хочет послать сообщение другому клиенту, он передает это сообщение из одного из своих исходящих туннелей, ориентируясь на один из входящих туннелей другого клиента, которое, в конечном счете, достигает места назначения. Веб-сайт проекта для программного обеспечения с открытым исходным кодом I2P предупреждает, что «не существует совершенно анонимной сети». На сайте говорится, что дальнейшая цель I2P заключается в том, чтобы существенно затруднять атаки, и, что анонимность будет увеличиваться с увеличением размера сети.

Greenet является свободным программным обеспечением, которое направлено на то, чтобы анонимно обмениваться файлами, просматривать и публиковать «фрисайты» (веб-сайты, доступные только через Greenet) и общаться на форумах. Согласно проекту, недавней важной разработкой, которую используют несколько других сетей, является «даркнет». Подключаясь только к людям, которым они доверяют, пользователи могут значительно снизить их уязвимость и все еще подключаться к глобальной сети через друзей своих друзей и так далее.

Услуги VPN не обеспечивают сильную анонимность, потому что большинство из них требуют регистрации у поставщика услуг перед их использованием; даже те, которые не требуют этого, могут вести журнал IP-адресов пользователей и определять, какие сайты они посещают. Тем не менее, VPN служба определяет маски IP-адресов посещаемых веб-сайтов, обеспечивая невысокий уровень анонимности. VPN следует использовать с осторожностью, поскольку веб-сайт все еще может быть в состоянии идентифицировать пользователя с помощью куки или других идентификаторов, особенно, если он посетит соответствующий сайт без маскировки IP-адрес с помощью VPN [2].

Если пользователь все же продолжает использовать Tor, то он должен достаточно обезопасить систему, в которой он работает. Чтобы уменьшить риск отслеживания и компрометации, нужно придерживаться следующих правил.

Не использовать ОС Windows. Так же не использовать Tor Browser Bundle на Windows. Вредоносные выходные узлы Tor прошивают неподписанные пакеты Windows, для того, чтобы распространять вредоносное ПО. Независимо от того, какая операционная система используется, устанавливать только подписанные пакеты, полученные через защищенное соединение. Если пользователь не может поставить на свою рабочую станцию Linux и использовать

последнюю доступную версию Тог и прокси, такой как Privoxy, следует рассмотреть вопрос об использовании Tails или Whonix. Необходимо, чтобы внешний доступ был защищён так, чтобы через сторонние приложения не могла случайно произойти утечка данных о местоположении пользователя.

Если пользователь использует какое-либо устройство постоянного хранения данных, следует убедиться, что оно зашифровано.

Следует помнить, что компьютер должен постоянно обновляться, чтобы убедиться, что он защищен от новейших уязвимостей. В идеале он должен обновляться каждый раз, когда пользователь начинает сессию, или, по крайней мере, ежедневно. Tails будет уведомлять пользователя о доступных обновлениях при запуске.

Следует отключить JavaScript, Flash и Java. Если сайт требует что-либо из перечисленного, лучше посетить другой сайт. Включать стоит только в крайнем случае, временно, в минимально необходимой степени для того, чтобы получить функциональность веб-сайта, замены которому нет.

Следует использовать ноутбук в качестве рабочей станции, которая должна быть портативной, чтобы можно было взять ее с собой и быстро от нее избавиться или уничтожить.

Не стоит использовать Google для поиска в Интернете. Хорошей альтернативой является Startpage. Эта поисковая система установлена по умолчанию для Tails и Whonix. Еще один хороший вариант – DuckDuckGo.

Никогда нельзя использовать Тог дома или неподалеку от дома.

Стоит ограничить количество времени использования Тог в каком-либо одном месте.

Многие пользователи Тог понимают, что они сделали ошибку, например, разместив свой реальный адрес электронной почты в связи с их деятельностью. Чтобы этого избежать, нужно тщательно продумывать все действия при использовании Тог.

При работе с Тог следует использовать псевдоним, создать виртуальную личность, соответствующую деятельности. Этот виртуальный человек не знает пользователя и никогда с ним не познакомится. Личность пользователя и его виртуальная личность должны быть строго разделены.

Если возникает необходимость использовать общественный интернет, следует создать совершенно новые учетные записи для этого псевдонима. Нельзя смешивать реальные учетные записи и записи псевдонима. Например, нельзя просматривать Facebook со свой реального адреса электронной почты после использования Twitter

с электронной почтой псевдонима на том же компьютере. К тому же, никогда нельзя выполнять действия, связанные с деятельностью пользователя под псевдонимом без использования Tor [3].

Таким образом, чтобы обеспечить анонимность, одной системы Tor не всегда достаточно. Для большей уверенности в защите пользователь может использовать такие сервисы, как I2P, Freenet и VPN.

Список литературы:

1. I2P, Wikipedia [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/I2P>, дата обращения 13.10.2015.
2. Paul Rubens, The trouble with Tor [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.esecurityplanet.com/open-source-security/the-trouble-with-tor.html>, дата обращения 13.10.2015.
3. Robert Graham, Anonymity Smackdown: NSA vs. Tor [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://blog.erratasec.com/2013/08/anonymity-smackdown-nsa-vs-tor.html#.VSuxidysWL4>, дата обращения 13.10.2015.

ПЕРЕДАЧА ГОЛОСОВЫХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ TOR: ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЯ

Кокоулин Андрей Николаевич

*канд. техн. наук, доцент Пермского национального
исследовательского политехнического университета
РФ, г. Пермь*

E-mail: a.n.kokoulin@gmail.com

Андреев Роман Александрович

*студент Пермского национального
исследовательского политехнического университета
РФ, г. Пермь*

E-mail: abusedroman@gmail.com

Бадртдинов Артём Сергеевич

*студент Пермского национального
исследовательского политехнического университета
РФ, г. Пермь*

E-mail: asbadrtd@gmail.com

Феофилова Полина Андреевна

*студент Пермского национального
исследовательского политехнического университета
РФ, г. Пермь*

E-mail: feofilovap@gmail.com

VOICE DATA TRANSFERRING THROUGH TOR: CHALLENGES AND SOLUTIONS

Andrei Kokoulin

*candidate of technical sciences, docent
of Perm National Research Polytechnic University
Russia, Perm*

Roman Andreev

*student of Perm National Research Polytechnic University
Russia, Perm*

Artem Badrtdinov

*student of Perm National Research Polytechnic University
Russia, Perm*

Polina Feofilova

*student of Perm National Research Polytechnic University
Russia, Perm*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается возможность передачи голосовых данных через систему Tor с помощью Skype, проблемы, возникающие при такой передаче и их решения.

ABSTRACT

This paper reviews ability of voice data transferring through Tor using Skype, problems of such transferring and solutions.

Ключевые слова: голосовые данные; Tor; Skype.

Keywords: voice data; Tor; Skype.

Tor является свободным программным обеспечением и открытой сетью, которая помогает пользователям защититься от анализа трафика (сетевое надзора), который угрожает свободе личности и частной жизни, конфиденциальности бизнес контактов и связей, а также общегосударственной безопасности [1].

Предполагается, что передача голосовых данных через Tor невозможна. Но действительно ли это так?

Не имея возможности осуществить передачу речи по протоколу IP (VOIP) через сеть Tor, пользователи не могут направить вызовы

за пределы подвергнутых цензуре сетей. Возник вопрос, существует ли какой-либо способ, с помощью которого можно направить голосовой трафик через Tor для преодоления этой преграды. Было протестировано приложение Skyre и обнаружено, что оно может достаточно хорошо работать через приложение для создания конфиденциального соединения Orbot.

Orbot – это свободная программа для прокси-соединений, она позволяет другим приложениям более безопасно использовать интернет-соединение. Orbot использует Tor для шифрования интернет-трафика, который затем скрывается в ходе пересылки через несколько компьютеров в разных частях планеты.



Рисунок 1. Orbot

Существует две главных причины, по которым считается, что VOIP практически невозможно произвести через сеть Tor:

- техническая проблема с протоколом транспортного уровня, который поддерживает Tor;
- сеть является слишком медленной для требуемой задержки разговора в реальном времени.

Однако оказывается, что Skype имеет некоторые довольно хорошие возможности для того, чтобы работать при различных состояниях сети. Более того, на практике задержка более допустима.

Проблема 1: транспортный протокол.

TCP является самым распространенным транспортным протоколом для сети Интернет. Он гарантирует надежную связь и используется практически при всех действиях пользователя в интернет-браузере. UDP является более гибким протоколом, используемым для связи в реальном времени для уменьшения задержки. Минус в том, что UDP не является надежным, из-за чего иногда происходит падение трафика.

Проблема в том, что Тор поддерживает только протокол TCP для транспортного уровня. VOIP приложения используют UDP. Таким образом, VOIP приложения, как предполагается, не могут работать с Тор, и одной из главных трудностей для пользователей VOIP является создание анонимности голосового сообщения в реальном времени. Даже если пользователь провел UDP трафик через Тор, он будет воплощен в TCP и потеряет преимущества, которые предоставляет UDP для трафика в реальном времени.

Решение: в данной ситуации либо Тор должен поддерживать протокол UDP или пользователю нужен клиент VOIP, который поддерживает TCP. Рассматривается возможность для Skype использовать соединения TCP в случаях, когда блокируется UDP трафик пользователя. Это довольно распространенная сетевая политика для некоторых внутренних сетей.

Проблема 2: задержка.

Тор перенаправляет трафик через кратные узлы, которые значительно увеличивают задержку. Люди обычно делают довольно точные прогнозы задержки по двухстороннему телефонному разговору. Добавление даже нескольких миллисекунд задержки между переговорами может быть легко замечено пользователем. Это вызывает толчки и переходы в разговоре, делая его трудным для передачи. Поэтому широко распространенная маршрутизация голосового трафика через Тор маловероятна. Однако люди уже справляются с небольшой задержкой, используя VOIP на международном уровне. Во многих ситуациях задержка будет допустима.

Решение: в данном случае следует просто принять задержку. Задержка не идеальна, но на практике все еще допустима. Когда производительность сети Тор увеличивается, увеличивается и производительность связи в режиме реального времени [2].

Для тестирования Skype были использованы два телефона Nexus One с последней версией приложения из Android App Store. Orbot (приложение для создания конфиденциального соединения) в прозрачном режиме направит трафик через Tor, если используется transproxu. (Transproxu это фактически прозрачный прокси-сервер, который перенаправляет все запросы на некий вышестоящий прокси-сервер). Transproxu отбрасывает трафик UDP, так как он не может быть направлен через Tor. Именно это и приводит к тому, что Skype переходит к TCP и работает через Tor.

Skype использует некоторые соединения TCP, чтобы связаться с серверами Microsoft и аутентифицировать учетную запись пользователя. Как только пользователь запускает голосовой чат, он видит трафик UDP, как и ожидалось. Однако при включении transproxu Orbots, пользователь будет видеть, что Skype вынужден запустить разговор с помощью только лишь TCP.

На рисунке 2 представлен скриншот Wireshark, на котором можно увидеть неудавшиеся попытки соединения UDP с серверами Microsoft. Таким образом, можно увидеть, что соединения UDP идут одним путем к множеству IP-адресов.

62	13.176874	10.0.2.70	111.221.77.147	UDP	75	Source port: 55003	Destination port: 33033
231	27.757114	10.0.2.70	157.55.130.146	UDP	84	Source port: 55003	Destination port: 40032
232	27.769419	10.0.2.70	64.4.23.154	UDP	84	Source port: 55003	Destination port: 40040
233	27.769738	10.0.2.70	157.55.56.154	UDP	84	Source port: 55003	Destination port: 40040
234	27.771091	10.0.2.70	111.221.77.154	UDP	75	Source port: 55003	Destination port: 40040
235	27.771541	10.0.2.70	213.199.179.154	UDP	75	Source port: 55003	Destination port: 40040
236	27.771813	10.0.2.70	157.55.130.146	UDP	75	Source port: 55003	Destination port: 40032
237	27.772884	10.0.2.70	157.55.235.143	UDP	74	Source port: 55003	Destination port: 40019
238	27.773123	10.0.2.70	208.88.187.108	UDP	76	Source port: 55003	Destination port: 33033
239	27.773534	10.0.2.70	111.221.74.15	UDP	74	Source port: 55003	Destination port: 40019
241	27.774690	10.0.2.70	65.55.223.15	UDP	74	Source port: 55003	Destination port: 40019
242	27.774955	10.0.2.70	213.199.179.162	UDP	74	Source port: 55003	Destination port: 40034
243	27.776167	10.0.2.70	111.221.74.25	UDP	64	Source port: 55003	Destination port: 40011
245	27.777684	10.0.2.70	157.56.52.38	UDP	64	Source port: 55003	Destination port: 40035
253	28.027601	10.0.2.70	111.221.74.31	UDP	72	Source port: 55003	Destination port: 40022
254	28.029459	10.0.2.70	111.221.77.155	UDP	76	Source port: 55003	Destination port: 40025
255	28.030863	10.0.2.70	111.221.74.18	UDP	73	Source port: 55003	Destination port: 40004
256	28.031182	10.0.2.70	157.55.235.154	UDP	74	Source port: 55003	Destination port: 40037
257	28.038104	10.0.2.70	157.56.52.28	UDP	75	Source port: 55003	Destination port: 40027
258	28.044212	10.0.2.70	213.199.179.159	UDP	78	Source port: 55003	Destination port: 40024
259	28.045951	10.0.2.70	213.199.179.160	UDP	77	Source port: 55003	Destination port: 40035

Рисунок 2. Wireshark

На одном из телефонов устанавливается маршрутизации через Tor путем включения transproxu. Осуществляется вход в Skype на каждом телефоне и производится телефонный звонок. Был проведен разговор через два IP-адреса от двух различных интернет-провайдеров. Задержка была вполне допустимой [2].

Оказывается, что пользователь может осуществить чат VOIP через Tor при использовании Skype. Данные результаты представляют

огромный интерес, так как этот вопрос относится к общей проблеме попытки проведения связи в режиме реального времени через сеть Tor.

Список литературы:

1. Tor Project: Anonymity Online [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://www.torproject.org/>, дата обращения 29.10.2015.
2. The Guardian Project [Электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: <https://guardianproject.info/2012/12/10/voice-over-tor/>, дата обращения 29.10.2015.

СЕКЦИЯ 2.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ТОЛКАТЕЛЯ МЕХАНИЗМА ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Васильев Александр Викторович

*д-р. техн. наук, проф. кафедры «Теплотехника и гидравлика»
Волгоградского государственного технического университета,
РФ, г. Волгоград
E-mail: vasilyev@vstu.ru*

Бахрачева Юлия Сагидулловна

*канд. техн. наук доцент кафедры физика и химия
Московского государственного университета путей сообщения
(МИИТ), Волгоградский филиал,
РФ, г. Волгоград
E-mail: bakhracheva@yandex.ru*

DEFINITION OF LAW OF MOTION OF THE FOLLOWER VALVE GEAR PISTON ENGINE

Alexander Vasiliev

*doctor of technical Sciences, Professor of the Department of Heat
engineering and hydraulics of the Volgograd state technical University,
Russia, Volgograd*

Julia Bakhracheva

*candidate of technical Sciences,
associate Professor of physics and chemistry of the Moscow state
University of railway engineering (MIIT), the Volgograd branch,
Russia, Volgograd*

АННОТАЦИЯ

Представлена методика расчёта кинематических характеристик механизма газораспределения ДВС в случае численного дифференцирования таблично заданного закона перемещения толкателя.

ABSTRACT

The technique of the ICE valve gear kinematic characteristics calculation in the case of numerical differentiation of tabular predetermined tappet movement law is submitted.

Ключевые слова: кулачок; механизм газораспределения; толкатель; кинематическая схема; дифференцирование; сглаживание; интерполирование.

Keywords: cam; valve gear; tappet; kinematic scheme; differentiation; smoothing; interpolation.

Работоспособность, надёжность и эффективность механизма газораспределения (МГР) ДВС в значительной степени зависят от его кинематических характеристик [3; 4; 9; 10]. Движение звеньев механизма задаётся, как известно, профилем кулачка, определяющим закон движения толкателя. Поэтому для расчёта многочисленных характеристик сопряжения кулачок-толкатель (прочностных, контактно-гидродинамических, трибологических и др.), а также законов движения всех ведомых звеньев необходима информация о законах перемещения, скорости и ускорения толкателя по углу поворота кулачка [7].

В наиболее благоприятном случае заранее известен способ профилирования кулачка и все исходные данные, определяющие конфигурацию профиля и закон движения толкателя, включая перечисленные выше кинематические характеристики перемещения, скорости и ускорения. Если известна только зависимость ускорения толкателя по углу поворота кулачка, то и здесь задача последующего достоверного определения всех требуемых характеристик упрощается в связи с тем, что соответствующие значения скорости и перемещения толкателя вычисляются на основе численного интегрирования заданного закона ускорения (или его аналога).

Однако чаще в качестве исходных данных может быть использован лишь закон перемещения толкателя в зависимости от угла поворота кулачка. В этом случае необходимые характеристики скорости и ускорения толкателя могут быть определены численным дифференцированием таблично заданного закона перемещения толкателя по углу поворота кулачка, что вызывает некоторый разброс данных в связи с недостаточной устойчивостью процедуры численного

дифференцирования. Однако такой расчёт является единственно возможным в случае вычисления характеристик реального кулачка, конфигурация которого определена экспериментально, а также для таблично заданного закона перемещения толкателя, приведённого на чертеже распределительного вала.

Важно также отметить, что при расчёте кинематических и других характеристик сопряжения кулачок-толкатель и МГР в целом важно учесть тип применяемого толкателя и кинематическую схему механизма. В связи с этим зачастую необходимо делать пересчёт характеристик, так как закон перемещения толкателя может быть задан по одной схеме (например, при поступательном движении толкателя с плоской контактной поверхностью), а в самом МГР ДВС реализована другая кинематическая схема (например, тот же кулачок работает в паре с рычажным толкателем, имеющим цилиндрическую поверхность контакта). Пересчёт характеристик также необходим для изготовления и контроля профиля кулачка, так как схема технологического процесса обработки профиля кулачка, как правило, также отлична от кинематической схемы, применённой в МГР ДВС.

В связи с этим в ходе настоящего исследования была поставлена задача разработки методов и соответствующих элементов программного комплекса для ЭВМ, позволяющих рассчитывать требуемые характеристики МГР ДВС и выполнять упомянутые выше пересчёты их для различных кинематических схем.

Для получения характеристик скорости и ускорения толкателя (или их аналогов) исходя из таблично заданных значений его перемещения использована методика двукратного численного дифференцирования со сглаживанием. Следует отметить, что шаг по углу поворота кулачка приводимых в исходной таблице значений перемещения толкателя зачастую бывает чрезмерно большим для численного дифференцирования. Поэтому на первом этапе предусмотрено интерполирование функции с помощью интерполяционного процесса Эйткена-Лагранжа [2]. При этом используемая подпрограмма вычисляет значение Y однозначной функции $y(x)$ для заданного значения X её аргумента по заданной таблице x_j, y_j ($j=1, 2, \dots, n$) соответствующих значений аргумента и функции. В этом случае шаг задаваемых значений X и получаемых Y может быть достаточно малым.

Первым приближением Y_1 вычисляемого значения Y является значение интерполируемой функции в ближайшем к X узле интерполяции x_1 , то есть $Y_1 = y(x_1) = y_1$. В качестве более точных приближений используются последовательно вычисляемые значения

$L_k(X)$ интерполяционных многочленов Лагранжа, степень которых возрастает на каждом новом шаге интерполяции. При этом вычисления производятся по известной интерполяционной треугольной схеме Эйткена. Интерполяционный процесс прекращается при выполнении, как правило, следующего условия: абсолютное значение разности между двумя последовательными интерполяционными значениями меньше заданного ε , то есть достигается заданная точность итерации.

Выбор ближайших к заданному X значений аргумента (угла поворота кулачка) и функции (перемещения толкателя) из исходной таблицы осуществляется на основе использования подпрограммы упорядочения массивов. По заданному значению X аргумента функции $y(x)$ и заданной таблице x_j, y_j ($j=1, 2, \dots, n$) значений функции и её аргумента формируются массивы значений x_i, y_i ($i=1, 2, \dots, n$), упорядоченные таким образом, чтобы модули разности $|x - x_i|$ возрастали при росте индекса i :

$$|X - x_i| \geq |X - x_k|, \text{ если } i > k. \quad (1)$$

Следующим этапом расчёта характеристик скорости и ускорения толкателя является дифференцирование функции его перемещения, заданной таблицей значений в равноотстоящих точках по формулам Лагранжа с пятью узлами. Используемая подпрограмма позволяет для функции, заданной множеством y_1, y_2, \dots, y_m её значений y_k с шагом изменения аргумента (угла поворота кулачка) $h = x_k - x_{k-1}$ ($k=2, \dots, m$), вычислить множество z_1, z_2, \dots, z_m значений производных в заданных m точках. Для вычисления значений производных используется интерполяционный многочлен Лагранжа четвёртой степени, построенный по пяти последовательным точкам x_{k+p}, y_{k+p} , ($p=-2, -1, 0, 1, 2$). Искомые значения производной вычисляются по известным формулам [2].

Как уже отмечалось, операция численного дифференцирования не является достаточно устойчивой и приводит к некоторому разбросу результатов. В связи с этим, как показывают многочисленные расчёты, целесообразно после каждой процедуры численного дифференцирования проводить двукратное сглаживание. Для этой цели используется специальная подпрограмма сглаживания функции, заданной таблицей значений в равноотстоящих точках, с помощью многочлена первой степени, построенного по трём последовательным точкам методом наименьших квадратов. Эта подпрограмма вычисляет множество y_1, y_2, \dots, y_m сглаженных значений функции $z(x)$, заданной

множеством z_1, z_2, \dots, z_m её значений в m равноотстоящих точках с шагом $h = x_k - x_{k-1}$ ($k = 2, \dots, m$).

Таким образом, применяя разработанные методы и программный комплекс, можно вычислить характеристики скорости и ускорения толкателя (либо их аналогов) на основе таблично заданных значений его перемещения

Список литературы:

1. Бахрачева Ю.С. Оперативная оценка склонности материалов к хрупкому разрушению при статическом и циклическом нагружении: Дисс. канд. техн. наук / Ю.С. Бахрачева. – Великий Новгород. – 2004. – 126 с.
2. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. – М.: Наука, – 1966. – Т. 1. – 632 с.
3. Васильев А.В., Бахрачёва Ю.С., Каборе У. Профилирование высокоэффективных кулачков газораспределения двигателей внутреннего сгорания // Вестник Волгоградского государственного университета: Научно-теоретический журнал. Серия 10 «Инновационная деятельность». № 2 (9). / ВолГУ. – Волгоград, 2013. – С. 96–102.
4. Васильев А.В., Григорьев Е.А. Обобщённый численный метод профилирования кулачков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1999. – № 2. – С. 15–18.
5. Васильев А.В., Григорьев Е.А. Численный метод профилирования кулачка // Инженерный журнал. Справочник. – 2001. – № 10. – С. 26–30.
6. Григорьев Е.А., Васильев А.В., Долгов К.О. Влияние числа и расположения цилиндров и кривошипов на уравновешенность и массогабаритные показатели двигателей // Двигателестроение. – 2004. – № 3. – С. 13–15.
7. Корчемный Л.В. Механизм газораспределения автомобильного двигателя: Кинематика и динамика. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1981. – 191 с.
8. Медведев Р.С. Постановка железнодорожного пути в проектное положение с применением координатного способа при организации высокоскоростного движения/Р.С. Медведев, Ю.С. Бахрачева // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10: Инновационная деятельность. – 2013. – № 1 (8). – С. 88–93.
9. Патент Российской Федерации № 1740711, 5F 01 L 1/08. - Кулачок привода клапана / Е.А. Григорьев, А.В. Васильев. – № 4795185/06; Заявлено 23.02.90; Опубл. 15.06.92, Бюл. № 22. – С. 128.
10. Vasilyev A.V. Valve Cam Design Using Numerical Step-By-Step Method/A.V. Vasilyev, Yu.S. Bakhracheva, O. Kabore//Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10, Инновационная деятельность. – 2014. – № 1. – С. 26–32.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ КОНТУРА НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ МЕТОДОМ УЭЛЧА

Осипов Дмитрий Сергеевич

*канд. техн. наук, доцент кафедры
«Электроснабжение промышленных предприятий»
Омского государственного технического университета,
РФ, г. Омск*

E-mail: ossipovdmitriy@list.ru

Долгих Надежда Николаевна

*аспирант кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»
Омского государственного технического университета,
РФ, г. Омск*

E-mail: nabal2006@list.ru

Горовой Сергей Анатольевич

*студент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»
Омского государственного технического университета,
РФ, г. Омск*

E-mail: serega1593728@mail.ru

DETERMINATION OF THE FREQUENCY OF FREE OSCILLATIONS OF THE CIRCUIT OF ZERO SEQUENCE METHOD WELCH

Dmitriy Osipov

*candidate of Science, assistant professor of Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

Nadezhda Dolgikh

*postgraduate student of Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

Sergey Gorovoy

*student of Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

АННОТАЦИЯ

Способ заземления нейтрали определяет важные характеристики сети 6–35 кВ, такие как надежность, безопасность людей при близком расположении с местом замыкания фазы на землю, уровню изоляции электрооборудования и т. д. Одним из способов увеличить надежность распределительных сетей 6–35 кВ является заземление нейтрали через дугогасящий реактор, главным преимуществом которого является отсутствие необходимости отключения замыкания. Данная статья предлагает использование спектрального оценивания методом Уэлча для определения частоты свободных колебаний напряжения нулевой последовательности.

ABSTRACT

Neutral grounding mode defines such important characteristics of a 6–35 kV network as service reliability, safety of people being close to the line-to-earth fault, insulation level of electrical equipment etc. One of the ways to increase reliability of 6–35 kV distribution networks operation is neutral grounding with a Petersen Coil, its main operation advantage being continuous duty under line-to-earth fault without causing any outage for customers. This paper shows an approach based on Welch method of spectral density estimation of a random signal of zero phase sequence voltage.

Ключевые слова: заземление нейтрали; напряжение нулевой последовательности; метод Уэлча.

Keywords: neutral grounding; zero phase sequence voltage; Welch method.

Для компенсации ёмкостного тока замыкания на землю и замедления восстановления напряжения на поврежденной фазе после обрыва дуги применяют дугогасящие реакторы (ДГР), подключаемые при помощи специальных трансформаторов со схемой соединения звезда-треугольник [1]. Индуктивность ДГР должна быть подобрана таким образом, чтобы величина расстройки компенсации ν стремилась к нулю:

$$\nu = 1 - \frac{I_L}{I_C} \quad (1)$$

где: I_L – индуктивная составляющая тока, А

I_C – ёмкостный ток замыкания на землю, А

Режимы работы систем электроснабжения не являются стационарными. В процессе эксплуатации изменяется режим работы узлов нагрузок, изменяется конфигурация сети в результате плановых или аварийных переключений. Как следствие – происходит изменение величины ёмкостного тока сети, входящего в формулу (1). Для точной настройки ДГР и поддержания заданного уровня расстройки компенсации на практике применяются автоматические регуляторы.

Устройства автоматики ДГР по принципу действия условно можно разделить следующие категории [2]:

- **экстремальный** – по характеру достижения напряжения нулевой последовательности $3U_0$ на нейтрали максимума при резонансе;

- **фазовый** – по изменению угла напряжения $3U_0$ относительно опорного сигнала;

- способ **введения постороннего воздействия** на контур нулевой последовательности (КНП) сети и оценке его реакции;

Различные типы применяемых в электрических сетях России устройств автоматического регулирования, устанавливаемых на плунжерных реакторах и реакторах с подмагничиванием представлен в обзоре [3]. Автор приходит к выводу: «наиболее перспективным режимом заземления нейтрали в сетях 6–35 кВ является режим заземления через специальные плунжерные дугогасящие реакторы с дополнительной вторичной обмоткой для подключения резистора и микропроцессорными автоматическими регуляторами».

Метод управления ДГР на основании определения частоты колебаний свободной составляющей $\omega_{св}$ контура нулевой последовательности [4] реализован в терминалах автоматики ДГР типа «Бреслер». Частота колебаний $\omega_{св}$ и затухание δ определяются только искомыми параметрами (R,L,C) и не зависят от причин, вызвавших эти колебания. Уравнение для напряжения свободных колебаний можно записать в виде:

$$U_{0,св} = Ae^{-\delta \cdot t} \cdot \sin(\omega_{св} t) \quad (2)$$

Таким образом, возникает задача разработки методов определения частоты колебаний контура нулевой последовательности. Но при этом напряжение U_0 искажено большим уровнем высших гармоник. Гармонический состав тока ОЗЗ [5] в значительной мере определяется гармоническим составом фазных напряжений в сети. Источниками ВГ в напряжении кабельных сетей 6–10 кВ являются

нелинейные нагрузки, высоковольтные частотно-регулируемые электроприводы, питающая система. Дополнительным источником ВГ является также ДГР. В работе [5] на основании имитационного моделирования проведена оценка нестабильности уровня высших гармоник в токах замыкания на землю. Авторы отмечают: «наибольшие колебания уровня ВГ следует ожидать в компенсированных сетях 6–10 кВ систем электроснабжения промышленных предприятий, работающих по сменному суточному графику с выходными днями, значительную долю нагрузки которых составляют неуправляемые вентильные преобразователи и электротермические установки» [5].

Значение напряжения контура нулевой последовательности при учёте искажений высшими гармониками является случайной величиной. При анализе нестационарных процессов с применением преобразования Фурье возникает эффект «растекания спектра» (рисунок 1), т. е. вместо узкого пика получается сложный спектр, в котором в общем случае могут содержаться все возможные частоты. Причина растекания спектра состоит в том, что ДПФ неявно подразумевает периодическое продолжение анализируемого фрагмента сигнала. Если на рассматриваемом промежутке укладывается целое число периодов синусоиды (это эквивалентно условию совпадения ее частоты с одной из частот анализа), периодически продолженный сигнал также будет непрерывной синусоидой, в спектре которой содержится единственная частота. Если же число периодов на интервале анализа не является целым, при периодическом продолжении сигнала непрерывность синусоиды окажется нарушенной и спектр «растечется» [6]. Поэтому в чистом виде преобразование Фурье для определения частоты сигнала не применимо.

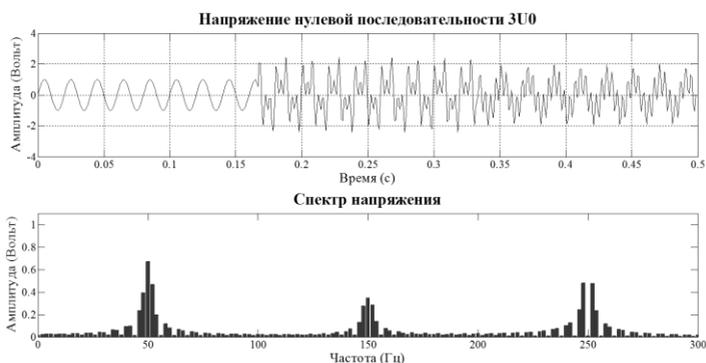


Рисунок 1. Эффект «растекания спектра» при анализе нестационарных сигналов

Необходимо использовать методы спектрального оценивания, разработанные для случайных величин.

В нашем случае напряжение контура нулевой последовательности представлено дискретной последовательностью $u[0], u[1], \dots, u[N-1]$ на рассматриваемом интервале времени $T_k = (2N+1)T$, где N — целое число. Для случайной величины корректно говорить не о спектре сигнала, а о спектральной плотности мощности, которая для дискретного сигнала может быть определена:

$$S_x(\bar{\omega}) = \lim_{N \rightarrow \infty} E \left\{ \frac{1}{2N+1} \left| \sum_{n=-N}^N u[n] e^{-in\bar{\omega}} \right|^2 \right\} \quad (3)$$

где: $\bar{\omega} = \omega T$ — безразмерная круговая частота, или циклическая частота f , нормированная посредством частоты дискретизации f_d

$$\bar{\omega} = 2\pi f / f_d \quad (4)$$

$$f_d = 1/T \quad (5)$$

Для статистической оценки неизвестной спектральной плотности мощности исследуемого сигнала напряжения контура нулевой последовательности может быть использована периодограмма случайного сигнала $\tilde{S}_u(\bar{\omega})$. Функция $\tilde{S}_u(\bar{\omega})$ при каждой фиксированной частоте $\bar{\omega}$ также является случайной величиной, подверженной некоторому неконтролируемому разбросу при переходе от одной реализации к другой. Для построения периодограмм в цифровой обработке сигналов применяется большое количество методов спектрального оценивания. В данной работе предлагается использовать метод Уэлча [7].

Метод Уэлча, являясь модифицированным методом Барлетта, дает оценку энергетического спектра. Модификация заключается в том, что исходную последовательность величин, в нашем случае дискретных отсчетов напряжения $u[0], u[1], \dots, u[N-1]$, разбивать на подпоследовательности (сегменты) $u_i[n]$, которые пересекаются по времени. Далее, перед вычислением периодограммы каждой из последовательностей $u_i[n]$ этот сегмент обрабатывается с помощью

окна данных $\omega[n]$. Перекрытие сегментов обеспечивает увеличение числа усредняемых сегментов при заданной длине исходной записи и тем самым уменьшает дисперсию оценки энергетического спектра. Применение окна за счет незначительного ухудшения разрешения ослабляет влияние боковых лепестков и уменьшает смещение оценок. На основе быстрого преобразования Фурье метод Уэлча обеспечивает эффективную вычислительную процедуру и устраняет главный недостаток периодограмм – чрезмерную изрезанность при длинных сигналах.

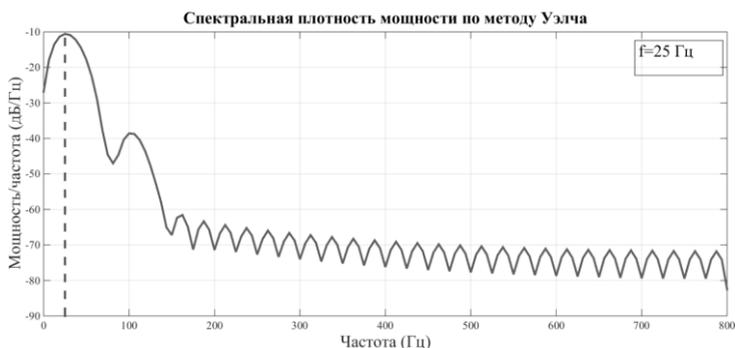


Рисунок 2. Определение частоты свободных колебаний по методу Уэлча

Таким образом, главная цель применения метода Уэлча в данной работе – спектральное оценивание напряжения контура нулевой последовательности, как случайно изменяющейся величины.

Список литературы:

1. Вайнштейн Р.А., Коломиец Н.В., Шестакова В.В. Режимы заземления нейтрали в электрических системах: учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 118 с.
2. Козлов В.Н., Петров М.И., Соловьёв И.В. О способах выполнения автоматики управления ДГР // Релейная защита и автоматизация. – 2012. – № 3. – С. 14–19.
3. Миронов И.А. Проблемы выбора режимов заземления нейтрали в сетях 6–35 кВ // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2006. – № 5. – С. 32–36.
4. Соловьёв И.В., Петров В.С., Петров М.И. Метод автоматического управления плунжерными дугогасящими рекаторами // Вестник Чувашского университета. – 2010. – № 3. – С. 251–259.

5. Применение имитационного моделирования для оценки уровня нестабильности высших гармоник в токе однофазного замыкания на землю в компенсированных кабельных сетях 6–10 кВ / В.А. Шуин, Т.Ю. Винокурова, О.А. Добрягина, Е.С. Шагурина // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2014. – № 6. – С. 31–38.
6. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов //СПб: ПИТЕР. – 2002.
7. Шахтарин Б.И., Ковригин В.А. Методы спектрального оценивания случайных процессов. – М.: Гелиос АРВ, 2005. – 248 с.

**«ОБЗОР МЕТОДОВ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕЙВЛЕТ
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ИСКАЖЕНИЯ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»**

Долгих Надежда Николаевна

*аспирант кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»
Омского государственного технического университета,
РФ, г. Омск
E-mail: nabal2006@list.ru*

Набиуллин Рамиль Анварович

*студент 4 курса бакалавр, кафедра «Электрическая техника»,
Омский государственный технический университет,
РФ, г. Омск
E-mail: tatarenok1992@mail.ru*

Шапоровалов Павел Васильевич

*магистрант 2 курса,
кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий»,
Омский государственный технический университет,
РФ, г. Омск
E-mail: Shapovalov.4444.Pavel@yandex.ru*

Шумская Надежда Владимировна

*магистрант 2 курса,
кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий»,
Омский государственный технический университет,
РФ, г. Омск
E-mail: nadya.shumskaya.1991@mail.ru*

«APPLICATIONS OF WAVELET TRANSFORM FOR ANALYSIS OF POWER QUALITY DISTORTION IN POWER SYSTEMS: A REVIEW»

Nadezhda Dolgikh

*postgraduate student of Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

Ramil Nibiullin

*student of Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

Pavel Shapovalov

*master student of Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

Nadezhda Shumskaya

*master student of Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

АННОТАЦИЯ

Вейвлет преобразование (ВП) является одним из наиболее широко используемых методов для частотно-временного анализа искажений показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения. Этот метод показывает достаточно точные результаты особенно в нестационарных режимах, когда ни частотный подход с применением преобразования Фурье, ни временной подход с использованием мгновенных значений не дают приемлемых результатов. Эта статья представляет библиографический обзор применения ВП для измерения и анализа искажения высшими гармониками в системах электроснабжения. Численный эксперимент проведен с применением программы MATLAB, где показано разложение сигнала тока на основную частотную компоненту и высшие гармоники.

ABSTRACT

Wavelet transform (WT) is one of most useful digital signal processing tools for time frequency analysis of power quality disturbances in power systems. This approach is especially true in case of non-stationary distorted waveforms, where neither a frequency-domain-based approach using fast Fourier transform tools nor a time-domain-based approach using real-time data give satisfactory results. This paper presents a bibliographic

review of applications of WT's in the measurement and analysis of harmonic distortion in power systems. By experiment analysis of simulation software MATLAB is shown decomposition the electric current signal into fundamental wave and higher harmonic.

Ключевые слова: вейвлет преобразование; качество электро-энергии; высшие гармоники.

Keywords: wavelet transform; power quality; higher harmonics.

Вейвлет-преобразование дает частотно-временное описание, но в отличие от преобразования Фурье используются функции, локализованные по времени. «В результате, вейвлет-преобразование дает лучшую, чем преобразование Фурье, возможность рассмотреть высокочастотные явления с коротким сроком жизни» [3, с. 30], такие как импульсные перенапряжения.

«Вейвлет-преобразование одномерного сигнала состоит в его разложении по базису, сконструированному из обладающей определёнными свойствами солитоноподобной функции (вейвлета) посредством масштабных изменений и переносов» [2, с. 1145]. Такие функции определяются, как масштабирующая и вейвлет-функция и между собой они связаны низкочастотными (НЧ) и высокочастотными (ВЧ) фильтрами. Разложение сигнала в различных частотных диапазонах получается путем последовательной фильтрации НЧ и ВЧ временной области сигнала. Алгоритм ДВП может быть реализован на основании теории кратно-масштабного анализа (КМА), так исходный сигнал S раскладывается на аппроксимирующие и детализирующие компоненты. На рисунке 1 изображена структура вейвлет-преобразования сигнала [4, с. 123]. cA_i обозначает вектор аппроксимирующих коэффициентов, а cD_i – вектор детализирующих коэффициентов на i -м уровне.

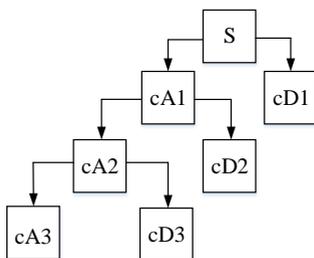


Рисунок 1. Разложение на 4 уровня, используя ДВП

Обзор зарубежного опыта применения вейвлет-преобразования в электроэнергетических системах (ЭЭС) выявил наиболее популярные направления: «анализ качества электрической энергии в узлах нагрузки ЭЭС; диагностирование электрооборудования; анализ различных переходных процессов в ЭЭС; релейная защита и автоматика ЭЭС» [6, с. 8].

Для идентификации искажений электроэнергетических сигналов на основании объединения теории вейвлетов и теории нейронных сетей предложен метод [1] с использованием двенадцати нейронных сетей, что позволяет достичь высокой точности. Автор применяет несколько нейронных сетей, а для принятия решения о типе искажения предложена схема голосования, что повышает степень достоверности.

Вейвлет преобразование находит все более широкое применение для моделирования и анализа нестационарных режимов в системах электроснабжения. Дуговые сталеплавильные печи (ДСП) являются мощным источником высших гармоник и имеют динамическую вольтамперную характеристику в зависимости от периодов плавки [5]. Для моделирования режима работы ДСП автором разработан «алгоритм, позволяющий фиксировать локальный характер изменения сигнала за счет адаптации вейвлета Морле к масштабу анализа» [5, с. 145].

На основании спектрограммы непрерывного вейвлет-преобразования предложено выявлять возникновение витковых замыканий ротора синхронного генератора [7]. В качестве признаков замыкания используется «отклонение от синусоиды вейвлет-коэффициентов масштабов, близких к масштабу основной гармоники» [7, с. 92].

Для постановки численного эксперимента воспользуемся программным пакетом MATLAB Wavelet Toolbox, представляющего собой «графическую оболочку, специально разработанную для определённого раздела вейвлет-анализа сигналов и изображений и для изучения вейвлетов» [8, с. 248]. Для модельного сигнала тока, заданного функцией (рисунок 1):

$$i(t) = \begin{cases} \sin(\omega t), & 0 \leq t < 0,1 \\ \sin(\omega t) + 0,2 \sin\left(3\omega t - \frac{\pi}{6}\right), & 0,1 \leq t < 0,25 \\ \sin(\omega t) + 0,2 \sin\left(3\omega t - \frac{\pi}{6}\right) + 0,1 \sin\left(5\omega t + \frac{\pi}{4}\right), & 0,25 \leq t < 0,4 \end{cases} \quad (1)$$

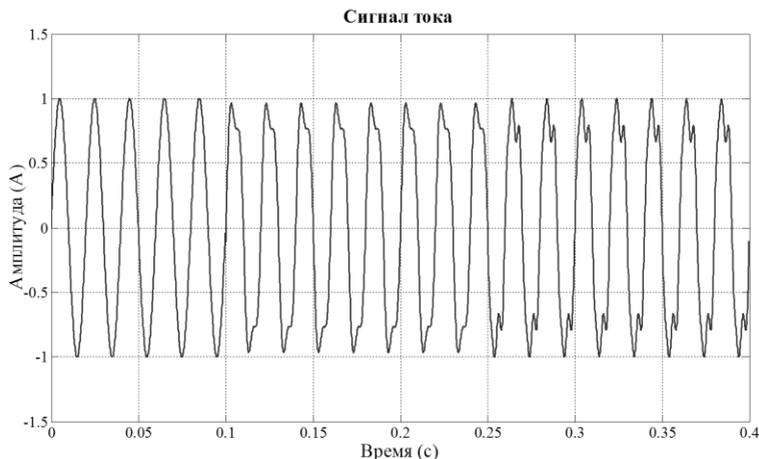


Рисунок 1. Модельный сигнал тока для численных экспериментов

Определим действующее значение тока на исследуемом интервале времени. Отметим, что действующим значением синусоидально-изменяющейся величины (тока, напряжения, ЭДС) называется величина, определяемая по мгновенным значениям как:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} \quad (2)$$

если функция тока $i(t)$ задана набором дискретных значений с частотой дискретизации f_d

$$f_d = \frac{N}{T} \quad (3)$$

где: T – исследуемый период времени,
 N – количество точек отсчета

то действующее значение тока может быть определено по формуле

$$I = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N i_k^2} \quad (4)$$

Вследствие теоремы Парсеваля для вейвлет-преобразования выполняется равенство [2]:

$$\int i_1(t) i_2^*(t) dt = C_{\psi}^{-1} \iint W_1(a, b) W_2^*(a, b) \frac{dad b}{a^2} \quad (5)$$

откуда следует, что «энергия (или дисперсия) коэффициентов вейвлет преобразования $E_W(a)$ пропорциональна дисперсии анализируемых данных и дает распределение энергии процесса по масштабам» [2, с. 1170]. Данное утверждение позволяет нам в численном эксперименте получить для функции, представленной вейвлет коэффициентами:

$$i(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} i_{j,k}^A \phi_{j,k}(t) + \sum_{j=J}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} i_{j,k}^D \psi_{j,k}(t) \quad (6)$$

получить значение действующего значения тока для заданного нестационарного режима через $i_{j,k}^A$ и детализирующие $i_{j,k}^D$ вейвлет коэффициенты по формуле:

$$I = N^{-\frac{1}{2}} \sqrt{\sum_{k=0}^{k_m} (i_{j,k}^A)^2 + \sum_{j=1}^J \sum_{k=0}^{k_m} (i_{j,k}^D)^2} \quad (7)$$

Для устранения краевых эффектов при недостаточной длине реализации необходимо использовать функцию периодизации. В MATLAB существуют следующие типы увеличения длины реализации [8]:

- `sym` – симметрирование данных
- `zpd` – дополнение данных нулями
- `per` – периодическое продолжение данных
- `spd` – интерполяция первого порядка

На основании численных экспериментов в вводная таблице, представлена зависимость точности вычисления действующего значения анализируемого сигнала тока, представленного на рисунке 1, от различных способов увеличения длины реализации.

Таблица 1.
Действующее значение тока

	Аналитический расчет	Расчет по вейвлет коэффициентам вейвлета Добеши 10 (db10) при способах увеличения длины реализации данных			
		spd	sym	Per	Zpd
Действующее значение тока I , А	0,7189	0,8731	0,7219	0,7189	0,7189
Погрешность, %	–	21,4	0,4	$3,4 \cdot 10^{-11}$	$3,3 \cdot 10^{-11}$

В результате проведенного численного эксперимента можно сделать вывод: для расчета действующих значений синусоидально изменяющихся электрических величин (токов, напряжений, ЭДС) возможно применение вейвлет преобразования при способах увеличения длины реализации данных путём добавления нулей или периодическим продолжением.

Список литературы:

1. Аббакумов А.А. Разработка методики и алгоритмов идентификации отклонений от нормативов параметров качества электроэнергии в системах электроснабжения: дис. ... канд. техн. наук. – Саранск: Мордовский гос. ун-т им. Н.П. Огарева, 2005. – 180 с.
2. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения // УФН. – 1996. – Т. 166 – № 11. – С. 1145–1170.
3. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам// НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика» – Ижевск:, 2001. – 464 с.
4. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. – М.: Солон-Р, 2002. – 448 с.
5. Карпенко С.В. Математическое моделирование нестационарных электрических процессов в электротехнических системах на основе численных методов вейвлет-анализа: дис. ... канд. техн. наук. – Новокузнецк, 2006. – 164 с.
6. Мисриханов А.М. Применение методов вейвлет-преобразования в электроэнергетике // Автоматика и телемеханика. – 2006. – № 5. – С. 5–23.
7. Полищук В.И. Хамухин А.А. Выявление витковых замыканий обмотки ротора синхронного генератора на основе вейвлет-анализа магнитных потоков рассеяния // Известия Томского Политехнического Университета. – 2013. – № 5. – С. 85–93.
8. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов // Вейвлеты в MATLAB. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 304 с.

СЕКЦИЯ 3.

АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

СПОСОБ УДЕШЕВЛЕНИЯ ПУСКОВ СЕМЕЙСТВА РН «АНГАРА» ПУТЁМ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ

Сейдагалиев Марат Какимжанович

*студент 4 курса кафедры «Конструкция и испытания
летательных аппаратов» филиала «Восход» МАИ,
РФ, г. Байконур
E-mail: mkc9494@gmail.com*

Абильдаева Кенжегуль Жалгасбаевна

*старший преподаватель кафедры Б11 – «Конструкция и испытание
летательных аппаратов» филиала «Восход» МАИ,
РФ, г. Байконур*

Генаев Роман Владимирович

*студент 4 курса кафедры «Конструкция и испытания
летательных аппаратов» филиала «Восход» МАИ,
РФ, г. Байконур*

A METHOD TO REDUCE THE LAUNCH COST OF THE "ANGARA" LAUNCH VEHICLE SERIES BY REUSABLE FIRST-STAGE ENGINE

Marat Seydagaliev

*4th year student of the department "Design and testing of aircraft"
branch "Voskhod" of MAI,
Russia, Baikonur*

Kenzhegul Abildaeva

*senior Lecturer of Department B11 – "Design and test of aircraft"
branch "Voskhod" of MAI,
Russia, Baikonur.*

Roman Genaev

*4th year student of the department "Design and testing of aircraft"
branch "Voskhod" of MAI,
Russia, Baikonur*

АННОТАЦИЯ

В данной работе предлагается способ удешевления пусков ракета-носителей (РН) семейства «Ангара» путем спасения и дальнейшего использования двигателя (двигателей) первой ступени. В сравнении с аналогами система спасения двигателя отличается дешевизной разработки и внедрения. Использование подобной системы существенно снизит стоимость пусков РН.

ABSTRACT

This project deals with the way of reducing launch cost of the angara launch vehicle series by recovering and reusing of the first stage engine (engines). In comparison with similar systems, recovery system differs cheapness of development and implementation.

Ключевые слова: Ракета-носитель (РН); двигательная установка (ДУ); хвостовой отсек (ХО); система парашютирования; система мягкой посадки; демпфирующая подушка; тормозной твердотопливный реактивный двигатель.

Keywords: launch vehicle; tail section; parachuting system; soft landing system; airbag; breaking solid-propellant engine.

Двигательная установка (ДУ) первой ступени является одной из самых дорогостоящих элементов РН. РД-191 – ДУ универсального

ракетного модуля (УРМ-1), используемого в РН «Ангара», является многоразовым и рассчитан на 15–20 циклов применения [1, с. 35].

Рассмотрим более детально каждый из этапов работы системы.

1. Разделение ХО от УРМ.

В результате свободного падения в разреженной атмосфере хвостовой отсек (ХО) будет ускоряться и нельзя допустить что бы скорость ХО превысила скорость критического наполнения парашюта ($V_{0к}$), в противном случае парашюты не смогут раскрыться из-за слишком высокой скорости падения [2, с. 124]. Вследствие этого предлагается производить процесс отделения от ступени в плотных слоях атмосферы. Это объясняется тем что ступень в целом имеет большой мидель, а значит и сопротивление, что снизит скорость падения тела (ускорения) которая будет удовлетворять выражению:

$$V_{п} \geq V_{0к} \quad (1)$$

где: $V_{п}$ — скорость падения ХО

Процесс разделения ХО от ступени предполагается осуществить путем применения пиротехнических устройств (ПУ).

Разрыв бака будет осуществляться с использованием пиротехнического устройства расположенного по периметру обшивки на стыке хвостового и бакового отсека (рисунок 1). Расположение может быть, как с внешней, так и с внутренней стороны (в случае высокого аэродинамического нагрева со стороны набегающего потока).

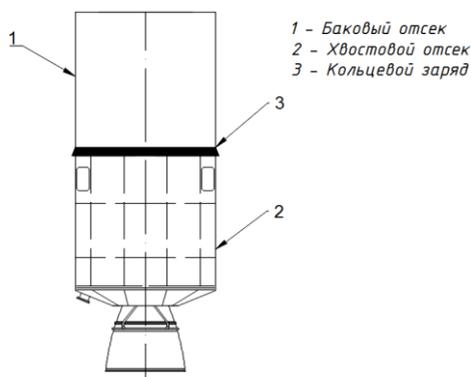


Рисунок 1. Схема расположения пиротехнического устройства

2. Парашютирование ХО

Систему парашютирования предлагается размещать возле рамы, либо встроить в обтекатели, которые могут быть одновременно стабилизаторами. В первом случае необходимо экранировать систему от исходящего от камеры сгорания маршевого двигателя теплового потока (рабочая температура ткани парашютов лежит в диапазоне от -50 до 50 °С). Охлаждение их возможно от магистрали горючего РГ-1, заправляемого в РН с температурой -20 °С, на активном участке траектории. Во втором случае парашютные системы, закрытые обтекателями, находятся с внешней стороны нижней части баков «Г» 1-й ступени и выполняют функции стабилизаторов. В обоих случаях применяются три парашюта, распложенные под углом 120°. Отделившаяся часть УРМ-1 с хвостовым отсеком будет снижаться на небольших парашютах и приземлятся соплом вверх, за счет сильного смещения центра масс к раме. В полете свободно падающий хвостовой отсек после срабатывания обтекателей и раскрытия парашютов самостоятельно развернется и примет необходимую для приземления ориентацию соплом вверх, что не позволит повредить сопло ДУ [3, с. 47].

Площадь миделя парашютов (f_{Γ}) определяется выражением:

$$f_{\Gamma} = \frac{2G_{\Gamma}}{\rho V^2 C_{\text{п}} - 12\rho_s} \quad (2)$$

где: V – скорость падения тела;

ρ – массовая плотность среды;

$C_{\text{п}}$ – коэффициент лобового сопротивления

ρ_s – поверхностная плотность парашютов

G_{Γ} – вес ХО

По формуле (2) вычислим массу парашютной системы в зависимости от скорости приземления, задав параметры парашюта и атмосферы.

$C_{\text{п}}=0,9$

$\rho_s=0,13 \text{ кг/м}^2$

$\rho=0,11 \text{ кгс}\cdot\text{с}^2/\text{м}^4$

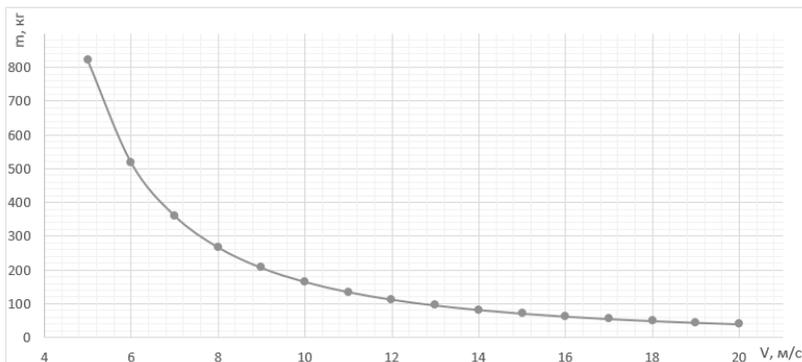


Рисунок 2. График зависимости массы парашютной системы от скорости приземления

Проанализировав результаты, можно сделать вывод что массовые характеристики парашютов зависят от типа материала и формы купола. Как следствие параметры парашюта необходимо подобрать таким образом, чтобы обеспечить минимальную массу и оптимальную скорость приземления (зависит от системы демпфирования).

3. Приземление

Процесс приземления требует серьезной проработки, так как необходимо погасить кинетическую энергию тела массой 2,5...3 т движущегося со скоростью ориентировочно 5... 12 м/с (около 155 КДж).

Предлагается применить следующие системы посадки:

Система мягкой посадки с использованием мягких подушек.

Подобные системы демпфирования хорошо себя зарекомендовали при десантировании тяжелой техники и применялась в программе беспилотного носителя К-1 [5, с. 172]. Такая система имеет относительно небольшие габариты, и малый вес.

При высокой упругости подушки возможен отскок тела от поверхности, чтобы это предотвратить, необходимо подобрать подушку такой формы, при которой даже завалившись на бок, ХО остался бы в сохранности.

Выполнялось бы равенство (рисунок 3):

$$H=R-d/2 \quad (3)$$

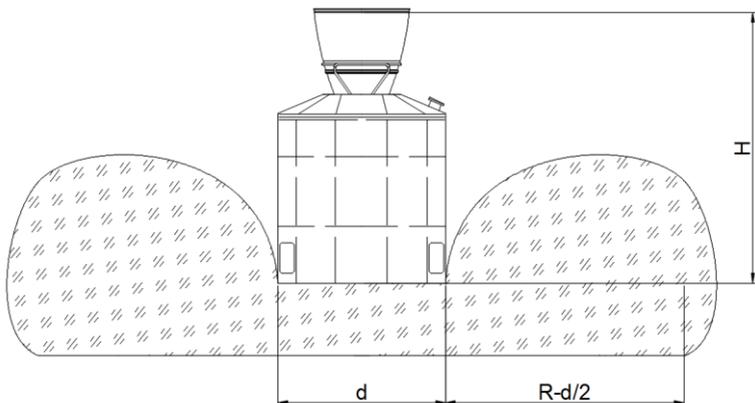


Рисунок 3. Геометрические характеристики подушки

При $h=5$ м и $d=2$ м (габариты ХО УРМ-1) из выражения 3 получим радиус подушки

$$R = h+d/2$$

$$R = 6 \text{ м}$$

Надув подушки может осуществляться посредством встречного потока воздуха, при этом давление в подушке можно вычислить, используя закон Бернулли:

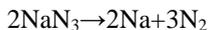
$$P_{\Pi} = \frac{V_{\text{пр}}^2 * \rho}{2} + P_{\text{АТМ}} \quad (4)$$

где: P_{Π} – Давление в подушке
 $V_{\text{пр}}$ – Скорость приземления ХО
 ρ – Плотность воздуха
 $P_{\text{АТМ}}$ – Атмосферное давление

$$P_{\Pi} = 1,2 * \frac{100}{2} + 10^5 = 101,325 * 10^3 \text{ Па}$$

Полученное по формуле 3Б значение давления едва превышает давление в 101 Мпа. Низкое давление в подушке можно скомпенсировать большей высотой подушки.

Так же надув можно получить, используя пиропатроны на основе азиды натрия:



Азид натрия разлагается в результате силового воздействия с образованием азота, которым можно надуть подушку до высокого давления.

Система мягкой посадки с использованием твёрдотопливного двигателя.

Основной частью реактивного тормозителя является двигатель, в котором происходит сгорание топлива и из сопла которого истекают продукты сгорания с большой скоростью. Струя истекающих газов создает реактивную силу, которая и используется в качестве силы торможения снижающегося на парашюте тела. Примерная схема парашютной системы с реактивным тормозителем показана на рисунке 4.

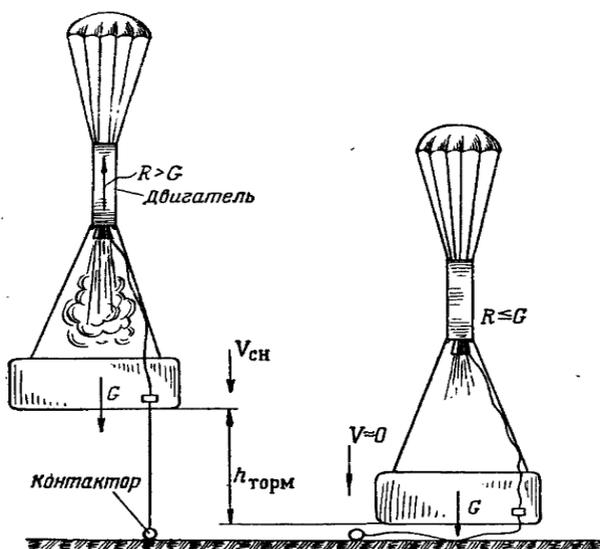


Рисунок 4. Парашютная система с ТТД

В момент касания контактором земли включается двигатель с тягой $R \geq G$. С этого момента на пути торможения реактивная сила R будет гасить скорость системы от $V_{сн}$ до $V=0$ [2, с. 200].

На пути торможения $h_{торм}$ реактивный двигатель поглощает энергию ХО, спускающегося на парашюте.

$$Rh_{\text{торм}} = \frac{m(V_{\text{сн}}^2 + V^2)}{2} + Gh_{\text{торм}} \quad (5)$$

Из условий обеспечения заданной перегрузки торможения n_y тяга двигателя не должна превышать

$$R \leq n_y G \quad (6)$$

Заключение

Повторное использование отработавших двигателей первой ступени несет в себе огромный экономический потенциал. Реализация системы спасения ДУ, в отличие от проекта «Байкал», является относительно не сложной задачей. При этом нет необходимости вносить серьезные изменения в конструкцию ракеты. Потери по полезной нагрузке оправдаются при очередном использовании двигателей.

Система спасения отличается конструктивной простотой, что значительно повышает её надежность. При необходимости есть возможность быстрого демонтажа системы, что безусловно является преимуществом.

На сегодняшний день, при нынешнем уровне технологий, подобная система является наиболее актуальной и может занимать промежуточное положение между одноразовыми РН и полностью многоразовыми РКС.

Список литературы:

1. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели: учеб. для вузов. – М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2006. – 269 с.
2. Лобанов Н.А. Основы расчета и конструирования парашютов: учеб. для вузов. – М.: Машиностроение, 1965. – 200 с.
3. Сейдагалиев М.К. Система спасения двигателя первой ступени ракетаносителей // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации. – 2015. – № 2. – С. 46–48.
4. Уманский С.П. Ракеты- носители. Космодромы: учеб. для вузов. – М.: Рестарт, 2001. – 172 с.

ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЕОИДА НА ТЕРРИТОРИЮ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ, КАЗАХСТАН

Шоганбекова Дания Асыгатовна

*PhD докторант,
Казахского национального исследовательского технического
университета имени К.И. Сатпаева,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: inerbayeva@mok.kz*

GRAVIMETRIC GEOID MODEL OVER TERRITORY OF KARAGANDA REGION, KAZAKHSTAN

Daniya Shoganbekova

*PhD student of the Kazakh National Technical Research university
named of K.I. Satpayev,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты вычисления и 3D моделирования локальной гравиметрической модели геоида Карагандинской области Республики Казахстан. Модель гравиметрического геоида рассчитана по сетке 5' x 5' с использованием наземных гравиметрических пунктов. Длинноволновые компоненты модели геоида определены по данным геопотенциала глобальной гравитационной модели EIGEN-6C4, а коротковолновые – из наземных гравиметрических измерений по модифицированной формуле Стокса. Оценка точности показала, что среднеквадратическая ошибка определения абсолютных значений высот геоида составляет 10 см.

ABSTRACT

The results of the calculations and 3D simulation of the local gravimetric geoid model of the Karaganda region of Kazakhstan are given. Gravimetric geoid model is modelled on a grid 5' x 5' by using terrestrial gravity points. The long-wavelength components of the geoid model determined according to the gravity of the global geopotential model EIGEN-6C4, and shortwave – from land-based gravity measurements using a modified Stokes formula. Accuracy estimation showed that the mean square error in determining the absolute values of the geoid height is 10 cm.

Ключевые слова: геоид; модификация формулы Стокса; Караганда.
Keywords: geoid; modification of Stokes formula; Karaganda.

Введение. На сегодняшний день замена геометрического нивелирования методом определения нормальных высот по геодезическим высотам, полученных из спутниковых измерений, является одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед геодезическим производством. Решение данной задачи сводится к использованию модели высот геоида над эллипсоидом WGS–84. Преобразование геодезических высот в нормальные можно выразить через известную формулу [6]:

$$H = h - N \quad (1)$$

где: H – нормальная высота;

h – геодезическая высота;

N – высота геоида над эллипсоидом.

По определению, геоид представляет собой эквипотенциальную (уровненную) поверхность гравитационного геопотенциала, совпадающую с поверхностью Мирового океана в невозмущенном состоянии.

Данная статья посвящена результатам построения модели высот гравиметрического геоида, которая могла бы быть распространена на территорию Карагандинской области, и по точности могла бы достигать уровня, сопоставимого с точностью геометрического нивелирования III–IV классов.

Методы исследования. Для расчета модели гравиметрического геоида была выбрана техника модификации формулы Стокса методом наименьших квадратов, так как он оптимальным образом сочетает в себе различные наборы данных. Кроме того, данный метод позволяет использовать добавочные поправки за рельеф, продолжение вниз, атмосферу и эллипсоидальную форму Земли.

Теоретические и практические аспекты используемого метода главным образом были разработаны профессором Ларс Сьебергом с 1984 года [7]. Этот метод оказался наиболее подходящим для точного определения модели гравиметрического геоида [5]. Техника модификации формулы Стокса методом наименьших квадратов также известна под название КТН-метод (Kungliga Tekniska högskolan). КТН-метод дает хорошие результаты в связи с известным потенциалом ядра модификации методом наименьших квадратов, которое оптимальным способом исправляет ошибки наземных гравиметрических данных, ошибки глобальных гравиметрических моделей и погреш-

ности сокращения. С практической точки зрения, с использованием точных условий добавочных поправок, КТН-метод является точным, простым и вычислительно-эффективным.

Исходные данные. Карагандинская область расположена на территории Республики Казахстан, между 45 и 52 градусами северной широты и 62 и 77 градусами восточной долготы (Рисунок 1).

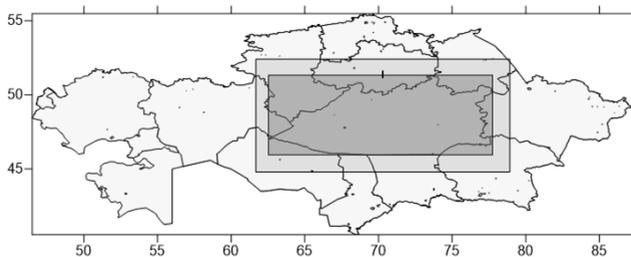


Рисунок 1. Расположение исследуемой территории (выделено жирным прямоугольником). Граница внешнего отступления на фиксированном сферическом расстоянии $\psi = 1^\circ$

Для вычисления гравиметрической модели геоида с разрешением $5' \times 5'$ на территорию Карагандинской области необходим следующий набор данных:

- Наземные гравиметрические данные. Для данного исследования была использована карта гравиметрической съемки, выполненная на всю территорию Республики в масштабе 1:200000. Ошибки интерполяции аномалий в свободном воздухе в сетку с разрешением $5' \times 5'$ между гравиметрическими пунктами не превышают 0,6 мГал.

- Цифровая модель рельефа SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Средние квадратические ошибки высот SRTM оцениваются величинами 2–10 м;

- Глобальная гравитационная модель EIGEN-6C4 – комбинированная глобальная гравитационная модель (ГГМ), которая сочетает в себе данные GOCE, GRACE, Lageos и наземные гравиметрические данные и данные альтиметрии [2; 3];

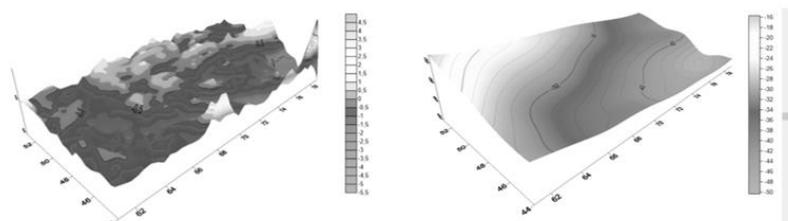
- Точки GPS/Нивелирования для оценки точности – 35 точек, расположенные на участке исследования, с известными ортометрической и нормальной высотами;

Предварительные вычисления и подготовка данных подробнее описана в работах Д. Шоганбековой [2; 3].

Построение гравиметрической модели высот геоида.

Расчет предварительной модели высот геоида. Для повышения эффективности вычисления и визуализации промежуточных данных вычисления процедуру моделирования предварительной модели высот геоида можно разделить на 3 этапа:

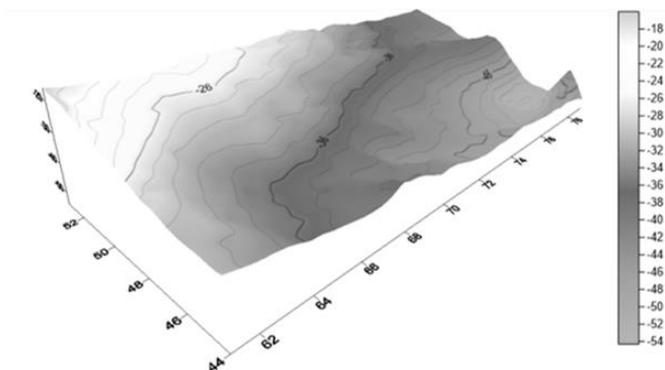
1. вычисление коротковолнового компонента модели \tilde{N}_1 по наземным гравиметрическим данным (Рисунок 2);
2. вычисление длинноволнового компонента \tilde{N}_2 по данным Глобальной гравитационной модели (Рисунок 2);
3. объединение двух компонентов в предварительную модель геоида (Рисунок 3);



*Коротковолновой компонент N_1
изолинии проведены через 0,5 метров*

*Длинноволновой компонент N_2
изолинии проведены через 2 метра*

Рисунок 3. Результаты моделирования компонентов гравиметрического геоида



*Модель гравиметрического геоида без учета поправок N_{approx}
изолинии проведены через 2 метра*

Рисунок 4. Построение модели гравиметрического геоида без учета поправок

Поправочные коэффициенты для предварительной модели гравиметрического геоида. Все поправочные коэффициенты были вычислены согласно методу КТИ [7]. Результаты вычисления представлены на рисунке 4. Окончательная модель геоида была получена путем введения всех полученных поправок в предварительную модель. Полученная модель представлена на рисунке 5.

Оценка точности. Для оценки возможности применения созданной модели KarGM2015. В геодезической практике были использованы материалы экспериментального хода спутникового нивелирования [3]. В ходе этой работы были выполнены спутниковые измерения на пунктах линии нивелирования I класса длиной около 300 км.

В ходе проверки модели линия спутникового нивелирования была разбита на участки протяженностью примерно 50 км. Пункты нивелирования, попавшие на границы участков, были выбраны в качестве исходных пунктов спутникового нивелирования, отметки нормальных высот которых полагались известными и безошибочными. Нормальные высоты остальных пунктов полагались подлежащими определению.

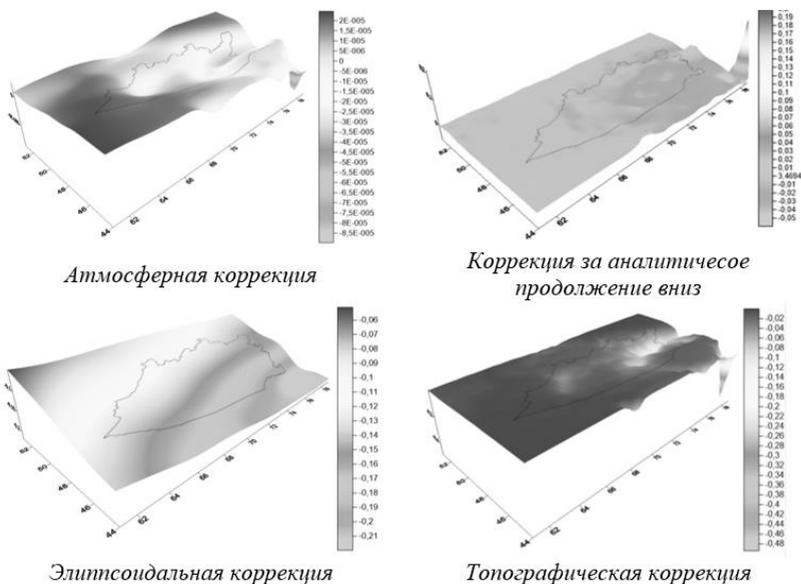


Рисунок 5. Учет поправочных коэффициентов

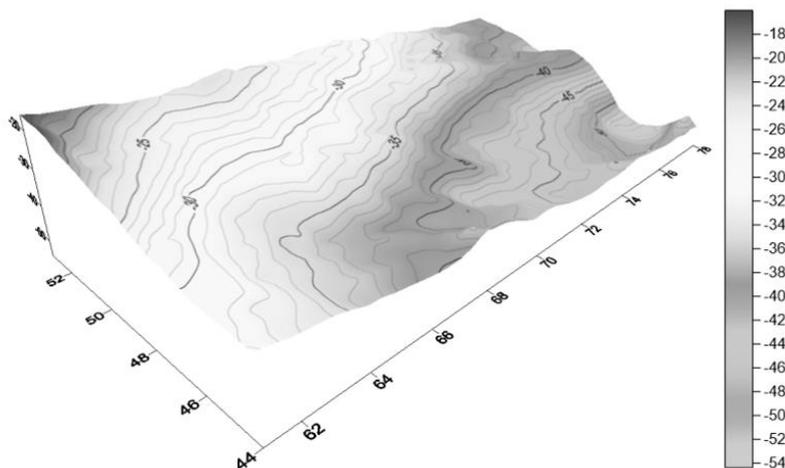


Рисунок 6. Гравиметрическая модель геоида на территорию Карагандинской области изолинии проведены через 1 метр

На первом этапе для всех пунктов были вычислены значения нормальных высот как разность геодезических высот, полученных по спутниковым измерениям, и высот геоида, полученных по модели. На втором этапе для пунктов, выбранных в качестве исходных, были получены невязки между значениями нормальных высот, известных из нивелирования I класса, и вычисленными значениями нормальных высот [3]. Окончательные отметки нормальных высот были получены после распределения невязок на все пункты хода спутникового нивелирования. Невязки распределялись линейно, пропорционально расстоянию от исходных пунктов.

В результате для всех пунктов были вычислены ошибки определения нормальных высот как разности между значениями нормальных высот, полученными с помощью модели высот геоида, и эталонными значениями. Ошибки представлены на рисунке 7. Для наглядности на рисунке 5 также показаны значения ожидаемых среднеквадратических ошибок нивелирования III класса [4].



Рисунок 7. Ошибки определения нормальных высот

Только для одного пункта полученная ошибка превысила среднеквадратическую ошибку нивелирования III класса больше чем в 3 раза. Этот пункт расположен на расстоянии около 100 м от исходного пункта. Поэтому величина 0,057 м для него оказалась недопустимой. Для остальных пунктов разности между вычисленными значениями и эталонными значениями нормальных высот не превышают допустимых требований, предъявляемых к нивелированию III класса. Для большинства пунктов полученные ошибки не превысили значений среднеквадратических ошибок нивелирования III класса [1]. Среднеквадратическое значение из всех ошибок, полученных в результате сравнения, составило 0,037 м.

Заключение. Результатом проведенной исследовательской работы является построенная модель гравиметрического геоида разрешением 5' x 5', названная моделью KarGM2014.

Выполнены исследования точности созданной модели высот геоида. Полученные оценки показали, что среднеквадратическая ошибка определения абсолютных значений высот геоида составляет 10 см. Точность определения превышений высот геоида позволяет использовать модель для выполнения спутникового нивелирования, сопоставимого по точности с геометрическим нивелированием 3–4 классов.

Теория, описанная в данной исследовательской работе является первым шагом на пути к реализации модели геоида Республики Казахстан с точностью до 1 сантиметра.

Список литературы:

1. Мориц Г. Современная физическая геодезия. Пер. с англ. – М.: Недра, 1983. – 392 с.
2. Шоганбекова Д.А., Кабасов Р.Р. Выбор оптимальной модели гравиметрического поля Земли для вычисления высот геоида на территорию Мангыстауской области // Вестник КазГАСА. – 2013. – № 2(48). – с. 203–206.
3. Шоганбекова Д.А., Кабасов Р.Р., Современное состояние моделей гравитационного поля Земли // Инновационные и наукоемкие технологии в строительной индустрии. Международная научно-практическая конференция (Алматы, 6 апреля 2013 г.) – Алматы, 2013. – С. 144–147.
4. Ditmar P., Kusche J., and Klees R., Computation of spherical harmonic coefficients from gravity gradiometry data to be acquired by the GOCE satellite: regularisation issues // Journal of Geodesy. 2003, Volume 77. – P. 465–477.
5. Ellmann A. The geoid model for the Baltic countries determined by the least squares modification of Stokes' formula: Doctoral dissertation in Geodesy. – КТН., 2004. – 96 p.
6. Shoganbekova D. Determination of a gravimetric geoid model of Kazakhstan using the KTN-method: Master thesis – КТН., 2010. – 67 p.
7. Sjöberg L.A. General model of modifying Stokes' formula and its least squares solution // Journal of Geodesy. – 2003, – Volume 77, – P. 459–464.

СЕКЦИЯ 4.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЛКОЗАГЛУБЛЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Гандельсман Артём Игоревич

*студент Архитектурно-строительного факультета
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования «Владимирский
государственный университет имени Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых»,
РФ, г. Владимир
E-mail: artem33.96@mail.ru*

Акимов Владимир Борисович

*канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительного производства»
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования «Владимирский
государственный университет имени Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых»,
РФ, г. Владимир*

SOME QUESTIONS OF APPLICATION OF THE FINELY DEEPEMED FOUNDATIONS ARE IN THE GEOLOGICAL TERMS OF THE VLADIMIR AREA

Artem Gandelsman

*student of Architectural and Civil Engineering Faculty
Federal public budgetary educational institution of higher professional
education the " Vladimir state university
named after Alexandr and Nikolay Stoletovs ",
Russia, Vladimir*

Vladimir Akimov

*candidate of sciences, associate professor of department of the "Building
production" Federal public budgetary educational institution of higher
professional education the "Vladimir state university
named after Alexandr and Nikolay Stoletovs",
Russia, Vladimir*

АННОТАЦИЯ

Проведен анализ инженерно-геологических условий Владимирской области, конструктивных особенностей устройства мелкозаглубленных фундаментов, выявлены основные проблемы и закономерности работы в данных грунтовых условиях, предложено решение для устройства мелкозаглубленных фундаментов в условиях Владимирской области.

ABSTRACT

The analysis of engineer-geological terms of the Vladimir area, structural features of device of the finely deepened foundations is conducted, basic problems and conformities to law of work are educed in these ground terms, solution offers for the device of the finely deepened foundations in the conditions of the Vladimir area.

Ключевые слова: фундамент; грунт; пучения; тиксотропия.

Keywords: foundation; soil; troubling; thixotropy.

При применении фундаментов малоэтажных зданий в последнее время их часто устраивают в слое сезонного промерзания-оттаивания, без учета влияния сил морозного пучения, что приводит к деформированию строительных конструкций зданий. Как известно, в зимний период вся влага, содержащаяся в земле, замерзает. Образовавшийся лед занимает гораздо больший объем, чем вода,

что и приводит к пучению грунта. Зависимость глубины промерзания во Владимирской области от вида грунта приведена в таблице 1.

Таблица 1.

Нормативная глубина промерзания грунтов, м

	Суглинки и глины	Супеси, пески пылеватые и мелкие	Пески крупные и средней крупности	Крупно-обломочные грунты
Владимир	1,37	1,67	1,79	2,03

Влияние касательных сил морозного пучения весьма значимо и доходит до 5–7 т на квадратный метр. Этого достаточно, чтобы поднять из грунта заглубленный фундамент, на котором построено легкое малоэтажное здание, собственный вес которого не способен уравновесить действие сил морозного пучения. Следует отметить, что заглубление фундамента на глубину больше глубины сезонного промерзания совершенно не гарантирует его устойчивость к пучению. Выполнение нормативных требований по глубине заложения фундаментов (1,4...1,9 м для Владимирской области в зависимости от вида грунта) приводит к дополнительным затратам. Нормативная глубина промерзания грунта – это максимальная глубина. Глубину промерзания грунта можно разделить на фактическую и реальную. Фактические или реальная глубина промерзания грунта может отличаться от нормативных, так нормативы составлены для самых худших вариантов, то есть без снежного покрова. Снег – хороший теплоизолятор, то есть снежный покров уменьшает глубину промерзания. Промерзание грунта также зависит от теплового режима здания и конструктивных особенностей «нулевого цикла».

Расчетная глубина промерзания грунта для условий Владимирской области для здания без подвала с полами, устраиваемыми по грунту приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Расчетная глубина промерзания грунта в зависимости от конструктивных особенностей зданий

<i>Наименование грунта</i>	среднесуточная температура воздуха в помещении, °С.		
	<i>0</i>	<i>10</i>	<i>20 и более</i>
Суглинок, глина	1,23	0,96	0,69
Супесь, песок пылеватый, песок мелкий	1,50	1,17	0,84
Песок средней крупности, песок крупный, песок гравелистый	1,61	1,25	0,90

Расчетная глубина промерзания грунта для здания без подвала с полами, устраиваемыми по утепленному цокольному перекрытию приведена в таблице 3.

Таблица 3.

Расчетная глубина промерзания грунта в зависимости от конструктивных особенностей зданий

<i>Наименование грунта</i>	среднесуточная температура воздуха в помещении, °С.		
	<i>0</i>	<i>10</i>	<i>20 и более</i>
Суглинок, глина	1,37	1,23	0,96
Супесь, песок пылеватый, песок мелкий	1,67	1,50	1,17
Песок средней крупности, песок крупный, песок гравелистый	1,79	1,61	1,25

Расчетная глубина промерзания грунта для здания с подвалом или техническим подпольем.

Таблица 4.

Расчетная глубина промерзания грунта в зависимости от конструктивных особенностей зданий

<i>Наименование грунта</i>	среднесуточная температура воздуха в помещении, °С.		
	<i>0</i>	<i>10</i>	<i>20 и более</i>
Суглинок, глина	1,10	0,82	0,55
Супесь, песок пылеватый, песок мелкий	1,34	1,00	0,67
Песок средней крупности, песок крупный, песок гравелистый	1,43	1,07	0,72

В качестве альтернативного решения предлагается замена грунта на непучинистый, понижение уровня подземных вод и ряд др. дорогостоящих мероприятий. В итоге все это приводит к неэффективным затратным решениям и увеличению сметной стоимости строительства.

Кроме того, малоэтажное строительство весьма часто ведется собственными силами, следовательно, применяемые решения должны быть просты и надежны, а также, легко выполнимы по принципу «дом своими руками». Для тех, кто решил самостоятельно заложить надежный фундамент дома, вопрос о том, как это сделать на пучинистых грунтовых основаниях, остается актуальным всегда.

В связи с вышесказанным возникает необходимость районирования территории Владимирской области для типизации инженерно-геологических условий и определения принципов заложения фундаментов в том или ином районе региона.

При применении мелкозаглубленных фундаментов во Владимирской области чаще всего встречаются современные четвертичные отложения. Среди них встречены проблемные: гляциальные суглинки, флювиогляциальные суглинки мягкопластичной и текучепластичной консистенции, рыхлые пески, насыпные грунты различного происхождения.

Они или имеют недостаточную несущую способность, или могут изменять прочностные характеристики в процессе эксплуатации зданий, что может привести к деформированию возведенных строительных конструкций. В западных, юго-западных и северо-западных районах области наибольшее распространение получили песчаные грунты, в центральных, восточных и юго-восточных-пылевато-глинистые. Встречаются лёссовые грунты I типа просадочности.

С позиций физико-химической механики слабый глинистый грунт представляет собой систему дисперсных частиц, каждую из которых окружают оболочки связанной с ними воды. Эти частицы с оболочками образуют структурный каркас с водно-коллоидным типом связей. При сохранении структурных связей грунт работает как твердое тело, при нарушении – превращается в вязкую жидкость. Численное значение предела прочности этих грунтов при испытаниях в условиях одноосного сжатия (в компрессионном приборе) при дренировании варьируется в интервале 5...20 кПа.

К пучинистым грунтам относятся глины, суглинки, супеси и часть песчаных грунтов. Основные трудности, связанные с фундаментом, выстроенном на пучинистом грунте, возникают в период оттаивания льда. Здание в этот период времени неравномерно оседает и в дальнейшем разрушается.

Нормативные документы рекомендуют закладывать фундаменты на границе промерзания или глубже, но это не предотвращает воздействие морозного пучения на боковые стороны фундамента. На основание мелкозаглубленного фундамента нормальные силы морозного пучения действуют в полном объеме, но зато касательные силы влияют на боковые стены минимально.

На характер пучения грунтов влияет степень их охлаждения. Степень охлаждения (как и ее производные – скорость и глубина промерзания грунта) зависит от температурного режима охлаждающей

среды, продолжительности периода промерзания, водных и теплофизических свойств грунта, а также теплоизоляции на его поверхности. Возрастание плотности грунта влечет снижение влагосодержания и удельного потока воды, и, как следствие, уменьшается и интенсивность пучения грунта.

Слабые глинистые грунты обладают свойством тиксотропии. Твердообразное состояние характеризуется наличием пространственного структурного каркаса, жидкообразное – его отсутствием. Наличие или отсутствие единого пространственного каркаса определяет макроскопические свойства среды, в том числе, ее механические свойства. Твердообразному состоянию свойственна наибольшая вязкость, жидкообразному – наименьшая.

Приложение динамических нагрузок к тонкодисперсным водонасыщенным глинистым системам приводит при определенных условиях к их быстрому разжижению и резкой потери структурной связности. При прекращении динамических воздействий такая система восстанавливает свою прежнюю прочность. В результате ряда воздействий – встряхивания, перемятия, вибрации и т. п. – возникают два следующих друг за другом процесса – разупрочнение и упрочнение. Процессы разупрочнения являются следствием механических воздействий, протекают весьма быстро. По прекращении внешнего воздействия немедленно начинается обратный процесс – упрочнение грунта. Упрочнение – процесс более медленный и протекает с неодинаковой скоростью. В первое время восстановление идет сравнительно быстро, а затем замедляется. Установлено, что тиксотропия проявляется в грунтах, у которых содержание глинистых частиц превышает 2 %. Потенциально тиксотропными являются все глинистые грунты, но для конкретного проявления тиксотропии необходимы определенные условия и, в первую очередь, достаточно интенсивные внешние воздействия. При большом количестве глинистых частиц образуется жесткий каркас, который уже труднее поддается разрушению, хотя потенциальные возможности для этого и возрастают.

Другая актуальная проблема – разжижение песчаных грунтов. Среди важнейших факторов, определяющих это явление, следует отметить его структурные особенности и состояния: степень плотности, литогенетическое структурное сцепление, дисперсность, степень однородности, форма и характер окатанности зерен, напряженное состояние в условии деформирования в природных условиях. Еще в XIX веке русскими строителями при характеристике грунтов способных к внезапному разжижению используется термин

«пльвун»). Основной причиной проявления породами пльвунных свойств является гидродинамическое давление поровой воды, которое создается в результате перепада градиента давления подземных вод при вскрытии котлована. Переход в пльвунное состояние происходит под действием высокого гидродинамического давления потока подземных вод. Коэффициент фильтрации достигает 1–2 м в сутки и более. Частицы породы находятся во взвешенном состоянии. Трение между ними равно нулю. Пески этого вида очень легко оплывают. Разжижение пльвуннов происходит при влажности меньшей полной влагоемкости.

Анализируя вышеуказанные условия строительства и риски для малоэтажного зданий Владимирской области предлагается устройство мелкозаглубленных фундаментов, выполненных в виде перекрестных монолитных лент. Предлагаемое решение представляет собой многофакторное проектирование, учитывающее все выше перечисленные факторы и дающее унифицированное решение для конкретных грунтовых условий строительных площадок во Владимирской области. При проектировании и строительстве выполняется комплекс мероприятий, учитывающих влияние сил морозного пучения, реологические процессы, протекающие в грунтах, выполнение энергоэффективных мероприятий при строительстве и эксплуатации здания. Расчет устойчивости фундамента на действие сил морозного пучения производится на действие касательных сил пучения. Для снижения теплотеря здания под лагами здания или надподвальным перекрытием укладывается слой пенополистирола, толщина которого определяется расчетом. Также утепляется цоколь здания и выполняется теплоизоляционная отмостка. При необходимости, производится замена грунта обратной засыпки на непучинистый грунт и выполняются мероприятия по водопонижению, применяются обмазки боковой поверхности фундаментов вязкими несмерзающимися материалами (консистентные смазки), а также гидрофобизирующими пропитками (смолы, мазут, деготь, нефть, битумные мастики, высокомолекулярные эпоксидные компаунды, кремнийорганические соединения и пластичные смазки).

Предлагаемое решение позволяет в кратчайшие сроки возвести эффективную конструкцию фундаментов из местных строительных материалов «своими руками» с минимальными затратами. Предлагаемые энергоэффективные мелкозаглубленные фундаменты позволяют снизить по сравнению с традиционными заглубленными: расход бетона на 50–80 %, трудозатраты на 40–70 %, стоимость на 50 % и более.

Список литературы:

1. А.И. Бек Булатов «Морозозащищенные фундаменты мелкого заложения» -ООО «Пеноплэкс СПб», СПб.
2. ВСН 29-85 «Проектирование мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных сельских зданий на пучинистых грунтах». –Минсельстрой, М. 1985.
3. ОСН АПК 2.10.01.001-04 «Проектирование мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных сельских зданий на пучинистых грунтах». – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, М. 2004
4. «Рекомендации по учету и предупреждению деформаций и сил морозного пучения грунтов» – ПНИИИС Госстроя СССР, М. 1986.
5. «Руководство по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах». – НИИОСП им. Н.М. Герсеванова, М, 1979.
6. ТСН МФ-97 МО «Проектирование, расчет и устройство мелкозаглубленных фундаментов малоэтажных жилых зданий в Московской области». – Министерство строительства администрации Московской области, М. 1998.

СВОЙСТВА ЗОЛЫ-УНОС И ЗОЛОШЛАКОВ КОТЛОВ С ЦИРКУЛЯЦИОННЫМ КИПАЮЩИМ СЛОЕМ СТАРОБЕШЕВСКОЙ ТЭС ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Ахмеднабиев Расул Магомедович

*канд. техн. наук, доцент Полтавского национального технического
университета имени Юрия Кондратюка
Украина, г. Полтава
Email: arasul49@mail.ru*

Ахмеднабиев Расул Расулович

*аспирант Полтавского национального технического университета
имени Юрия Кондратюка
Украина, г. Полтава
Email: rasul40@rambler.ru*

PROPERTIES OF FLY ASH AND SLAG FROM BOILERS WITH CIRCULATING FLUIDIZED BED OF STAROBESHEVSK TPP DONETSK REGION

Rasul Akhmednabiev

*Ph.D., assistant professor
of Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University
Ukraine, Poltava*

Rasul Akhmednabiev

*postgraduate of Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University
Ukraine, Poltava*

АННОТАЦИЯ

Приведены свойства золы-унос та золошлаковых масс котлов циркуляционным кипящим слоем. В донецкой области эксплуатируются несколько котлов нового поколения, которые позволяют сжигать бедные каменные угли в том числе и отходы обогащения угля. Золой и шлаки, образующиеся при этом имеют несколько другие свойства в отличие от традиционных отходов ТЭС.

При исследовании свойств зол и золошлаков применены современные методы, основанные на рентгено-фазовых, (РФА) спектральных и ДТ анализах.

Проведены исследования по выявлению влияния золы-унос на прочностные свойства и сопротивление попеременному водонасыщению и высушиванию тяжелых бетонов.

ABSTRACT

The properties of fly ash and slag of circulating fluidized bed boilers. In the Donetsk region is operating a several new generation of boilers that allow burning the poor fossil fuels, including and coal tailings. The ash and slag produced in this case are somewhat different properties in contrast to conventional waste TPP.

In the study of the properties of fly ash and slag, applied modern methods based on X-ray phase (XRD), DT and spectral analyses.

Research to identify the influence of fly ash on the strength properties and resistance to water saturation and drying of heavy concrete.

Ключевые слова: Зла-унос; золошлаки; котлы с циркуляционным кипящим слоем; водонасыщения; бетоны.

Keywords: Fly ash; ash and slag; boilers with a circulating fluidized bed; water saturation; concrete.

Человечество нуждается в энергии, жизненного пространства и природных и искусственных материалов, и эти потребности приводят, как правило, к производству отходов.

Некоторые отходы образуются в процессе производства энергии, например, при сжигании угля в котлах тепловых электростанций. До сих пор во многих странах мира на тепловых электростанциях уголь выжигают обычных котлах, КПД которых достаточно низкий. За последние 15–20 лет появились котлы с циркуляционным кипящим слоем, в которых уголь сжигается дольше чем в традиционных котлах, поэтому уголь сгорает полностью. Подобные котлы эксплуатируются на Украине с 2001 года на одной из крупных тепловых электростанций в Европе Старобешевской ТЭС.

Золы и золошлаки делят на высококальциевые ($\text{CaO} > 20$ мас.%) и низкокальциевые ($\text{CaO} < 20$ мас.%). Для первых преобладающими являются кристаллические фазы, а для вторых – стекло и аморфизированные глинистые вещества. Высококальциевые золы делят на низкосульфатные ($\text{SO}_3 < 5$ мас.%), полученные при обжиге угля и торфа, и сульфатные ($\text{SO}_3 > 5$ мас.%), полученные при обжиге сланцев [2].

Единой общей классификации золошлаковых отходов не существует. Первая классификация была проведена в 1953 г. при разработке стандарта ASTM. В 1960 г. было предложено рассматривать золу как пуццолановую добавку, а в 1968 г. натуральные пуццоланы и золы были объединены в один стандарт ASTM C 618 под обобщенным названием «минеральные добавки» [3].

Зола-унос не требует дальнейшей обработки при добавлении в портландцемент или бетон. Она должна удовлетворять требованиям ДСТУ В.2.7-205: 2009 «Зола-унос тепловых электростанций для бетонов» [1].

В производстве тяжелых бетонов, сборных и монолитных железобетонных конструкций зола-унос может заменять часть песка или цемента, а также использоваться как самостоятельный компонент – активный микронаполнитель. Шлаки и золошлаки могут частично или полностью заменять песок. Свойства бетона при применении золы-уноса улучшаются, поэтому она получила широкое распространение и пользуется заслуженной популярностью у производителей

Зола-унос и золошлаки, как правило, имеют серый или светло-серый цвет, близкий к цвету цемента, но зола и золошлаки полученные после обжига угля в котлах с циркуляционным кипящим слоем имеют красноватый оттенок. Красноватый оттенок обусловлен

превращениями оксида железа в глинистых минералах при сгорании угля, что дает терракотовый цвет.

Цель работы: изучение свойств золы-унос и золошлаков котлов с циркуляционным кипящим слоем Старобешевской ТЭС.

Истинная плотность золы-унос и золошлаков определялась традиционным методом, и равна $2,47 \text{ г / см}^3$. Насыпная плотность золы-унос 800 кг/м^3 , а золошлаков 1320 кг/м^3 . Анализ гранулометрического состава золошлаков соответствует модулю крупности $M_{кр} = 1,1$. Гранулометрический состав золы-унос определяли с помощью лазерного анализатора размеров частиц Cilas 990:0.2-500 μm . В составе золы-унос преобладают частицы размерами менее 82 микрон.

Для более досконального изучения свойств была использована методика рентгено-фазового анализа (РФА), спектроскопию и дифференциально-термического анализа.

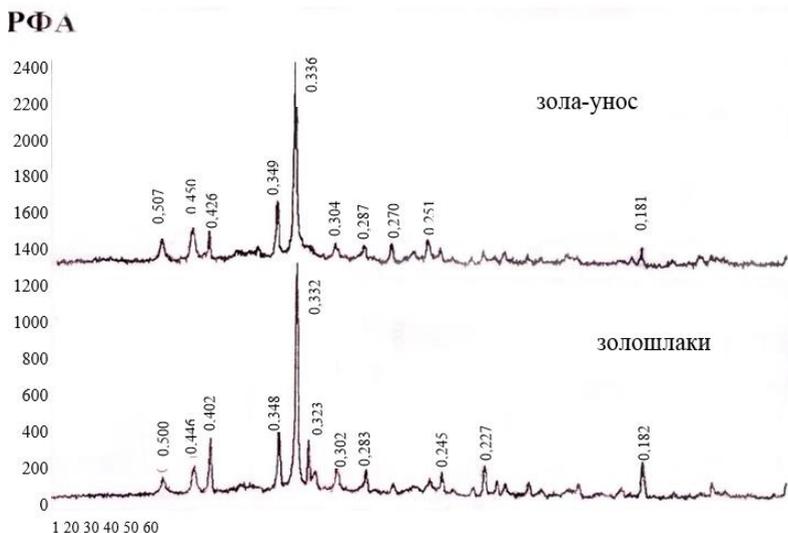


Рисунок 1. Рентгенограмма золы-уноса и золошлаков

В результате исследований были определены химические составы золы-унос и золошлаковой массы, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1.
**Химический состав золы-уноса и золошлаков котлов
с циркуляционным кипящим слоем Старобешевской ТЭС**

Склад	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	FeO	ZnO	In ₂ O ₃
Зола-винесення	26,89	48,95	7,36	3,90	5,17	0,81	6,12	0,04	0,76
Золошлаки	5,03	16,07	5,32	1,62	68,64	0	3,32	0	0

По количеству содержания CaO зола-унос относится к низкокальциевым (CaO <20 мас.%), т. е. к кислым, по содержанию SO₃ к сульфатным (SO₃ > 5 мас.%). Золошлаки относятся к высококальциевым (CaO > 20 мас.%), т. е. основным, а по содержанию SO₃ в сульфатных (SO₃ > 5 мас.%).

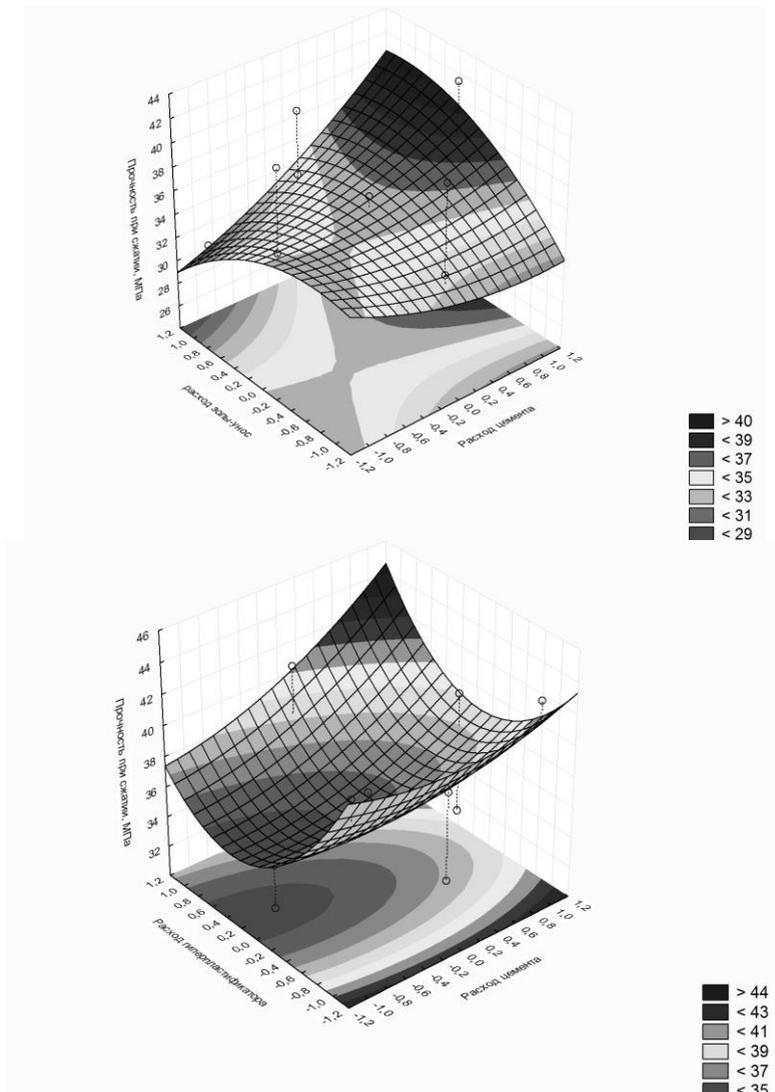
Как видно из таблицы в составе золы-уноса и золошлаков отсутствует часть несгоревшего угля, что снимает ограничения применения их в тяжелых бетонах. Наиболее вредным компонентом является сернистый газ, который может быть соединенной с другими оксидами в виде ангидрида CaSO₄ или сернокислого железа FeSO₄. В обоих случаях серные соединения могут привести к образованию вторичного этtringита, что может привести к разрушению структуры затвердевшего цементного камня.

В данной работе исследовано влияние золы-уноса на стойкость тяжелых бетонов против водонасыщения и высушивания. При исследовании был применен метод математического планирования эксперимента. В качестве переменных факторов были приняты: X1 – расход цемента; X2 – содержание золы-уноса вместо песка, что варьировалось от 0 до 1.; X3 – расходы гиперпластификатора на основе модифицированных поликарбоксилатов «Fluid Premia 196». Исследования проведены на образцах-кубиках размером ребра 100 мм. Для изготовления образцов были использованы: щебень мелкий гранитный фракции 5–10 мм, песок речной с модулем крупности M_{кр} = 1,1, цемент марки 500 Балаклейского завода Харьковской области и зола-унос котлов с циркуляционным кипящим слоем Старобешевской ТЭС. Образцы были изготовлены в металлических формах и хранились в лабораторных условиях в течение 28 суток.

После твердения основные образцы были испытаны на прочность при сжатии. Результаты испытаний были обработаны программой СТАТИСТИКА - 10 и приведены на рис. 2.

Три серии образцов в которых часть золы-уноса была максимальной, минимальной и среднего значения подвергались испытанию на стойкость против водонасыщения и высушивания.

Основные образцы были погружены в воду на 24 часа, а контрольные продолжали храниться в лаборатории. После 24 ч образцы доставались из воды высушивались в



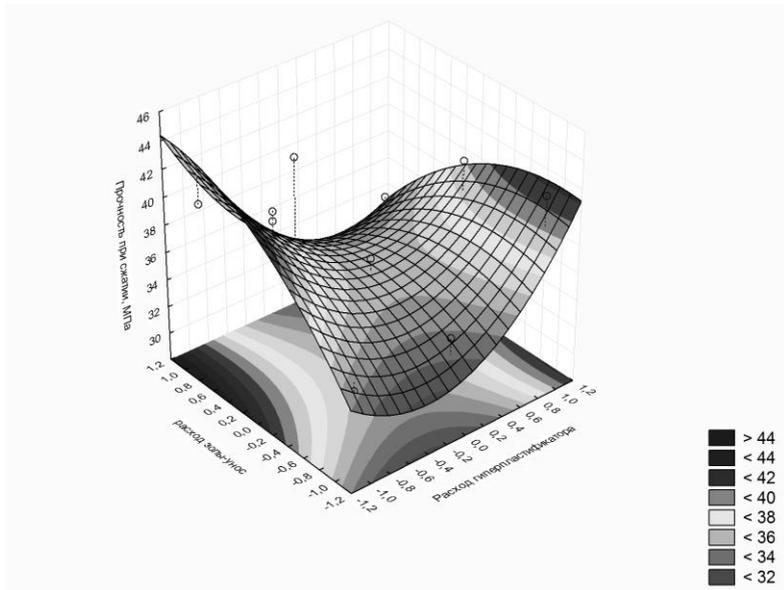


Рисунок 2. Поверхности влияния переменных параметров на прочность при сжатии

течение 24 ч при температуре 110° С. После 50 циклов испытания были остановлены и образцы подвергались испытанию на прочность при сжатии. Результаты испытаний приведены на рис. 3.

На графиках наблюдаем, что с увеличением содержания цемента прочность при сжатии бетонов растет, как и следует ожидать. Но влияние золы-уноса на прочность при сжатии выглядит иначе. При минимальных и максимальных значениях расходов золы-уноса прочность при сжатии меньше, а при средних значениях содержания золы – вынесения прочность при сжатии бетонов незначительно растет. Очевидно, что при средних значениях содержания золы-уноса бетон приобретает максимального уплотнения вследствие чего прочность при сжатии возрастает.

Наличие пластификатора способствует увеличению прочности при сжатии. При увеличении расходов пластификатора в рамках эксперимента, прочность при сжатии бетона пропорционально возрастает. При анализе совместного влияния содержания золы-унос и расхода пластификатора можно выделить область их оптимальных расходов – среднее значение содержания золы-унос и расход пластификатора 1,0 % от массы цемента.

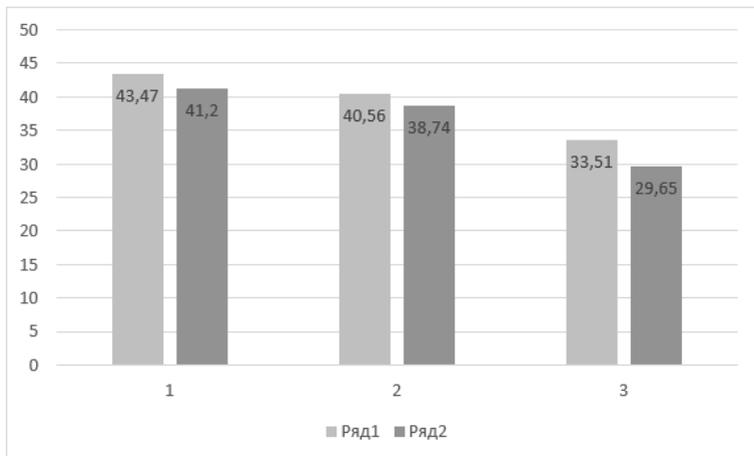


Рисунок 3. Сравнительный анализ прочности при сжатии тяжелых бетонов после 50 циклов увлажнения и высушивания: 1 – образцы без золы-уноса; 2 – образцы с золой и песком 1:1; 3 – образцы с полной заменой песка золой-уноса. Ряд1 – контрольные образцы; Ряд2 – основные образцы

На диаграмме наблюдаем, что после испытания на стойкость против водонасыщения и высушивания основные образцы показали уменьшение прочности при сжатии на 4,5 ... 11,5 %. Необходимо отметить, что бетон при использовании золы-уноса приобретает большую плотность, что способствует снижению водопоглощения.

Таким образом, установлено, что прочность тяжелого бетона при полной замене песка золой-уносом в возрасте трех месяцев снижается на 23 %. Очевидно, в этом возрасте микрокремнезём еще инертен по отношению к продуктам гидратации портландцемента.

Гиперпластификатор “Fluid Premia 196” способствует возрастанию прочности бетонов при сжатии и оптимальным расходом является 1,0–1,2 % от массы цемента.

С введением золы-уноса котлов с циркуляционным кипящим слоем вместо песка устойчивость тяжелых бетонов против водонасыщения и высушивания не снижается. При проведении эксперимента на контрольных образцах появление трещин не обнаружено, что свидетельствует об отсутствии внутренних напряжений. Можно предположить, что минерал этtringит образовался еще в процессе твердения бетона. Однако, такое предположение требует дальнейшего подтверждения соответствующими исследованиями.

Список литературы:

1. ДСТУ Б В.2.7-205:2009«Зола-винесення теплових електростанцій для бетонів».
2. Кривенко П.В. Цементы и бетоны на основе топливных зол и шлаков. /Кривенко П.В., Пушкарева Е.К., Гоц В.И., Ковальчук Г.Ю. // КНУБА: К. – 225 с.
3. Antone E.I. Characterisation of Solid Wastes from Circulating Fluidised Bed Combustion. / Antone E.I. ,Ross G.G., Berry E.E., Hemings R.T., Kissel R.K. //March, – 1995. – V. 18. – P. 180–190.

**«МАГНЕЗИАЛЬНОЕ ВЯЖУЩИЕ
НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ МЕСТНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

Ганина Елена Александровна

*студент 4 курса АСФ Владимирского государственного университета
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
РФ, г. Владимир
E-mail: lenka19940331@yandex.ru*

Закревская Любовь Владимировна

*канд. техн. наук, доцент кафедры Строительного производства,
Владимирский Государственный Университет
им. А.Г. Н.Г. Столетовых
РФ, г. Владимир
E-mail: lvzak@mail.ru*

**"MAGNESIAN KNITTING ON THE BASIS
OF WASTE OF THE LOCAL INDUSTRY"**

Elena Ganina

*the student 4 courses ASF
of the Vladimir state university of A.G. and N.G. Stoletovykh
Russia, Vladimir*

Lyubov Zakrevskaya

*cand. tech. sciences, the associate professor of Construction production,
the Vladimir State University of A.G. N.G. Stoletovykh
Russia, Vladimir*

АННОТАЦИЯ

Было получено магниезиальное вяжущее путем обжига доломитовых отходов на каустический доломит и добавлении к нему песка пеностекла и неорганической фибры с затворением водным раствором бишофита. Так же было установлено, что соотношение компонентов обеспечивает возрастание механической прочности. В ходе лабораторных испытаний так же были изучены свойства вяжущего в зависимости от добавления органической и неорганической фибры.

ABSTRACT

It was received magnesian knitting by roasting of dolomitic waste on the caustic dolomite and addition of foamglass sand to it and an inorganic fiber with a zatvoreniye water solution of bischofite. Also it was established that the ratio of components provides increase of mechanical durability. During laboratory researches were also studied the property knitting depending on addition of an organic and inorganic fiber.

Ключевые слова: Магниезиальное вяжущее; отходы доломитового и пеностекольного производств; фибра; водный раствор бишофита.

Keywords: Magnesian knitting; waste of dolomitic and penostekolny productions; a fiber; water solution of bischofite.

При всевозрастающем дефиците цемента и непредсказуемости его цены в разгар строительного сезона, представляется актуальным искать материал способный заменить цементносодержащие конструктивные элементы, а также отвечать следующим требованиям. Он должен быть универсален – обладать одновременно высокими конструкционными способностями и теплоизолирующими свойствами; чтобы он был огнестойким, долговечным, влагостойким, экологически чистым и достаточно декоративным.

Задачей настоящего проекта является разработка материала с низкой себестоимостью, с повышенными механическими характеристиками, с высокой адгезионной способностью, а также утилизировать отходы местной промышленности.

Владимирская область является источником большого количества доломитовых отходов. Эта проблема является очень серьезной, поскольку речь идет о загрязнении больших участков земли, что приводит к ухудшению экологической ситуации в регионе, а значит пагубно сказывается на здоровье человека и на окружающей природе в целом. Поэтому, перед нами стоит задача поиска решений утилизации данных отходов с максимальной эффективностью.

Так же использование отходов даёт значительные преимущества по сравнению с технологиями, основанными на применении природного сырья. К ним относятся:

- Уменьшение энергетических затрат за счёт исключения операции дробления исходного сырья
- Отсутствие необходимости применения дорогостоящего дробильного оборудования
- Высвобождения земельных площадей, отводимых для размещения отвалов
- Получение конструкционного строительного материала.

Вязущее получаем путем обжига отходов доломита на каустические, и добавлении к ним песка пеностекла и неорганической фибры. В таблице 1 представлены названия материалов

Таблица 1.

Названия материалов

Название	Обожженные отходы доломита, %	Фибра, %	Прочность на сжатие МПа
ДФ-5	75,0	7	53
ДФ-6	76,0	7,5	58
ДФ-7	77,0	7,4	62
ДФ-8	78,0	7,3	68
ДФ-9	79,0	7,2	63
ДФ-10	80,0	7,0	57

При затворении компонентов водным раствором бишофита интенсивно протекают процессы гидратации, затем происходит перекристаллизация, этот процесс сопровождается выделением гидроксида магния. Было установлено, что получаемые соединения кристаллизуется в виде игл и волокон (рис. 1), что придает композиту повышенную прочность.

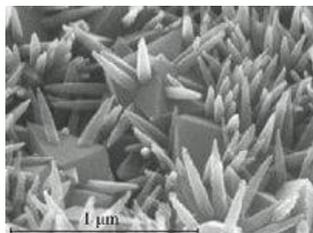


Рисунок 1. Микроскопия магниального вязущего

Так же в растворе образуется пленка гидроксида магния, которая более растворима, и активный оксид магния вовлекается в процесс твердения. Полученный на таком вяжущем раствор обладает способностью удерживать влагу.

Уникальность магниезиального вяжущего заключается в сочетании его высоких вяжущих свойств и совместимости практически с любыми видами заполнителей, в том числе неорганического природного и искусственного происхождения.

Камень, образующийся на его основе, является твердым раствором солей сложного состава, таких как пентооксигидрохлорид магния.

Магниезиальное вяжущее обладает следующими свойствами:

- механической прочностью при сжатии, (на уровне самых высокопрочных бетонов) и короткими сроками ее набора. (53–68 МПа)
- атмосферостойкостью на уровне большинства традиционных строительных материалов;
- абсолютной маслостойкостью и солестойкостью (при воздействие масел, нефтепродуктов, морской воды вяжущее только набирают прочность);
- декоративностью, так как вяжущее совместимо с различными пигментами и отлично полируется.
- пожаробезопасностью – при достаточной массивности конструкции выдерживают пожар без деструкции материала и выделения каких-либо канцерогенных веществ (марка НГ);
- бактерицидностью и биостойкостью, что не позволяет развиваться грибкам и бактериям, а горько-соленый вкус бишофита препятствует также появлению насекомых и грызунов;
- экологичностью, т.к. в качестве затворителя используются соли бишофита, выделяющие в окружающую среду вещества и микроэлементы типичные для морской воды, что позволяет использовать материалы на основе вяжущего для внутренней отделки детских и лечебных учреждений.

Нами были проделаны ряд опытов для получения оптимальных составов магниезиального вяжущего, результаты, которых представлены на рис. 3 и рис. 4. Также можно сделать вывод, что состав ДФ-8 имеет наибольшую прочность на сжатие и может применяться для изготовления различных изделий на основе магниезиального вяжущего.

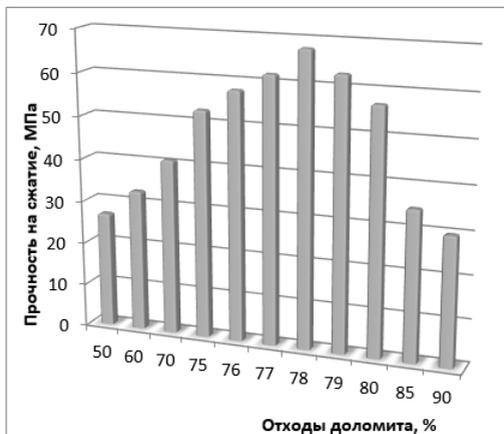


Рисунок 3. График зависимости прочности на сжатие от концентрации отходов доломита

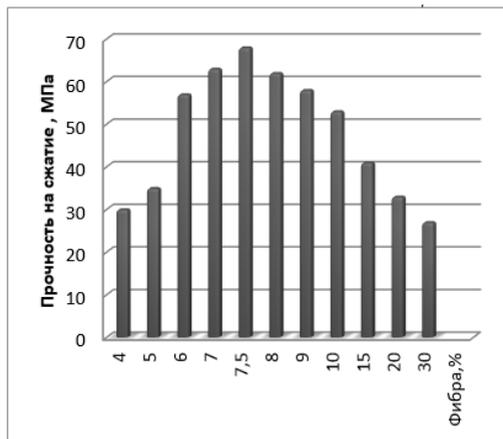


Рисунок 4. График зависимости прочности на сжатие от количества фибры

Список литературы:

1. Бутт Ю.М. Окорочков С.Д. Сычев М.М. Тимашев В.В // Технология вяжущих веществ. 1986. – С. 80–88.
2. Борисов А.Ф., Монич Д.В.//Технологии переработки и утилизации отходов. 2009.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ БЫТОВЫХ ВОД

Денисов Сергей Егорович

*д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой водоснабжения
и водоотведения, Южно-Уральский государственный университет
РФ, г. Челябинск
E-mail: vivsusu@mail.ru*

Максимов Сергей Павлович

*магистрант, Южно-Уральский государственный университет,
РФ, г. Челябинск
E-mail: maksimov.7uni@yandex.ru*

Алексеев Иван Андреевич

*студент 4 курса, филиал Южно-Уральского государственного
университета в г. Златоусте,
РФ, г. Златоуст
E-mail: johnalexisthenerd@yandex.ru*

Максимова Анастасия Егоровна

*студент 1 курса, Южно-Уральский государственный университет,
РФ, г. Челябинск
E-mail: balid@hotmail.ru*

INTENSIFICATION AND CONTROL OF THE SEWAGE TREATMENT PROCESS

Sergej Denisov

*doctor of Sc., Full Professor, head of the Department water supply
and sanitation, South Ural state University, Chelyabinsk
Russia, Chelyabinsk*

Sergej Maksimov

*master student, South Ural State University, Chelyabinsk
Russia, Chelyabinsk*

Ivan Alekseev

*a 4rd year student, South Ural State University, Zlatoust branch
Russia, Zlatoust*

Anastasija Maksimova

*a 1rd year student, South Ural State University,
Russia, Chelyabinsk*

АННОТАЦИЯ

Показана необходимость интенсификации процесса биологической очистки сточных бытовых вод. Выявлены направления, позволяющие за счет качественного насыщения кислородом обрабатываемой жидкости и целенаправленной размерной обработки скоплений простейших микроорганизмов иловой среды, обеспечить повышение эффективности процесса очистки. Представлена схема устройства и автоматизации управления разработанного комплекса для очистных сооружений.

ABSTRACT

We show the necessity of intensification for the biological sewage treatment process. We define the ways that allow the efficiency of the treatment process to be increased at the expense of saturation of the liquid with oxygen and treatment of concentration of microorganisms. We show the scheme of the device and the automation of control of designed complex for treatment facilities.

Ключевые слова: очистка сточных вод; биологический метод; регенерация микроорганизмов; гидродинамическое воздействие; акустическое воздействие; насыщение кислородом; автоматизация; управление; интенсификация процесса.

Keywords: sewage treatment; biological treatment; regeneration of microorganisms; hydrodynamic impact; acoustical effect; oxygenating; automatization; control; intensification of process.

Эффективная очистка сточных бытовых вод является одним из важных направлений строительной отрасли и в частности водоотведения. Рост населения крупных городов, увеличения количества приборов и оборудования, использующих воду для бытовых нужд, определяет инженерам круг задач разработки и расчета новых методов и устройств очистки сточных вод.

В настоящее время используется, как правило, система, включающая установку комплекса устройств механической, физико-химической, биологической обработки и дезинфекции сточных вод.

Особый интерес в этой цепочки вызывает биологический метод, поскольку в нем происходит деградация, в том числе и растворенных органических в воде соединений продуктов жизнедеятельности человека. Этот метод является экологически чистым и безвредным для окружающей среды, так как рабочим элементом являются простейшие микроорганизмы [4].

Переработка растворенных органических веществ, рост и размножение микроорганизмов, образующих активный ил, осуществляется только в насыщенной кислородом водной среде. Это условие является необходимым и обязательным для активной жизнедеятельности бактерий [5]. Работа по насыщению кислородом сточных вод в аэротенке осуществляется в настоящее время путем использования мощных компрессоров, непрерывно подающих воздух через отверстия барботажных труб. Воздух из этих отверстий, проходя через толщу жидкости, частично растворяется в ней.

Растворенный кислород используется микроорганизмами для дыхания, в результате окислительных процессов они получают энергию, необходимую для регенерации новых микроорганизмов. Нужно отметить, что микроорганизмы потребляют только растворенный кислород. Поэтому важнейшей технической характеристикой аэротенка является то, какое количество кислорода в растворенном состоянии вводится в единицу объема аэротенка в единицу времени при постоянной аэрации водной суспензии и как быстро происходит падение концентрации растворенного кислорода в обрабатываемой среде. Данная характеристика является важнейшей, а величина растворенного кислорода – мерой технологического и конструктивного совершенства устройств, осуществляющих насыщение кислородом обрабатываемой среды.

Анализ механизма биологической очистки сточных вод показал [3; 1], что основным недостатком существующих схем является

их низкая эффективность, за счет длительного времени обработки, сложности процесса управления и регулирования параметрами качества воды на выходе.

Мощные компрессоры, осуществляющие барботирование (процесс пропускания газа через слой жидкости), при этом не дают требуемого эффекта, поскольку механизм растворения кислорода в воде не обеспечивает его высокую концентрацию длительное время. При этом на последних этапах биологической очистки наблюдается «кислородное голодание» микроорганизмов, что сказывается и на процессе окисления органических соединений. Регенерация микроорганизмов также осуществляется на этапе барботирования [6]. Однако пузырьки кислорода могут только разбить сгустки (скопления) микроорганизмов (флокулы) и не обеспечивают управление параметрами размеров простейших, от которых в значительной степени зависит скорость происходящих окислительных процессов.

Для повышения эффективности биологической очистки сточных вод в работе предлагается использовать роторный аппарат с модуляцией потока РАМП [2]. Устройство интенсифицирует процесс растворения кислорода в обрабатываемой среде за счёт увеличения площади межфазной поверхности без увеличения объёма подаваемого воздуха. Кроме того, гидродинамическое и акустическое воздействие позволяет управлять процессом размерной регенерации на микроорганизмы, что значительно повышает способность их к длительному активному очищению водной среды от растворенных примесей.

Относительно небольшие размеры аппарата, простая схема включения его в цепочку активации возвратной части активного ила для подачи в аэротенк, позволяет автоматизировать процесс и эффективно управлять параметрами обрабатываемой среды (рисунок 1).

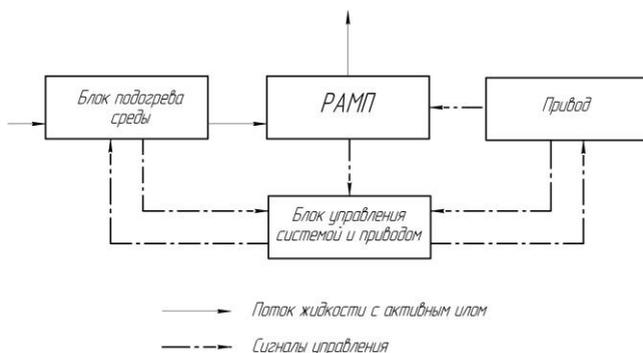


Рисунок 1. Укрупненная схема включения РАМП

В схеме (см. рисунок 1) предусматривается и подогрев части возвратного ила в холодный период года, что позволит активизировать жизненные функции бактерий.

Среды, подлежащие гидроакустической обработке, как правило, не имеют постоянных физических характеристик, таких как плотность, вязкость и др., поэтому основные геометрические параметры устройства, от которых напрямую зависит эффективность обработки сред, такие как размеры равномерно расположенных отверстий в роторе и статоре не являются оптимальными для конкретных условий работы аппарата. Кроме того, частота создания акустических колебаний ограничивается частотой вращения широко распространенных асинхронных двигателей, используемых в качестве прямого привода вращения ротора, что ограничивает область использования устройства.

Поэтому в дальнейшей работе предлагается повышение эффективности РАМП путем изменения его конструкции за счет оптимизации импульсного гидродинамического и акустического воздействия на обрабатываемую проточную среду путем регулирования геометрических параметров отверстий статора и (или) ротора, а также расширения диапазона возможных частот акустических колебаний. Схема модернизированного РАМП представлена на рисунке 2.

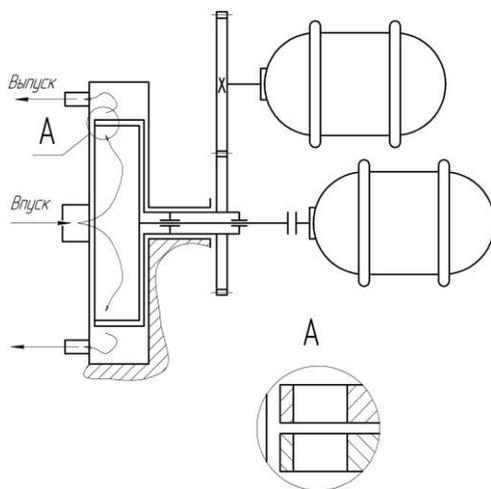


Рисунок 2. Схема модернизированного роторного аппарата с модуляцией потока

Новая конструкция позволяет корректировать в процессе работы и такие параметры как скважность импульса (периода следования импульсов к их длительности), а так же время самого импульса. Предложенные мероприятия обеспечат эффективное управление регенерацией простейших микроорганизмов, насыщение среды кислородом за счёт увеличения площади межфазной поверхности без увеличения объёма подаваемого воздуха, что значительно повысит качество и скорость процесса биологической очистки сточных вод.

Список литературы:

1. Вавилин В.А. Время оборота биомассы и деструкция органического вещества в системах биологической очистки. – М.: Наука, 1986. – 144 с.
2. Денисов С.Е., Максимов С.П., Микляева Т.А. Автоматизация и управление процессом биологической очистки сточных вод// Естественные и математические науки в современном мире. – 2015 – № 30. – С. 121–127.
3. Денисов С.Е., Маршалов О.В., Максимов С.П. Анализ механизма биологической очистки сточных вод// В сборнике: Строительство и экология: теория, практика, инновации. Сборник докладов I Международной научно-практической конференции. 2015. – С. 49–51.
4. Ивчатов А.Л., Гляденев С.Н. Еще раз о биологической очистке сточных вод. Экология и промышленность России. 2003. № 4.
5. Скирдов И.В., Швецов В.Н., Сидорин Л.П., Давыдова Т.А. Опыт применения кислорода при биохимической очистке сточных вод// Бюллетень по водному хозяйству. Обмен достижениями науки и передовым опытом в водном хозяйстве стран-членов СЭВ. 1976. № 16.
6. Хенце М., Армозс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы. – М.: Мир, 2004.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БЛОЧНОГО МЕТОДА МОНТАЖА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В СРАВНЕНИИ С ПОЭЛЕМЕНТНЫМ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ

Калмыкова Елена Петровна

*преподаватель высшей категории специальных строительных
дисциплин, заведующая строительным отделением
Макеевского политехнического колледжа,
Украина, г. Макеевка
E-mail: kalmykovampk@yandex.ru*

THE EFFECTIVENESS OF THE BLOCK MOUNTING METHOD OF METAL STRUCTURES IN COMPARISON WITH THE METHOD OF ELEMENTWISE IN THE CONSTRUCTION OF FACILITIES

Olena Kalmykova

*teacher of the highest category of specific building disciplines,
the head of Building Department “Makeevka Polytechnic College”
Ukraine, Makeevka*

АННОТАЦИЯ

Для возведения зданий предложен один из эффективных методов монтажа металлических конструкций – блочный метод. Произведено технико-экономическое сравнение вариантов и определены преимущества блочного метода монтажа в сравнении с поэлементным методом.

ABSTRACT

For the erection of buildings offered one of the most effective methods of installation of metal structures – block method. Produced a techno-economical comparison of options and determine the benefits of block method of installation in comparison with the method of elementwise.

Ключевые слова: монтаж блоками; укрупнительный блок; стенд для укрупнительной сборки; блок покрытия.

Keywords: mounting blocks, pre-assembly, stand for pre-assembly, coating block.

В современных условиях возникает необходимость быстро и качественно возводить строительные объекты. Примером зданий, где успешно был применен метод монтажа металлических конструкций укрупненными блоками, является здание ангара для технического обслуживания и хранения самолетов компании “Lindab” Швеция.

С целью снижения затрат труда, времени, средств и обеспечения безопасных условий труда стальные конструкции укрупняют в монтажные блоки.

Степень укрупнения конструкций зависит от грузоподъемности монтажных кранов, возможности доставки укрупненных конструкций к монтажному крану, экономической эффективности их монтажа.

При больших объемах работ для сборки конструкций выделяют площадки для укрупнительной сборки конструкций, изготавливают

стенды. Стенды для укрупнительной сборки конструкций оснащают упорами и центрирующими зажимами, которыми обеспечивается геометрическая точность размеров блока и плотность соединения элементов, необходимая для сборки и сварки узлов.

(Фото 1).



Фото 1. Укрупнительная сборка монтажного блока покрытия ангара

Укрупнение конструкций в объемные блоки сокращает количество подъемов монтажными кранами, позволяет за один подъем устанавливать в проектное положение геометрически неизменяемую часть конструкций.

Порядок выполнения сборочных работ и контроля качества сборки устанавливается в проекте производства монтажных работ.

При сборке пространственных монтажных блоков необходимо соблюдать проектные размеры между узлами постоянного крепления конструкций.

Особое внимание необходимо уделять геодезическому контролю, обязательному соблюдению допусков по горизонтали, вертикали и точности размеров здания в плане. Пооперационно контролируют все размеры по мере сборки монтажного блока, не допуская продолжения сборки до исправления обнаруженных отклонений сверх допусков. Если не делать этого, то отклонения будут накапливаться, что может привести к несовмещению отверстий в монтажных узлах укрупненного блока и ранее установленных конструкций [1, с. 146].

У крупненный блок покрытия (размером 6х48 м, масса блока 21,4 т) поднимают двумя кранами с помощью траверс, которые рассчитывают по грузоподъемности. Эту ответственную работу выполняют в строгом соответствии с проектом производства работ при обязательном руководстве опытного инженерно-технического работника (Фото 2).



Фото 2. Монтаж блока покрытия ангара двумя кранами

Выбор метода монтажа конструкций зданий определяют на основе анализа конструктивной схемы здания и конкретных условий строительной площадки, характеристик по массе основных конструктивных элементов, наличие парка основных строительных машин, оборудования и приспособлений. Монтаж конструкций следует выполнять в сжатые сроки, с высоким качеством выполнения работ и с соблюдением правил техники безопасности. Это обеспечивается с помощью применения наиболее современных монтажных механизмов, укрупнением конструкций в блоки, использованием оптимального количества механизмов.

Согласно нормативным источникам: Государственным элементным сметным нормам на строительные работы ГЭСН-2001-09 сборник 9 (Металлические конструкции) затраты труда на монтаж металлических конструкций из отдельных элементов составляет:

09-03-012-9 Монтаж балок покрытия (1т): $\frac{8,609\text{т} \times 2\text{шт} \times 13,89\text{ч} - \text{час}}{8\text{час}} = 29,89\text{ч} - \text{дн};$

09-03-015-1 Монтаж прогонов (1т): $\frac{1,79\text{т} \times 15,79\text{ч} - \text{час}}{8\text{час}} = 3,53\text{ч} - \text{дн};$

09-03-014-3 Монтаж связей и распорок (1т): $\frac{0,93т \times 63,28ч - \text{час}}{8\text{час}} = 7,36ч - \text{дн};$

09-04-002-1 Монтаж профлистов (100 м^2): $\frac{2,52\text{м}^2 \times 35,50ч - \text{час}}{8\text{час}} = 11,18 \text{ ч} - \text{дн}.$

Общая трудоемкость при монтаже металлических конструкций из отдельных элементов составляет 51,96 ч-дн.

Затраты труда на монтаж металлических конструкций укрупненными блоками составляет:

09-01-001-5 Монтаж укрупненного блока (1т): $\frac{21,4т \times 15,78ч - \text{час}}{8\text{час}} = 42,21ч - \text{дн}.$

Критерием эффективности укрупнительной сборки является отношение затрат труда при монтаже конструкций из отдельных элементов к затратам при монтаже конструкций укрупненными блоками [3, с. 105]:

$$K_{yc} = \frac{Z_m}{Z_y} = \frac{51,96}{42,21} = 1,23 \quad (1),$$

где: K_{yc} – коэффициент - критерий эффективности;

Z_m – затраты труда при монтаже конструкций из отдельных элементов;

Z_y – затраты труда при монтаже конструкций укрупненными блоками. Затраты на использование дополнительного крана покрываются экономией за счет сокращения монтажных работ.

Технико-экономические подсчеты показали, что крупноблочный монтаж с предварительной сборкой блока покрытия – это прогрессивная форма технологии монтажа, которую необходимо развивать и совершенствовать [2, с. 109].

Вывод. Критерий эффективности укрупнительной сборки K_{yc} равен 1,23, что свидетельствует о преимуществе монтажа металлических конструкций укрупненными блоками в сравнении с методом монтажа из отдельных элементов.

Список литературы:

1. Ищенко И.И. Монтаж стальных и железобетонных конструкций. – М.: Высшая школа, 1991. – 287 с.
2. Теличенко В.И., Технология возведения зданий и сооружений/ Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лапидус А.А., – М.: Высшая школа, 2008. – 446 с.
3. Черненко В.К., Технология монтажу будівельних конструкцій. Навчальний посібник/ Черненко В.К., Осипов О.Ф., Тонкачєєв Г.М. – Киев: Горобець Г.С., 2011. – 372 с.

**СВОД РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТА
ПЛАНИРОВКИ И ПРОЕКТА МЕЖЕВАНИЯ
НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО-ЮГРЫ
(МЕЖСЕЛЕННАЯ ТЕРРИТОРИЯ)**

Коркина Елена Александровна

*канд. географических наук, доцент
Нижевартовский государственный университет,
РФ, г. Нижневартовск*

Соколов Сергей Николаевич

*д-р географических наук, профессор
Нижевартовский государственный университет,
РФ, г. Нижневартовск*

Галимова Наиля Ильфатовна

*магистрант естественно-географического факультета,
Нижевартовский государственный университет,
РФ, г. Нижневартовск*

Нестерова Кристина Викторовна

*магистрант естественно-географического факультета,
Нижевартовский государственный университет,
РФ, г. Нижневартовск*

Дронов Денис Александрович

*магистрант естественно-географического факультета,
Нижевартовский государственный университет,
РФ, г. Нижневартовск*

**CODE OF RECOMMENDATIONS FOR PLANNING
PROJECT PREPARATION AND DEMARCATION PLAN
IN THE TERRITORY OF KHANTY-MANSIYSK
AUTONOMOUS DISTRICT-YUGRA
(INTER-SETTLEMENT TERRITORY)**

Elena Korkina

*candidate of Geographical Sciences, Associate Professor
of Nizhnevartovsk State University,
Russia, Nizhnevartovsk*

Sergey Sokolov

*doctor of Geographical Sciences, Professor
of Nizhnevartovsk State University,
Russia, Nizhnevartovsk*

Nailya Galimova

*master's Degree Student
of Naturally Geographical Department, Nizhnevartovsk State University,
Russia, Nizhnevartovsk*

Kristina Nesterova

*master's Degree Student of Naturally Geographical Department,
Nizhnevartovsk State University,
Russia, Nizhnevartovsk*

Denis Dronov

*master's Degree Student of Naturally Geographical Department,
Nizhnevartovsk State University,
Russia, Nizhnevartovsk*

АННОТАЦИЯ

Планировка территории осуществляется в целях обеспечения устойчивого развития территорий и является неотъемлемой частью развития всех застроенных и предназначенных для строительства земель. Отсутствие единой методики для подготовки документации по планировке территории не дает возможности учитывать все особенности планируемого размещения объектов регионального значения. Именно этот факт способствовал для разработки нами рекомендаций по подготовке документации для планировки территории.

ABSTRACT

Area planning is carried out in order to ensure sustainable development of the territories, and is an integral part of all lands built-up and intended for construction. The lack of united methodology for the preparation of planning documents makes it impossible to take into account all the features of the proposed siting of regional importance. This fact helps us to develop recommendations on the preparation of documentation for the planning area.

Ключевые слова: планировка территории; межевание; межселенная территория.

Keywords: area planning; demarcation; inter-settlement territory.

Для установления границ земельного участка, на котором планируется реконструкция или строительство линейного объекта, Градостроительным кодексом РФ предусматривается подготовка документации по планировке территории. Данное введение действует с 31.12.2012 года и преследует одну цель – упростить процедуру получения разрешения на строительство. Однако до сих пор отсутствует единый технический регламент для подготовки документации по планировке, в частности проект планировки и проект межевания для межселенной территории. В связи с этим, при разработке данной документации возникают многочисленные сложности и проблемы – от содержания проекта, до обозначения и указания нужных элементов в графической части. Предлагаемый нами свод рекомендаций подразумевает подготовку проекта межевания территории в составе проекта планировки, так как Правительство ХМАО-Югры, которое утверждает данный проект, принимает объединенный вариант.

Основная часть проекта планировки территории и проекта межевания территории должна включать в себя:

1. чертеж планировки территории, на котором отображаются:
 - а) красные линии;
 - б) линии, обозначающие дороги, линии связи, объекты инженерной и транспортной инфраструктур, проходы к водным объектам общего пользования и их береговым полосам;
 - в) границы зон планируемого размещения объектов капитального строительства;
 - г) границы зон планируемого размещения объектов федерального, регионального и местного значения;
2. чертеж межевания территории, на котором отображаются:

- а) красные линии, утверждаемые в составе проекта планировки;
- б) линии отступа от красных линий в целях определения места допустимого размещения объектов капитального строительства;
- в) границы образуемых и изменяемых земельных участков на кадастровом плане территории, условные номера образуемых земельных участков;
- г) границы территорий объектов культурного наследия;
- д) границы зон с особыми условиями использования территорий;
- е) границы зон действия публичных сервитутов.

Материалы по обоснованию проекта планировки территории и проекта межевания включают в себя пояснительную записку и материалы в графической форме.

Материалы по обоснованию проекта в графической части содержат:

- а) схему расположения элемента планировочной структуры;
- б) схему использования территории в период подготовки проекта планировки территории (границы земельных участков собственника, границы размещения объектов федерального/регионального/местного значения, граница лицензионного участка);
- в) схему границ территорий объектов культурного наследия (перспективные и малоперспективные зоны возможного расположения объектов культурного наследия);
- г) схему границ зон с особыми условиями использования территорий (прибрежная защитная полоса, водоохранная зона, зона традиционного природопользования, проектируемая охранный зона, зона особо охраняемых природных территорий и иные зоны) [1].

При подготовке проекта планировки территории и проекта межевания территории разделы должны оформляться с учетом требований по оформлению документов согласно Постановлению Губернатора Ханты-Мансийского АО – Югры от 30 декабря 2012 г. № 176.

Документы, создаваемые в органах государственной власти, оформляются на бланках, на стандартных листах бумаги формата А4 (210x297 мм), либо в виде электронных документов и должны иметь установленный состав реквизитов.

Документы оформляются с применением текстового редактора WordforWindows версии 6.0 и выше (в том числе табличный материал) с использованием шрифтов TimesNewRoman Cyr размером № 14

(для оформления табличных материалов могут применяться шрифты № 8–11, с возможным использованием переносов).

Каждый лист документа должен иметь поля не менее:

- левое – 2,75 см;
- правое – 2,25 см;
- верхнее – 2,5 см;
- нижнее – 2 см.

Первая строка абзаца оформляется с отступом в 1,25 мм. Текст выравнивается по ширине страницы. Переносы слов не допускаются. Документы, направляемые в вышестоящие органы, печатаются через полтора-два межстрочных интервала. Графы и строки таблицы должны иметь заголовки, выраженные именем существительным в именительном падеже [3].

При написании содержания проекта, необходимо учитывать следующие разделы:

1. Основная часть проекта планировки территории

1.1 Положение о размещении линейных объектов регионального значения территории

1.1.1 Общие положения

1.1.2 Размещение объектов в границах (какого) района ХМАО-Югры

1.1.3 Функциональное зонирование территории

1.1.4 Особо охраняемые природные территории и зоны с особыми условиями использования территории

1.1.5 Решения по планировочной организации земельных участков для размещения проектируемого(ых) объекта

2. Материалы по обоснованию проекта планировки территории

2.1 Определение параметров планируемого строительства систем социального, транспортного обслуживания и инженерно-технического обеспечения, необходимых для развития территории

2.1.1 Основные технологические и конструктивные решения по планировочной организации линейных участков

2.1.2 Мероприятия по организации дорожной сети

2.1.3 Предложения по развитию систем инженерно-технического обеспечения территории

2.2 Защита территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, проведение мероприятий по гражданской обороне и обеспечению пожарной безопасности

2.2.1 Мероприятия по защите территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

2.2.2 Мероприятия по обеспечению гражданской обороны

2.2.3 Мероприятия по обеспечению противопожарной безопасности

2.3 Мероприятия по охране окружающей среды

Данные разделы наиболее полно описывают размещение планируемых объектов, также технологию строительства и мероприятия по обеспечению защиты территории и всего, что находится на ней.

При подготовке основной утверждаемой части проекта планировки территории необходимо указывать следующие показатели:

1. экспликация зон планируемого размещения линейных объектов;
2. экспликация проектируемых линейных объектов;
3. условные обозначения;
4. ситуационная схема (схема расположения листов).

В графической части проекта планировки территории (Рис. 1) должны быть указаны следующие данные:

1. топографический план (без указания горизонталей и каких-либо подписей);
2. проектные трассы (нефтепровод — сплошная линия черного цвета 0,2 мм, автодорога — сплошная линия коричневого цвета 0,2 мм, высоконапорный водовод — сплошная линия синего цвета 0,2 мм, воздушная линия — сплошная линия зеленого цвета 0,2 мм);
3. номер линейного объекта;
4. номер зоны планируемого размещения объектов, площадь зоны размещения;
5. поворотные точки зоны планируемого размещения линейного объекта.

При подготовке графической части проекта межевания территории особое внимание стоит обращать на охранную зону проектируемых объектов.

Для автомобильных дорог, придорожные автомобильные полосы устанавливаются в размере:

- I и II категорий — 75 метров;
- III и IV категорий — 50 метров;
- V категории — 25 метров [7].

В отношении охранной зоны трубопроводов принято 50 метров от осей крайних трубопроводов с каждой стороны, для подводных переходов трубопроводов — 100 метров с каждой стороны [2].

Экспликация зон планируемого размещения линейных объектов

Номер	Наименование
1	Красноленинское НГКМ, ЕМ-Егоровский+Пальяновский ЛУ, Куст скважин 209

Экспликация проектируемых линейных объектов

Номер	Наименование
1	Автомобильная дорога на куст скважин №209
2	Нефтегазопровод "куст209-т.вр.к.209"
3	Нефтегазопровод "т.вр.к.209- ЦТП "Красноленинский"
4	ВЛ-6кВ №1 на куст 209
5	ВЛ-6кВ №2 на куст 209

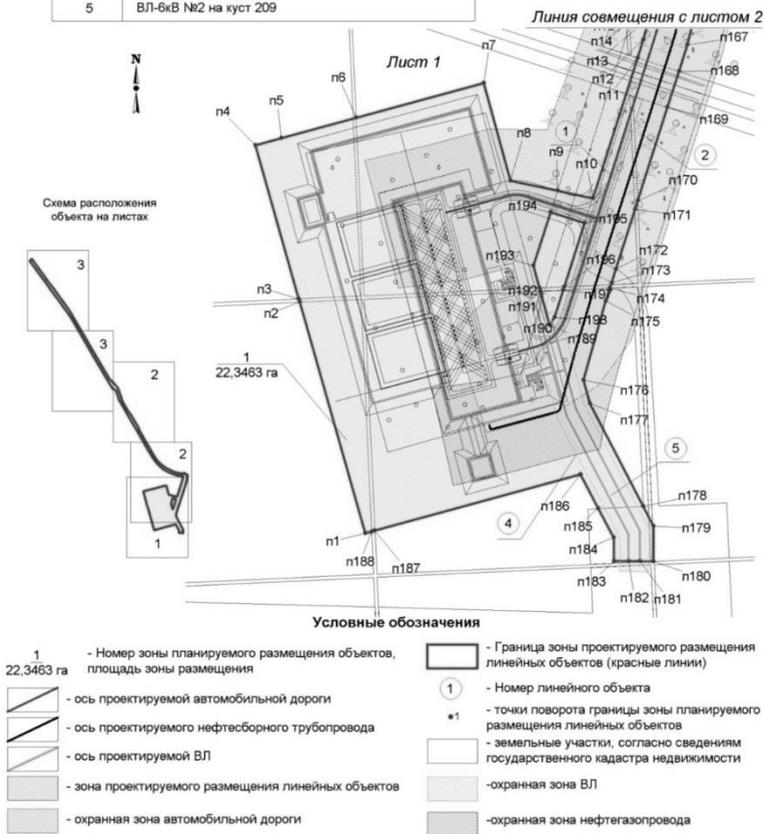


Рисунок 1. Графическая часть проекта планировки территории для размещения линейного объекта

Охранные зоны вдоль воздушных линий электропередач устанавливаются в виде части поверхности участка земли и воздушного пространства (таблица 1) [4].

Таблица 1.

Требования к границам установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства

Проектный номинальный класс напряжения, кВ	Расстояние, м
до 1	2
1–20	10 (5 – для линий с самонесущими или изолированными проводами,
35	15
110	20
150, 220	25
300, 500, +/- 400	30
750, +/- 750	40
1150	55

При подготовке основной утверждаемой части проекта межевания территории необходимо указывать следующие данные:

1. условные обозначения;
2. ситуационная схема (схема расположения листов).

В графической части проекта межевания территории (Рис. 2) должны быть указаны следующие данные:

1. граница образуемого земельного участка (сплошная линия красного цвета толщиной 0,2 мм);
2. существующая граница земельного участка, имеющаяся в ГКН, сведения о которой достаточны для определения ее местоположения (сплошная линия черного цвета толщиной 0,2 мм);
3. земельные участки, предоставленные в аренду (точечная заливка);
4. охранный зона проектируемых объектов (диагональная штриховка, цвет согласно выбранной проектной трассы);
5. малоперспективная зона (желтая заливка), перспективная зона историко-культурного наследия (оттенки красного);
6. характерные точки поворота границы земельного участка, установленные при проведении кадастровых работ (круг красного цвета, диаметром 1,5 мм);
7. номер существующего земельного участка (TNRCYR 10, цвет черный);
8. номер образуемого земельного участка (TNRCYR 10, цвет красный) [5].

Границы и координаты земельных участков в графических материалах Проекта определяются в местной системе координат ХМАО-Югры МСК-86 [6].

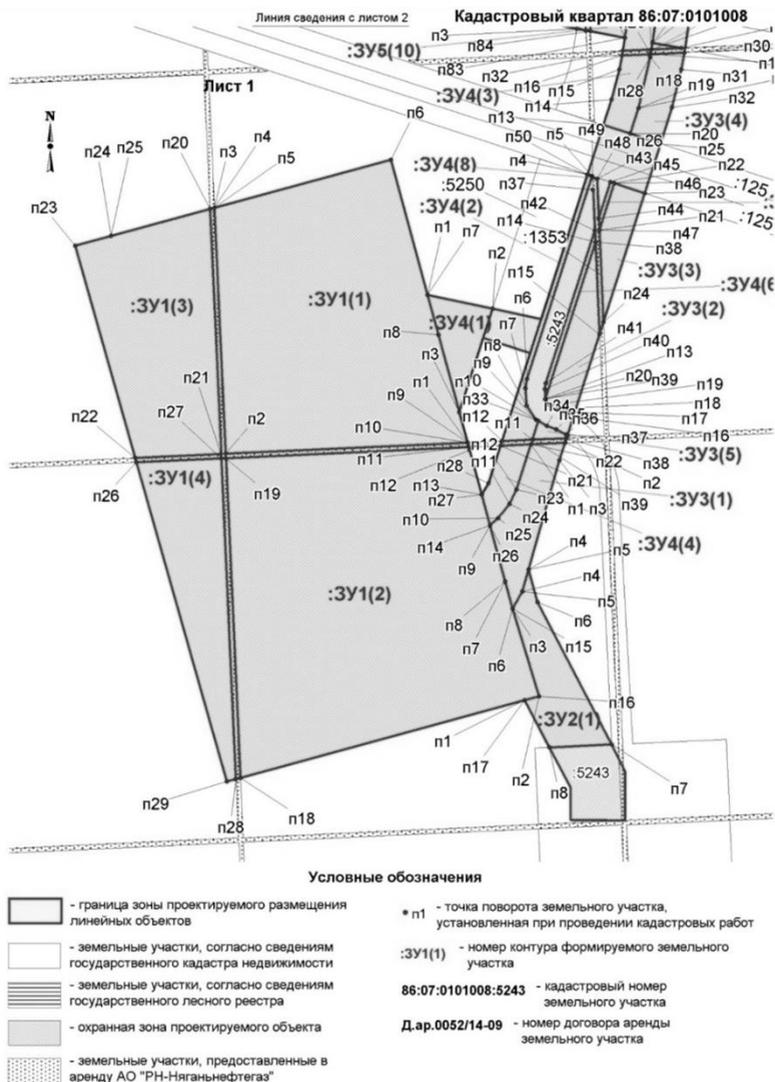


Рисунок 2. Графическая часть проекта межевания территории для размещения линейного объекта

Местная СК делится на 4 зоны, которые определяются исходя из административного расположения проектируемого участка:

1 зона – Березовский, Советский районы;

2 зона – Кондинский, Ханты-Мансийский, Белоярский, Октябрьский районы;

3 зона – Сургутский, Нефтеюганский районы;

4 зона – Нижневартовский район.

Значения координат характерных точек границ земельных участков указываются в метрах с округлением до 0,01 метра.

Для получения постановления об утверждении документации по планировке территории к проекту прикладываются следующие документы:

1. приказ Департамента строительства ХМАО-Югры;

2. заключение о наличии (отсутствии) объектов историко-культурного наследия;

3. письмо Департамента природных ресурсов и несырьевого сектора экономики ХМАО-Югры о наличии (отсутствии) особо охраняемых природных территорий местного и регионального значения;

4. письмо Министерства природных ресурсов и экологии РФ о наличии (отсутствии) особо охраняемых природных территорий федерального значения;

5. письмо Департамента природных ресурсов и несырьевого сектора экономики ХМАО-Югры о наличии (отсутствии) территорий традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера;

6. письмо Департамента природных ресурсов и несырьевого сектора экономики ХМАО-Югры о согласовании проекта планировки и межевания территории.

При наличии на проектируемой территории объектов традиционного природопользования требуются следующие документы:

1. схема согласования размещения промышленных объектов и иных сооружений с субъектами права традиционного природопользования;

2. экономическое соглашение с объектом традиционного природопользования.

Если от имени общины действует председатель, то соглашение составляется между ним и арендатором, при этом от имени глав семей общины на председателя должна быть оформлена доверенность.

Таким образом, подготовленный нами свод рекомендаций дает четкий порядок действий землеустроителям при подготовке проекта

планировки и межевания территории. Методические рекомендации могут быть использованы только при подготовке проектов на межселенной территории ХМАО-Югры.

Список литературы:

1. Градостроительный кодекс РФ // [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://base.consultant.ru/> (Дата обращения 27.10.15).
2. Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов (РД 39-132-94) утверждены Минтопэнерго РФ от 30.12.1993 // [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://base.consultant.ru/> (Дата обращения 28.10.15).
3. Постановление Губернатора ХМАО-Югры от 30.12.2012 г. № 176 «Об Инструкции по делопроизводству в государственных органах Ханты-Мансийского автономного округа - Югры и исполнительных органах государственной власти Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» // [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://base.consultant.ru/> (Дата обращения 24.10.15).
4. Постановление Правительства РФ от 24.02.2009 г. № 160 «О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон" (вместе с "Правилами установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон») // [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://base.consultant.ru/> (Дата обращения 24.10.15).
5. Приказ Министерства экономического развития РФ от 24.11.2008 г. № 412 «Об утверждении формы межевого плана и требований к его подготовке, примерной формы извещения о проведении собрания о согласовании местоположения границ земельных участков» // [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://base.consultant.ru/> (Дата обращения 27.10.15).
6. Федеральный закон от 24.07.2007 г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 13.07.2015 г.) // [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902053803> (Дата обращения 26.10.15).
7. Федеральный закон от 08.11.2007. № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 13.07.2015 г.) // [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902070582> (Дата обращения 28.10.15).

РЕМОНТ ФУТЕРОВОК ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ ЖАРОСТОЙКИМИ КОМПОЗИТАМИ С ПОМОЩЬЮ ПРОПИТОЧНО-ОБМАЗОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Соколова Светлана Владимировна

*доцент, канд. техн. наук,
Самарский государственный университет путей сообщения,
РФ, г. Самара*

Щербак Виктория Ивановна

*студент 3 курса
Самарский государственный университет путей сообщения,
РФ, г. Самара
E-mail: sokolova9967@mail.ru*

REPAIR OF THERMAL UNITS REFRACTORY COMPOSITES USING IMPREGNATING-COATING TECHNOLOGY

Svetlana Sokolova

*cand. Tech. Sci., the senior lecturer the Samara state
University of means of communication,
Russia, Samara*

Viktoria Sherbak

*student the Samara state University of means of communication,
Russia, Samara*

АННОТАЦИЯ

В связи с истощением запасов природных сырьевых ресурсов (каолинов) для производства штучных огнеупоров предлагается новая технология структурно-химической модификации традиционных шамотных изделий, позволяющая повысить их физико-термические параметры, в том числе термостойкость.

ABSTRACT

In view of the depletion of natural raw materials (kaolin) for the production of piece refractories, we propose a new technology of structural

and chemical modification of traditional fireclay products, allowing to increase their physical and thermal parameters, including heat resistance.

Ключевые слова: огнеупоры; модификация; термостойкость; отход.

Keywords: refractories; modification; heat resistance; waste.

Возведение тепловых агрегатов и несущих конструкций при одновременном влиянии на них высоких температур и агрессивных сред, требует увеличения объема выпускаемых жаростойких материалов с целью повышения их срока службы. Поэтому, важной задачей является разработка и внедрение таких технологий ремонта футеровок, которые позволят привести к экономии сырьевых материалов, топлива и использованию отходов промышленных производств.

Футеровка в зоне обжига печи для обжига керамзита подвергается действию силикатного расплава, который возникает при частичном оплавлении гранул [1, с. 41]. Поэтому шамотные кирпичи футеровки пропитываются силикатными расплавами на некоторую глубину. С течением времени это приводит к появлению внутренних напряжений и разрушению шамотного огнеупорного кирпича.

В связи с этим были разработаны защитные обмазки и произведены исследования на взаимодействие шамотного кирпича с расплавами глины и керамзита. В кирпиче высверливали два ряда отверстий (рис. 1).



Рисунок 1. Образец для испытания на взаимодействие с расплавами силикатов

В один ряд наносили защитное покрытие 70 %-ым раствором ортофосфорной кислоты. В каждую пару отверстий (с обмазкой и без обмазки) были загружены: сырьевые гранулы, готовый керамзит и спеки. После чего, изделие подвергалось термической обработке

1000 °С. Затем расплав из отверстий сливали и распиливали образец по отверстиям (рис. 2).

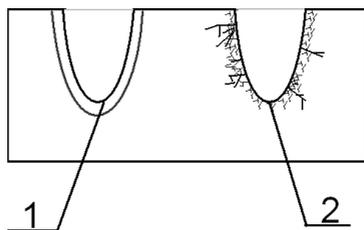


Рисунок 2. Схема разреза образца после испытания на взаимодействие с силикатными расплавами: 1 – отверстие, покрытое защитной обмазкой; 2 – отверстие без покрытия

По характеру разрушения материала и проникновения расплава в образец судили об эффективности защитного покрытия.

Проверку воздействия пропитки ортофосфорной кислотой на физико-механические свойства шамотного кирпича проводили на образцах, выпиленных из шамотного кирпича класса В и керамзитовых спеков размерами 50x50x50 мм. Пропитку осуществляли в естественных условиях ортофосфорной кислотой 70 %-ой концентрации в течение 24 часов. Затем, после 15-ти минутной выдержки на воздухе подвергали нагреву при температурах 200; 500; 800; 1200; и 1500 °С в течение 2-х часов. После нагрева образцов определяли их среднюю плотность и предел прочности при сжатии. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1.

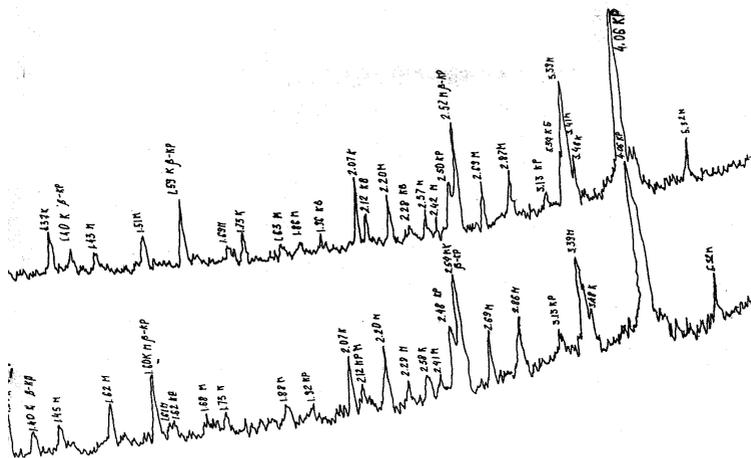
Влияние пропитки ортофосфорной кислотой на физико-механические свойства шамотного огнеупора

материал	Средняя плотность ρ , г/см ³ в числителе и предел прочности при сжатии (R), МПа в знаменателе образцов огнеупоров после термообработки при 200°С и последующего нагрева до температуры, °С.					
	200	500	800	1000	1200	1500
Шамот, не подвергнутый пропитке	1,93/20,60	2,01/19,70	2,08/23,70	2,05/20,80	19,60/2,03	2,08/29,60
Шамот пропитанный Н ₃ РО ₄	2,15/47,60	2,18/41,00	2,10/36,80	2,12/34,00	2,10/39,50	2,00/40,70

Керамзит, не подвергнутый пропитке	0,75/2,6	0,76/2,4	0,74/2,1	0,72/1,3	Образцы расплавились	-
Керамзит пропитанный H_3PO_4	1,1/3,8	1,03/4,8	1,05/4,5	1,13/4,9	1,12/5,2	-

Как видно из таблицы, прочность пропитанных образцов после нагрева возрастает в 1,5–2 раза, а средняя плотность повышается на 1–1,5 % [2, с. 38].

Образцы, пропитанные ортофосфорной кислотой увеличили прочность в связи с тем, что при термообработке образовались прочные минералы $AlPO_4$; $FePO_4$ и другие. Были сделаны рентгенограммы образцов из керамзита и шамотного кирпича, пропитанных ортофосфорной кислотой (рис. 3).



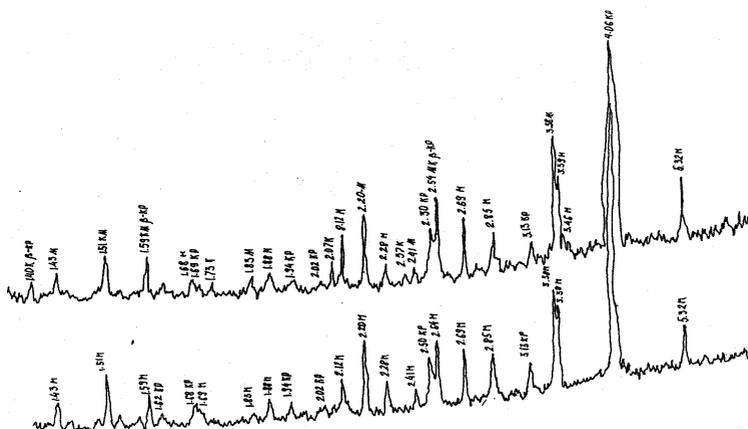


Рисунок 3. Рентгенограммы образцов шамота и керамзита, не пропитанных и пропитанных H_3PO_4 и обожженных при высоких температурах. 1 – Шамот, пропитанный H_3PO_4 , $t = 1500^{\circ}C$; 2 – Шамот, не пропитанный, $t = 1000^{\circ}C$; 3 – Керамзит не пропитанный, $t = 1000^{\circ}C$; 4 – Керамзит пропитанный H_3PO_4 , $t = 1000^{\circ}C$. Условные обозначения: М – муллит; КВ – кварц; КР – кристобалит; ШП – шинель; Г – гематит; КРБ – кристобалит; ФЖ – фосфат железа

Как видно из рентгенограмм, шамотные образцы, пропитанные H_3PO_4 и нагретые до температур 1000–1500 °С, образуют пики кристобалита $AlPO_4$. Так же присутствуют кристаллы муллита, кварца. Рост кристаллов происходит у образцов, пропитанных ортофосфорной кислотой.

Образцы керамзита, пропитанные ортофосфорной кислотой, имеют пики муллита, кварца, гематита, кристобалита – $AlPO_4$ и фосфата железа $FePO_4$, который образовался из гематита. Эти новообразования повышают огнеупорность керамзита до 1200 °С.

На основе результатов проведенных испытаний можно сделать вывод о том, что пропитка футеровки из шамотного кирпича раствором ортофосфорной кислоты оказывает положительное влияние на физико-термические показатели: прочность при сжатии и термическая стойкость возрастают в 1,5–2 раза.

Список литературы:

1. Хлыстов А.И., Соколова С.В. О службе шамотных огнеупоров в футеровке кеармзитобжигательных печей // Огнеупоры и техническая керамика. – 2007. – № 5. – С. 41–44.
2. Хлыстов А.И., Соколова С.В., Коннов М.В. Направленная структурно-химическая модификация – один из путей повышения физико-термических характеристик алюмосиликатных и высокоглиноземистых огнеупоров // Огнеупоры и техническая керамика. – 2010. – № 11–12. – С. 35–39.

СТРУКТУРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ ОГНЕУПОРОВ СИНТЕЗИРОВАННЫМИ ФОСФАТНЫМИ СВЯЗУЮЩИМИ

Соколова Светлана Владимировна

*доцент, канд. техн. наук,
Самарский государственный университет путей сообщения,
РФ, г. Самара*

Анцинова Юлия Александровна

*студент 3 курса
Самарский государственный университет путей сообщения,
РФ, г. Самара
E-mail: sokolova9967@mail.ru*

STRUCTURAL MODIFICATION ALYUMOSILIKATNYKH REFRACTORIES SYNTHESIZED PHOSPHATE BINDERS

Svetlana Sokolova

*cand. Tech. Sci., the senior lecturer the Samara state
University of means of communication,
Russia, Samara*

Julia Anzinova

*student the Samara state University of means of communication,
Russia, Samara*

АННОТАЦИЯ

Разработан способ структурной модификации алюмосиликатных огнеупоров с целью повышения их долговечности. Доказана возможность использования глиноземсодержащих и карбонатных шламов с целью синтеза фосфатных связующих.

ABSTRACT

The developed method of structural modification of aluminosilicate refractories with the aim of increasing their durability. Proved the possibility of using alumina-containing slime and carbonate for the purpose of synthesizing a phosphate binder.

Ключевые слова: шламы; фосфатные связки; синтезирование; нанотехногенное сырье.

Keywords: sludge; phosphate ligament; synthesizing; nanotechnologie raw materials.

В настоящее время для возведения футеровок печей и других тепловых агрегатов в основном используют штучные керамические огнеупоры. Актуальной задачей является разработка способа структурно-химической модификации футеровочных керамических огнеупоров, с целью повышения их физико-термических характеристик.

Используя ортофосфорную кислоту и шлам щелочного травления алюминия, можно получить ряд алюмофосфатных связок (АФС), образующиеся по следующим реакциям:

1. $(\text{Al}(\text{OH})_3 / 21 \%) + (\text{Zn}_3\text{PO}_4 / 79\%) = (\text{Al}(\text{H}_3\text{PO}_4)_3 / 85,5 \%) + (\text{Zn}_2\text{O} / 14,5 \%)$ (алюмофосфатная связка (АФС) – 1);

2. $(\text{Al}(\text{OH})_2 / 34,6 \%) + (\text{Zn}_3\text{PO}_4 / 65,4 \%) = (\text{Al}(\text{H}_3\text{PO}_4)_3 / 68,4 \%) + (\text{H}_2\text{O} / 31,6 \%)$ (алюмофосфатная связка (АФС) – 2).

Структурно-химическая модификация заключается в нагнетании в поры огнеупорных материалов водорастворимых фосфатных связок [1, с. 37]. Для ускорения пропиточного процесса огнеупоров был использован лабораторный вакуум-насос (рис. 1).

Предлагается технология структурно-химической модификации в автоклаве (рис. 2). Предполагается, что небольшая приставка к тоннельной печи в виде автоклава позволит получить из шамота муллитовый огнеупор.

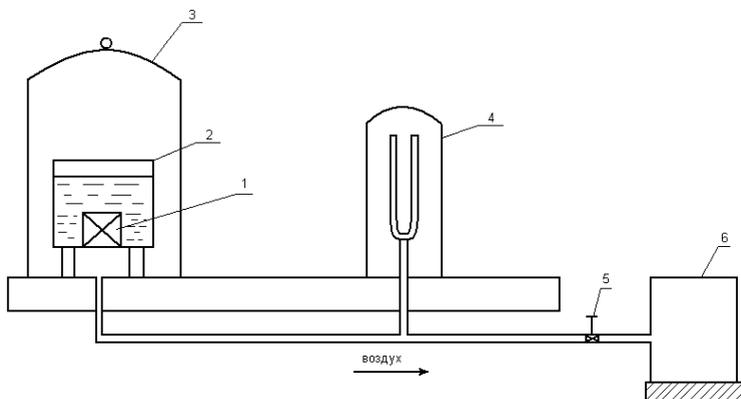


Рисунок 1. Схема вакуум-насоса: 1 – образец; 2 – сосуд; 3 – колокол; 4 – манометр; 5 – кран; 6 – компрессор

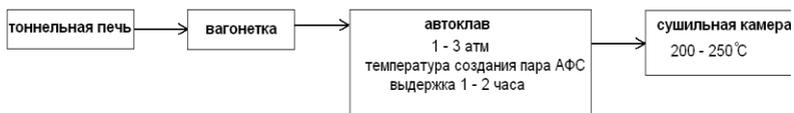
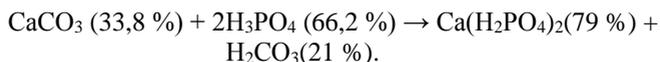


Рисунок 2. Технологическая схема структурно-химической модификации огнеупоров при автоклавной обработке

При синтезировании фосфатных связующих был использован карбонатный шлам водоочистки, который в основном состоит из CaCO_3 . Синтезирование кальцийфосфатной связки протекает следующим образом:



Рентгеновские исследования карбонатных и алюмокальциевых шламов выявили наличие большого количества кальцита – CaCO_3 (рис. 3 и рис. 4).

По способу образования и размерам частиц эти шламы можно отнести к нанотехнологическим материалам [2, с. 149].

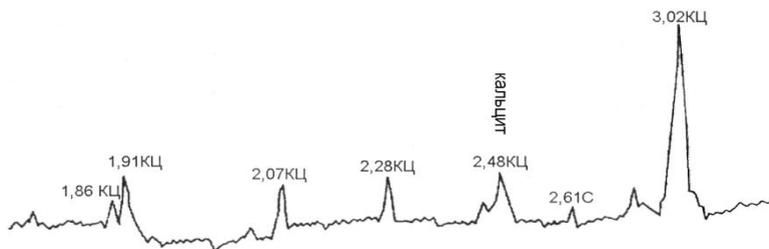


Рисунок 3. Рентгенограмма карбонатного шлама. Условные обозначения: КЦ – кальцит

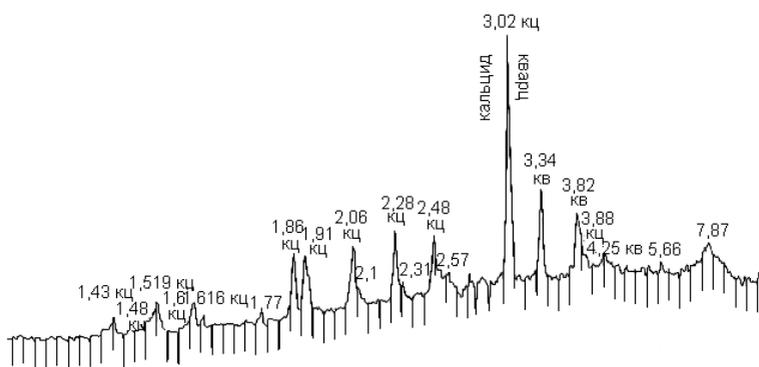


Рисунок 4. Рентгенограмма алюмокальциевого шлама. Условные обозначения: КЦ – кальцит; КВ – кварц

При смешивании шлама и ортофосфорной кислоты осуществляется экзотермическая реакция между компонентами нанотехногенного сырья и ортофосфорной кислотой. Этой фосфатной связке дали название алюмокальцийфосфатная (АКФС). При хранении в течение года в ней не происходит образование осадка. Ее можно приготавливать с плотностью от 1,15 до 1,65 г/см³.

Используя шлам щелочного травления алюминия в соединении с ортофосфорной кислотой, также можно изготовить высококачественные алюмофосфатные связки: $Al(H_2PO_4)$ и $Al_2(HPO_4)_3$. На рентгенограмме этого шлама (рис. 5) видно присутствие минерала гидроаргиллита $Al(OH)_3$.

Использование нанотехногенного сырья при синтезировании фосфатных связок дает возможность исключать такие сложные способы, как восстановление Cr_2O_3 в производстве АХФС.

Алюмокальцийфосфатная (АКФС) и алюмофосфатная (АФС) связки являются реакционно-активными составляющими в композициях огнеупорных материалов: жаростойких бетонов; растворов; набивных масс.

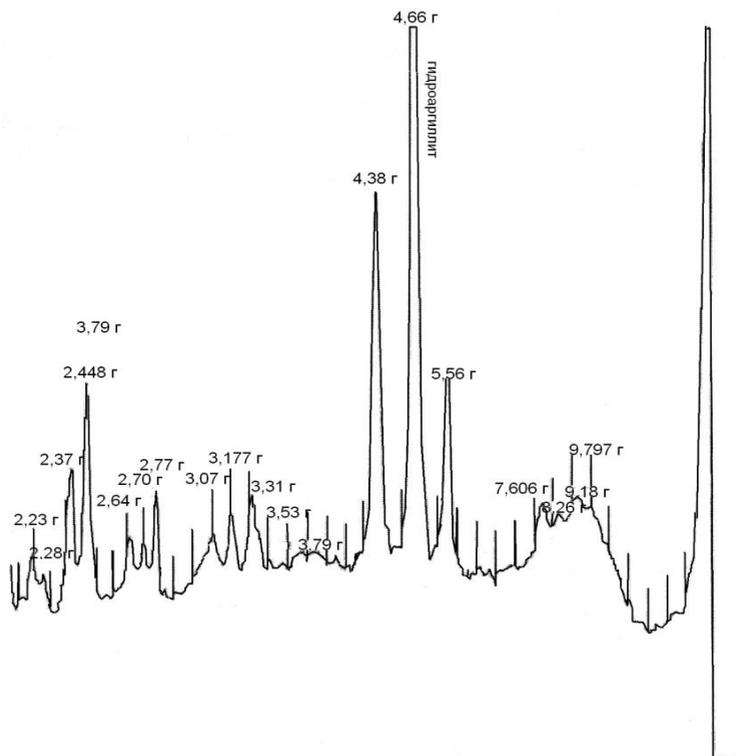


Рисунок 5. Рентгенограмма шлама щелочного травления алюминия. Условные обозначения: Г – гидроаргиллит $Al(OH)_3$

Список литературы:

1. Соколова С.В. Ремонт футеровок тепловых агрегатов жаростойкими композитами с помощью пропиточно-обмазочных технологий // Новые материалы и технологии в машиностроении. – 2014. – С. 146–149.
2. Хлыстов А.И., Соколова С.В., Коннов М.В. Направленная структурно-химическая модификация – один из путей повышения физико-термических характеристик алюмосиликатных и высокоглиноземистых огнеупоров // Огнеупоры и техническая керамика. – 2010. – № 11–12. – С. 35–39.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СОВРЕМЕННЫХ ВИДОВ БЕТОНА

Хамхоева Залина Магометовна

*ассистент кафедры строительных дисциплин
Ингушского государственного университета,
РФ, г. Магас*

E-mail: alinas85@inbox.ru

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN PRODUCTION OF MODERN TYPES OF CONCRETE

Zalina Khamkhoeva

*assistant of the Department of Construction Disciplines
of Ingush State University,
Russia, Magas*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены инновационные технологии в производстве современных видов бетона. На основе метода обобщения получена классификация инновационных технологий, которые позволяют изменять структуру бетона на различных уровнях. Приведены эксплуатационно-технические характеристики бетона, которые можно повышать за счет использования результатов инновационных разработок.

ABSTRACT

Innovative technologies in the production of modern types of concrete have considered in this paper. The classification of innovative technologies that allow changing the concrete structure at various levels obtained on the basis of generalizations. Operational and technical characteristics of the concrete which can be enhanced through the use of the results of innovative developments have provided.

Ключевые слова: высокотехнологичные бетоны; самоуплотняющиеся бетоны; высокодеформативные бетоны; суперпластифицирующие добавки; зеленый бетон.

Keywords: high-performance concrete; self-compacting concrete; strain hardening cement-based concrete; superplasticizers; green concrete.

Бетон является основным конструкционным материалом, объемы производства которого в мире составляют более 3-х млрд. кубометров в год [3]. Благодаря современным инновационным технологиям в области создания химических добавок, армирования, совершенствования помольного оборудования за последние три десятка лет было разработано большое количество новых видов бетона: высокопрочные, самоуплотняющиеся, высокодеформативные, текстиль-армированные бетоны и др.

Составы этих бетонов проектируются в рамках концепции «зеленого бетона» [6]. Одним из критериев оценки бетона в рамках этой концепции становится показатель удельного расхода портландцемента на 1 МПа прочности, в отличие от традиционного показателя – расхода портландцемента на 1 куб. метр бетона.

Повышение прочности бетона при одновременном снижении расхода портландцемента стало возможно благодаря использованию результатов инновационных разработок, что способствовало изменению структуры бетона на различном уровне: макро-, микро-, и наноуровне.

Большая часть конструкционного бетона производится на основе портландцемента. В рамках концепции «зеленого бетона» стремятся по возможности большую часть портландцемента заменить молотыми минеральными добавками без снижения технических характеристик бетона. Благодаря созданию принципиально нового помольного оборудования появилась возможность получения минеральных добавок с очень высокой тонкостью помола. В связи с этим, ряд минеральных добавок из «инертных» стали «активными», т. е. они стали взаимодействовать с продуктами гидратации портландцемента. Одной из таких добавок является молотый кварцевый песок – один из обязательных компонентов в составе высокопрочных и самоуплотняющихся бетонов [4–5].

Для получения тонкодисперсных минеральных частиц из горных пород и побочных продуктов промышленности используют планетарные шаровые мельницы, центробежно-эллиптические мельницы. Использование эффективного классификатора для разделения в воздушных потоках дисперсных материалов позволяет регулировать гранулометрический состав минеральных порошков (классификатор центробежно-динамический) и снижать энергозатраты мельницы.

Благодаря инновационным технологиям происходят изменения в оценке тонкости помола вяжущих и минеральных порошков. Традиционно тонкость помола оценивается остатком на стандартном сите или удельной поверхностью порошка. В настоящее время

гранулометрический состав молотой минеральной добавки или цемента можно эффективно определить с помощью лазерного дифракционного анализатора размера частиц (Helos, MicroSizer 201, Analisette 22).

Обладая информацией о гранулометрическом составе минерального порошка, создаются цементные матрицы с высокой плотностью упаковки частиц, что способствует повышению прочности бетона. Благодаря этому были разработаны реакционно-порошковые бетоны.

Следует отметить, что современные виды бетонов нельзя создать без эффективных пластифицирующе-водоредуцирующих добавок. Суперпластификаторы на поликарбоксилатной основе были впервые запатентованы в Японии в 1981 году [5]. Благодаря использованию этих суперпластификаторов японскими учеными была сформулирована концепция самоуплотняющегося бетона, а сам бетон нашел практическое применение при строительстве моста Akashi-Kaikyo.

Современные исследования направлены на получение конструкционного бетона, армированного текстильными материалами, и воспринимающего высокие несущие нагрузки, в том числе динамические. Инновационной технологией стало применение композитной арматуры взамен металлической [2]. Волокна и текстиль обеспечивают трехмерное укрепление бетона. Основные преимущества текстиль-армированного бетона состоят в следующем: отсутствие коррозии и повышенная долговечность, более тонкие и легкие конструкции, возможность создания сложных форм за счет хорошей гибкости.

Рассмотрим инновационные технологии в производстве современных видов бетона. На основе метода обобщения можно классифицировать инновационные технологии по влиянию на структуру бетона на различных уровнях (таблица 1). Также в таблице приведены эксплуатационно-технические характеристики бетона, которые можно повышать за счет использования результатов инновационных разработок.

Таблица 1.

Инновационные технологии в производстве современных видов бетона

Уровень структуры бетона	Элемент структуры	Инновационная технология	Эффект	Эксплуатационно-технические характеристики бетона
Макро-уровень	Крупный заполнитель	Обработка поверхности заполнителя суперпластификатором на поликарбонкислатной основе	Хорошая адгезия цементного камня к заполнителю	Повышение прочности, морозостойкости, долговечности
	Поры	Самоуплотняющаяся бетонная смесь	Поверхность затвердевшего бетона гладкая, без раковин	
	Арматура	Композитная арматура, полимерный текстиль	Трехмерное упрочнение бетона	Повышение динамической прочности
Микро-уровень	Цементный камень	Армирование минеральными волокнами длиной 1–5 мм и диаметром 10–50 мкм (стекловолокно, базальтовое волокно и др.)	Дисперсное армирование цементного камня на микроуровне	Повышение предела прочности при растяжении, изгибе, ударной прочности
	Капиллярные поры	Использование тонкодисперсных минеральных добавок совместно с суперпластификатором	Повышение плотности упаковки частиц	Повышение прочности, морозостойкости, долговечности
Субмикроуровень	Кристаллогидратные сростки	Выращивание игольчато-волокнистых кристаллов при гидратации цемента	Дисперсное армирование цементного камня на субмикроуровне	Повышение предела прочности при изгибе
	Субкапиллярные поры	Синергетический эффект от совместного использования суперпластификатора на поликарбонкислатной основе и реологически эффективной минеральной добавки	Повышение плотности цементного камня	Повышение прочности, морозостойкости, водонепроницаемости

Нано-уровень	Кристалло-гидратные сростки	Введение в состав бетона наноразмерных волокон углерода [1], хризотила и др. длиной 500–700 нм и диаметром 5–20 нм	Дисперсное армирование цементного камня на наноуровне	Повышение предела прочности при сжатии и изгибе, снижение трещино-стойкости
--------------	-----------------------------	--	---	---

Таким образом, рассмотрев различные инновационные технологии в области получения современных видов бетона, можно заключить, что в развитии технологии бетона произошел значительный рывок. Это позволяет создавать новые конструкции и архитектурные решения. Многие из рассмотренных в работе инновационных технологий были использованы при строительстве небоскребов ММДЦ «Москва-Сити».

Список литературы:

1. Карпова Е.А., Али Э.М., Скрипюнас Г., Керене Я., Кичайте А., Яковлев Г.И., Мацяускас М., Пудов И.А., Алиев Э.В., Сеньков С.А. Модификация цементного бетона комплексными добавками на основе эфиров поликарбоната, углеродных нанотрубок и микрокремнезема // Строительные материалы. – 2015. – № 2. – С. 40–48.
2. Композитная арматура. Патент RU2405092, Дата опубл.: 27.11.2010 Бюл. 33
3. Мюллер К., Пальм С. Рост прочности и долговечность цементов с повышенным содержанием известняка. / Цемент и его применение. – 2013. – № 2. – С. 36–39.
4. Петрова Т.М., Серенко А.Ф., Джаши Н.А., Смирнова О.М. Самоуплотняющиеся бетоны: история и современность // Строительный тендер. – 2009. – № 40–41. – С. 44–46.
5. Смирнова О.М. Высококачественные бетоны для предварительно напряженных железобетонных подрельсовых конструкций // автореферат дис. кандидата технических наук: 05.23.05 / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2013.
6. Mohammed S. Imbabi, Collette Carrigan, Sean McKenna. Trends and developments in green cement and concrete technology // International Journal of Sustainable Built Environment, Volume 1, Issue 2, December 2012, Pages 194–216.
7. Nippon Shokubai Co., Ltd. Cement Dispersant 1981 JP, Sho 59-18338.

СЕКЦИЯ 5.

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

ВЛИЯНИЕ ШОКОВОЙ ЗАМОРОЗКИ НА КАЧЕСТВО И ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ И ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ

Коротков Владислав Георгиевич

*д-р техн. наук, профессор кафедры
Машины и аппараты пищевых и химических производств
Оренбургского государственного университета,
РФ, г. Оренбург
E-mail: fpp@mail.osu.ru*

Кишкилев Сергей Владимирович

*магистрант Оренбургского государственного университета,
РФ, г. Оренбург
E-mail: SergeyGray@gmail.com*

Мартынов Николай Николаевич

*студент Оренбургского государственного университета,
РФ, г. Оренбург
E-mail: yoshod2@list.ru*

Мартынова Дарья Владимировна

*аспирант Оренбургского государственного университета,
РФ, г. Оренбург
E-mail: DashyliaTimofeeva@gmail.com*

Панов Евгений Игоревич

*аспирант Оренбургского государственного университета,
РФ, г. Оренбург
E-mail: lysiij@yandex.ru*

**IMPACT ON QUALITY SHOCK FREEZING
AND ENERGY-INTENSIVE PROCESS
OF CRUSHING GRAIN RAW MATERIAL
AND SECONDARY MATERIAL RESOURCES FOOD
PRODUCTION VARIOUS TYPES FLOWING**

Vladislav Korotkov

*doctor of technical sciences, professor of Machines and equipment
for food and chemical industries of the Orenburg State University,
Russia, Orenburg*

Sergey Kishkilev

*undergraduate Orenburg State University,
Russia, Orenburg*

Nikolai Martynov

*student Orenburg State University,
Russia, Orenburg*

Darya Martynova

*post-graduate of the Orenburg State University,
Russia, Orenburg*

Evgeny Panov

*post-graduate of the Orenburg State University,
Russia, Orenburg*

АННОТАЦИЯ

Результаты экспериментальных исследований показали, что наиболее эффективно применять в линии экструдированных кормов для измельчения исходного сырья дробилку роторного типа. Полученные результаты показали эффективность применения разработанной установки. На основании результатов исследований предложена конструкция дробилки с возможностью применения в ней шоковой заморозки сырья.

ABSTRACT

The results of experimental studies have shown that most effectively applied in the line of extruded feed for grinding raw material crusher rotor type. The results showed the effectiveness of the developed system. Based

on the results of studies proposed crusher design with the ability to use it for shock freezing raw materials.

Ключевые слова: Зерно; размол; шелуха; охлаждение; замораживание; энергоемкость.

Keywords: grain; grinding; hulls; cooling; freezing; energy consumption.

К основному сырью комбикормовой промышленности относится зерно, а также побочные продукты зерноперерабатывающих предприятий – отруби, мучка, лузга и др. Для эффективного использования питательных веществ комбикормов их компоненты (зерно, зерновую смесь, сырье животного и минерального происхождения) подвергают измельчению в молотковых дробилках, вальцовых станках, установках дезинтеграторного типа [5].

В настоящее время в агро-промышленном комплексе жестко стоит проблема снижения стоимости производства кормов без снижения их качества. Этого можно достичь уменьшением энергоемкости основных производственных процессов путем применения криогенных технологий [1].

Совершенствование процесса получения экструдированных смесей и добавок возможно за счет более эффективной подготовки основных компонентов путем включения такой дополнительной технологической операции, как предварительная шоковая заморозка до температур от минус 100⁰С до минус 130⁰С, перед измельчением.

В процессе исследования было выяснено, что если температура зерна отрицательна (-10⁰С и ниже), то свободная и связанная влага, всегда находящаяся в порах, капиллярах и межклеточных пространствах зерна, превращаясь в лед и расширяясь, расшатывает структуру зерна и ослабляет связи между его составными частями. Зерно становится менее вязким и пластичным, увеличивается его хрупкость [3]. Сумма этих двух однозначно действующих факторов (расшатывание структуры и повышение хрупкости зерна) обуславливает резкое уменьшение сопротивляемости зерна измельчению [2].

Цель исследования состояла в выявлении наиболее эффективного устройства для измельчения зерна, побочных продуктов переработки и вторичных материальных ресурсов (ВМР), как с точки зрения энергозатрат, так и со стороны качества измельченного продукта, подвергнутого шоковой заморозке.

Для проведения исследований использовали несколько видов измельчающих устройств: молотковая дробилка, роторная дробилка

непрерывного действия (измельчитель зерна «Фермер», конструкция ООО «Уралспецмаш»)), роторная дробилка периодического действия, вальцевый станок. Кроме того, для проведения исследований применялась роторная дробилка оригинальной конструкции периодического действия и конусная дробилка.

Объектом исследований являлся процесс измельчения следующих видов зерна и побочных продуктов его переработки на перечисленных выше измельчителях:

- пшеница мягких сортов Саратовская 29 с начальной влажностью 6,3 %;
- ячмень сорта Виннер с начальной влажностью 6,2 %;
- пшеничные отруби с начальной влажностью 10,0 %;
- лузга подсолнечника с начальной влажностью 7,0 %;
- гречишная лузга с начальной влажностью 7,2 %.

Методика проведения экспериментального исследования заключалась в следующем. Отвешивали навеску зерна заданной массы – 1 кг. Для конусной дробилки, в виду ее малых габаритов и небольшой производительности, навеска составляла 100 грамм. Далее полученную навеску увлажняли в течение 30 минут до влажности 14, 16, 18 и 20 % с последующим отволаживанием в течение 18 часов. Подготовленные таким образом образцы измельчали на перечисленных видах измельчающих машин. Во время работы дробилок замеряли производительность и потребляемую мощность.

Кроме того, в ходе исследований сырье замораживали до температуры минус 100 °С и минус 130 °С. Заморозку осуществляли с применением жидкого азота в промышленном морозильнике. Контроль температуры осуществлялся с помощью газового манометрического термометра. Предварительно перед заморозкой сырье увлажняли в диапазоне 14–20 % в течение 18 часов с последующим отволаживанием.

Измельчение зерна на роторной дробилке периодического действия осуществляли в течение 60 с.

Оценивали качество измельчения стандартными методиками. Гранулометрический состав измельченного продукта определяли согласно ГОСТ 13496.8-72 «Методы определения крупности размола и содержания неразмолотых семян культурных и дикорастущих растений».

Производительность измельчителя Q определялась массой зернового продукта, загруженного в рабочую камеру измельчителя, и временем, в течение которого она подвергалась разрушению

под воздействием рабочих органов до крупности, заданной оператором, т. е.

$$Q = \frac{m}{t}, \quad (1)$$

где: m – масса навески зерна, загруженного в рабочую камеру измельчителя, кг;

t – время измельчения, час.

Энергоемкость процесса измельчения определяли как количество энергии, затраченной на проведение процесса измельчения заданной массы продукта до необходимой крупности.

Энергоемкость процесса измельчения рассчитывается по известной формуле [2]:

$$W = \frac{N_1 + N_2}{Q}, \quad (2)$$

где: N_1 – мощность процесса измельчения, кВт;

N_2 – мощность процесса заморозки, кВт;

Q – производительность процесса измельчения, кг/час.

Результаты исследований показали, что наиболее эффективно, с точки зрения энергозатрат, измельчение проводить на роторной дробилке (конструкция ООО «Уралспецмаш»). Из анализа таблиц 1–4 можно сделать вывод, что при практически одинаковой производительности роторная дробилка наименее энергоемка. Причем эта закономерность характерна для обоих видов измельчаемого зерна и при измельчении лузги. Например, при измельчении зерна пшеницы Саратовская 29 энергоемкость роторной дробилки при влажности зерна $W=14\%$ в 2 раза (а при влажности $W=20\%$ – в 3 раза) ниже, чем энергоемкость молотковой дробилки.

На вальцевом станке зерно измельчается при затратах энергии сопоставимых с роторной дробилкой, но при меньшей производительности. Производительность вальцевого станка меньше относительно роторной дробилки \approx в 3,5 раза. Причем, прослеживается достаточно четкая тенденция: с увеличением влажности зерна от 14 до 20 % производительность вальцевого станка падает, например, для ячменя с 26,3 до 16,9 кг/ч.

Необходимо отметить, что роторная дробилка, используемая в наших исследованиях более компактна, менее энергоемка,

металлоемка и мобильна. Немаловажные достоинства роторной дробилки – более простая замена рабочего органа, в случае его износа, и менее трудоемкая операция балансировки ротора.

Таблица 1.

**Измельчение зерна пшеницы Саратовская 29 с влажностью
W=14 %**

Конструкция измельчителя	Время t , с	Масса m , кг	Энергоемкость, кВт·ч/кг	Производительность Q , кг/ч
Молотковая	22,4	1	0,0183	160,7
Роторная	33,6	1	0,0091	107,1
Конусная	505	0,1	0,5683	0,72
Вальцевый станок	106,4	1	0,0589	33,8

Таблица 2.

**Измельчение зерна пшеницы Саратовская 29 с влажностью
W=20 %**

Конструкция измельчителя	Время t , с	Масса m , кг	Энергоемкость, кВт·ч/кг	Производительность Q , кг/ч
Молотковая	42,4	1	0,0352	84,9
Роторная	44	1	0,0115	81,8
Конусная	233	0,1	0,3162	1,6
Вальцевый станок	181,8	1	0,1016	19,8

Таблица 3.

Измельчение зерна ячменя сорт Виннер с влажностью W=14 %

Конструкция измельчителя	Время t , с	Масса m , кг	Энергоемкость, кВт·ч/кг	Производительность Q , кг/ч
Молотковая	52,4	1	0,0428	68,7
Роторная	42,5	1	0,0116	84,7
Конусная	–	–	–	–
Вальцевый станок	137	1	0,0756	26,3

Таблица 4.

Измельчение зерна ячменя сорт Виннер с влажностью $W=20\%$

Конструкция измельчителя	Время t , с	Масса m , кг	Энергоемкость, кВт·ч/кг	Производительность Q , кг/ч
Молотковая	52,4	1	0,0428	68,7
Роторная	42,5	1	0,0116	84,7
Конусная	—	—	—	—
Вальцевый станок	137	1	0,0756	26,3

В результате исследований измельчения зерна при шоковой заморозке были получены следующие данные: не для каждого измельчающего устройства заморозка сырья положительно влияет на производительность и обеспечивает снижение удельной энергоемкости. Это можно объяснить не только биохимическим составом продукта, но и видом воздействия, с помощью которого происходит измельчение.

В таблице 5 приведены результаты измельчения замороженного ячменя, а в таблицах 6 и 7 – результаты измельчения замороженной лузги подсолнечника в трех видах дробилок.

В результате экспериментальных исследований установлено, что в некоторых случаях, например, при измельчении ячменя отрицательные температуры оказывают существенное влияние на производительность дробилок и удельные энергозатраты по сравнению с не замороженным зерном. Так, например, производительность молотковой дробилки увеличилась на 30 %, а энергоемкость снизилась на 30 %, производительность роторной дробилки увеличилась на 15 %, энергоемкость снизилась на 13 %.

Таблица 5.

Измельчение предварительно охлажденного зерна ячменя сорт Виннер с влажностью $W=14\%$ ($t=-100\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Конструкция измельчителя	Производительность Q , кг/ч	Энергоемкость, кВт·ч/кг
Молотковая	96,4	0,03
Роторная	100	0,01
Вальцевый станок	22,5	0,09

Таблица 6.
Измельчение подсолнечной лузги с влажностью $W=14\%$ ($t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Конструкция измельчителя	Производительность Q , кг/ч	Энергоемкость, кВт·ч/кг
Молотковая	7,6	0,36
Роторная	10,3	0,06
Вальцевый станок	5,5	0,37

Таблица 7.
Измельчение предварительно замороженной ($t=-130\text{ }^{\circ}\text{C}$) подсолнечной лузги с влажностью $W=14\%$

Конструкция измельчителя	Производительность Q , кг/ч	Энергоемкость, кВт·ч/кг
Молотковая	8,9	0,34
Роторная	4,1	0,15
Вальцевый станок	4,5	0,45

Производительность роторной дробилки на зерне ячменя при стандартной влажности 14 %, несколько выше, чем молотковой. Например, производительность молотковой дробилки – 68,7 кг/ч, а для роторной 84,7 кг/ч. Причем, для замороженного ячменя эта тенденция также имеет место. Указанную особенность можно объяснить следующим: ячмень содержит значительное количество клетчатки, которая находится в наружных пленках. Поэтому для кормления молодняка животных и птиц используют шелушенное зерно, полученное различными способами механического воздействия.

Измельчение замороженной подсолнечной лузги также приводит к росту производительности дробилок. При этом молотковая дробилка имеет более высокую производительность, что можно объяснить конструктивными особенностями рабочих органов и химическим составом сырья.

На вальцевом станке ячмень и лузга измельчаются при более высоких затратах энергии и при меньшей производительности, причем прослеживается достаточно четкая тенденция: с увеличением влажности зерна от 14 до 20 % и заморозке, производительность вальцевого станка падает.

На основании результатов исследований предложена конструкция дробилки с возможностью применения в ней шоковой

заморозки сырья (рис. 1). Данная установка позволяет объединить в одной машине несколько воздействий на зернопродукты [4].

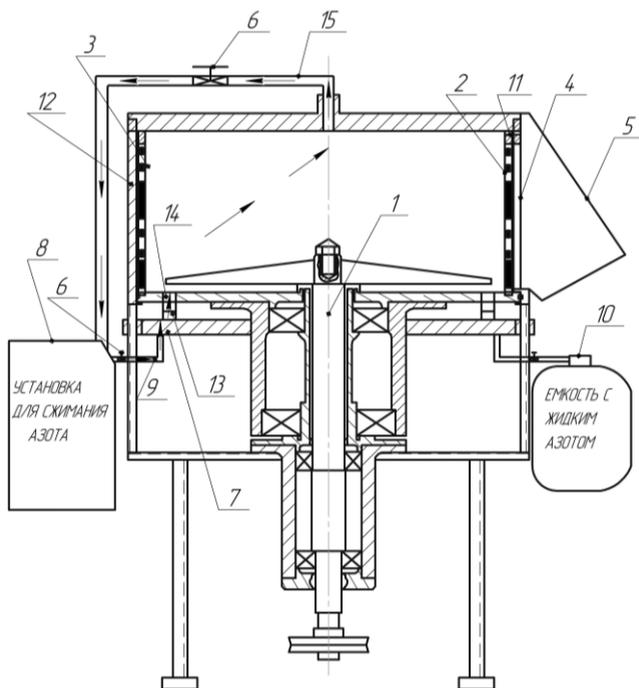


Рисунок 1. Конструкция дробилки с возможностью осуществления операции шоковой заморозки. 1 – вращающийся ротор; 2 – сегменты в виде решета; 3 – внутренние поверхности боковых стенок, 4 – отверстие; 5 – выходной патрубок; 6 – вентиля; 7 – коллектор; 8 – установка для сжатия азота; 9 – трубопровод; 10 – емкость с жидким азотом, 11 – корпус рабочей камеры; 12 – неподвижный корпус установки; 13 – патрубок, 14 – технологические отверстия; 15 – трубопровод

Из проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее эффективно применять в линии экструдированных кормов для измельчения исходного сырья дробилку роторного типа, так как при практически одинаковой производительности роторная дробилка наименее энергоемка. При измельчении зерна пшеницы Саратовская 29 энергоемкость роторной дробилки при влажности

зерна $W=14\%$ в 2 раза (а при влажности $W=20\%$ – в 3 раза) ниже, чем энергоёмкость молотковой дробилки. Производительность вальцевого станка \approx в 3,5 раза ниже при сопоставимых затратах энергии.

2. Заморозка исходного сырья с последующим измельчением перед основными технологическими операциями позволяет проводить технологический процесс более эффективно, снизить энергозатраты на получение продукции. Производительность молотковой дробилки увеличилась на 30 %, а энергоёмкость снизилась на 30 %, производительность роторной дробилки увеличилась на 15 %, энергоёмкость снизилась на 13 %.

3. Измельчение замороженной подсолнечной лузги также приводит к росту производительности дробилок. При этом молотковая дробилка имеет более высокую производительность, что можно объяснить конструктивными особенностями рабочих органов и химическим составом сырья.

4. На основании результатов исследований предложена конструкция дробилки с возможностью применения в ней шоковой заморозки сырья.

Список литературы:

1. Кишкилев С.В. Исследование переработки зернового сырья на технологической линии при применении криогенных технологий / С.В. Кишкилев и др. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ООО ИПК "Университет", 2015. – С. 939–947. – CD-R. ISBN 978-5-7410-1180-5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: <http://conference.osu.ru/archive/publications.html?detailed=11> (дата обращения 12.11.2015).
2. Коротков В.Г. Вторичные материальные ресурсы маслособывающих производств / В.Г. Коротков, и др. // Хранение и переработка сельхозсырья, – 2008, – № 6, – с. 27–29.
3. Попов В.П. Технология получения экструдированных кормов с применением гречишной и подсолнечной лузги / В.П. Попов, и др. // Журн. «Хранение и переработка сельхозсырья» № 4 – 2013 г., С. 47–49 ISSN 2072-9669.
4. Попов В.П., Антимонов С.В., Кишкилев С.В., Тимофеева Д.В., Колотвин А.В. Дробилка // Патент России № 2517231. 2014. Бюл. № 15.
5. Тимофеева Д.В. Оптимизация изменения агрегатного состояния сырья в процессе экструзии / Д.В. Тимофеева, и др. // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 3. – С. 225–229. – ISBN 1814-6457.

СЕКЦИЯ 6.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОКОПЧЕНЫХ МЯСОПРОДУКТОВ

Сон Оксана Михайловна

канд. техн. наук, доцент
Дальневосточного федерального университета,
РФ, г. Владивосток
E-mail: oksana_son@bk.ru

Гаврилова Наталья Владимировна

главный технолог ООО «Ратимир»,
РФ, г. Владивосток
E-mail: gavrilova.n@ratimir-tm.com

Числова Вероника Владимировна

магистрант Дальневосточного федерального университета,
РФ, г. Владивосток
E-mail: vera-chislova@yandex.ru

Текутьева Людмила Александровна

доцент, канд. техн. наук, зав. кафедрой товароведения и экспертизы
товаров ШЭМ Дальневосточного федерального университета,
РФ, г. Владивосток
E-mail: lat7777@mail.ru

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF SMOKED MEAT PRODUCTION

Oksana Son

*Ph.D., associate professor of the Far Eastern Federal University,
Russia, Vladivostok*

Natalia Gavrilova

*chief Technologist of "Ratimir"
Russia, Vladivostok*

Veronika Chislova

*undergraduate Far Eastern Federal University,
Russia, Vladivostok*

Ludmila Tekuteva

*associate Professor, Ph.D., Head. chair of commodity research and
examination of goods SHEM Far Eastern Federal University,
Russia, Vladivostok*

*Исследование выполнено при поддержке ДВФУ, проект
№ 14-08-01-11_у".*

АННОТАЦИЯ

Одним из перспективных направлений пищевой индустрии в настоящее время является производство обогащенных продуктов питания с использованием БАВ и БАД гидробионтов. В работе рассмотрено применение БАД «Моллюскам» в рецептуре сырокопченых ветчин.

ABSTRACT

Currently one of the promising directions of the food industry is production of the food products enriched with dietary supplements on the basis of aquatic organisms. The paper considers the use of dietary supplement "Molluskam" in the smoked hams formulation.

Ключевые слова: функциональные продукты питания; сырокопченный мясopодукт; биологически активная добавка «Моллюскам»; антиоксидантная активность.

Keywords: functional foods; smoked meat product; dietary supplement "Molluskam"; antioxidant activity.

В современной пищевой индустрии перспективными направлением является производство продуктов питания из нетрадиционного сырья, содержащего широкий спектр ценных микронутриентов, необходимых для сохранения или восстановления здоровья человека. Перспективными объектами для изготовления продуктов сбалансированного питания являются биологически активные вещества (БАВ) и биологически активные добавки (БАД) на основе гидробионтов. Согласно литературным данным, морские беспозвоночные, в частности моллюски, содержат уникальные биологические вещества различной природы. Они характеризуются высоким содержанием витаминов, микроэлементов, макроэлементов. Вытяжки из гидробионтов в сочетании с мясным сырьем позволяют создать новые, сбалансированные по составу, продукты, полезные для организма. Морских беспозвоночных с глубокой древности применяли для лечения злокачественных новообразований. Однако только в 80-е гг. XX века морские гидробионты как источник разнообразных БАВ стали объектом внимания ученых [1]. БАВ были получены из различных моллюсков: мерценарии, устрицы, трубача, морской улитки и др.

Учитывая высокое содержание ненасыщенных жирных кислот в липидной фракции мяса птицы, особенно актуальна проблема защиты липидной части мясопродуктов от окислительной порчи. Окислительная порча приводит к сокращению сроков хранения и снижению пищевой ценности готового продукта. Эта проблема должна решаться не только путем широкого использования холодильных установок, упаковки и др., но и более активными и эффективными методами, а именно, путем торможения и подавления окислительных процессов различными БАВ. Важно отметить, что используемые БАВ должны быть не синтетическими препаратами, которые подчас неприемлемы для использования в пищевых продуктах, а препаратами природного происхождения. Гидробионты, особенно беспозвоночные (ракообразные, моллюски, иглокожие и др.), а также их отходы, содержат значительное количество уникальных БАВ (каротиноиды, фосфолипиды, сапонины (тритерпеновые гликозиды) и др.), которые обладают антиоксидантной биологической активностью [2].

В связи с вышеизложенными данными была проведена научная работа, целью которой является совершенствование технологии производства сырокопченых мясопродуктов за счет применения природных антиоксидантов, полученных из гидробионтов. В результате была разработана рецептура сырокопченого реструктурированного продукта на основе мяса птицы.

В качестве природного антиоксиданта для обогащения мясного продукта была использована в качестве ингредиента рецептуры БАД к пище «Моллюскам», разработанная в Тихоокеанском научно-исследовательском рыбохозяйственном центре (г. Владивосток) из двухстворчатых моллюсков и их отдельных органов. Основным технологическим этапом получения БАД «Моллюскам» является **ферментативный** гидролиз, в результате которого конечный продукт обогащается олигопептидами и свободными аминокислотами. Общее содержание свободных аминокислот достигает 60,6–63,4 %. В составе БАД «Моллюскам» обнаружены все незаменимые аминокислоты, а также таурин, не входящий в состав белка и обладающий широким спектром биологического действия [4]. Аминокислотный состав БАД «Моллюскам» представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Аминокислотный состав БАД «Моллюскам»

Наименование аминокислоты	% сухой массы БАД «Моллюскам»
Незаменимые аминокислоты	
Лизин	4
Лейцин	4
Фенилаланин	3
Триптофан	3
Треонин	3
Валин	2,5
Изолейцин	2
Метионин	2
Частично заменимые аминокислоты	
Аргинин	4
Гистидин	1
Заменимые аминокислоты	
Глицин	11
Глутаминовая кислота	4
Аланин	3
Аспарагиновая кислота	3
Серин	1,5
Тирозин	1
Пролин	1
Таурин	8

БАД «Моллюскам» обладает антиоксидантными свойствами, повышает общую сопротивляемость организма, обладает способностью ускорять выведение из организма радионуклидов, стимулирует

работу головного мозга. БАД содержит комплекс природных аминокислот и микроэлементов (с добавлением микроцеллюлозы, глюкозы и витамина С). Преимуществом «Моллюскам» является наиболее высокое содержание свободных аминокислот (до 70 %). Согласно литературным данным, применение пищевой БАД «Моллюскам» в производстве сырокопченых мясopодуkтов обеспечивает наибольшую антиоксидантную активность [3].

БАД вводили на стадии составления фарша в составе посолочной смеси из расчета 96 грамм добавки, что в перерасчете составило 15 грамм основного вещества «Моллюскам» на 100 кг несоленого сыpья.

Рецептуры сырокопченых реструктурированных ветчин (контрольного и опытного образцов) представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Рецептуры реструктурированных ветчин из мяса птицы

Наименование сыpья	Реструктурированный продукт (ветчина из мяса птицы – контрольный образец)	Реструктурированный продукт (ветчина из мяса птицы) с добавлением БАД «Моллюскам» (опытный образец)
Мясо птицы кусковое (15–25 мм), кг	100,0	100,0
Нитритно-посолочная смесь, г	2800	2800
Стартовые культуры «СтартСтар», г	20	20
БАД «Моллюскам», г	-	96

Согласно результатам исследования, контрольный и опытный образцы сырокопченых ветчин содержат в своем составе все незаменимые свободные аминокислоты. Общее содержание незаменимых свободных аминокислот в опытном образце в 4 раза больше, чем в контрольном образце. Так же в опытном образце сырокопченной ветчины, в отличие от контрольного образца, содержится свободная аминокислота таурин, которая является мощным антиоксидантом.

Было изучено состояние липидной фракции по величине перекисного числа контрольного и опытного образцов. Так к 15-м суткам термостатирования величина перекисного числа у контрольного образца составила 0,92, у опытного – 0,186. На основании полученных данных можно сделать вывод, что БАД к пище «Моллюскам» снижает степень

окислительной порчи жира. Проблема защиты липидной части сырокопченых мясопродуктов от окислительной порчи особенно актуальна, учитывая длительное хранение таких продуктов.

Список литературы:

1. Беседнова Н.Н. Морские гидробионты – потенциальные источники лекарств // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2014. № 3(57). – С. 4–10; [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: https://yadi.sk/d/_LGO1rdNUSAT5
2. Новикова М.В. Разработка технологии получения биологически активных добавок из гидробионтов и отходов их разделки: дис. канд. техн. наук: 05.18.04 /М.В. Новикова. – М., 2003. – 154 с.
3. Текутьева Л.А. Сырокопченый мясопродукт, обогащенный БАВ из гидробионтов // Пищевая промышленность. – 2012. – № 11. – С. 58–60.
4. Хлебников В.И. Влияние биологически активной добавки «Моллюскам» на гидролитические и окислительные процессы в жирах/В.И. Хлебников, С.Ю. Дмитриенко, Т.Г. Кузнецова// Мясная индустрия. – 2004. – № 2. – С. 30–32.

СЕКЦИЯ 7.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СБОРА ПЭТ-ТАРЫ

Мухамадеева Раиля Минибулатовна

канд. техн. наук, доцент
Кокшетауского университета им. Абая Мырзахметова,
Республика Казахстан, г. Кокшетау
E-mail: raulia@list.ru

Баязитова Зульфия Ерзатовна

канд. биол. наук, доцент
Кокшетауского университета им. Абая Мырзахметова,
Республика Казахстан г. Кокшетау

Жапарова Саягуль Бекетовна

канд. техн. наук, доцент
Кокшетауского университета им. Абая Мырзахметова,
Республика Казахстан, г. Кокшетау

INVESTIGATION OF METHODS OF COLLECTION OF THE PLASTIC PAKING

Railya Mukhamadeyeva

*candidate of technical sciences Associate Professor
of Kokshetau Abay Myrzakhmetov University,
Republic of Kazakhstan, Kokshetau*

Zulfiya Bayazitova

*candidate of biological sciences Associate Professor
of Kokshetau Abay Myrzakhmetov University,
Republic of Kazakhstan, Kokshetau*

Sayagul Japarova

*candidate of technical sciences Associate Professor
of Kokshetau Abay Myrzakhmetov University,
Republic of Kazakhstan, Kokshetau*

АННОТАЦИЯ

В статье выполнен SWOT-анализ четырех вариантов сбора пластиковых бутылок и приведен результат экспертной оценки рассмотренных способов. Для выбора оптимального варианта предложено использовать метод весовых характеристик. Результат исследований необходим для подбора оборудования для вторичной переработки пластиковых бутылок.

ABSTRACT

In the article is executed SWOT analysis of four variants of collection of plastic bottles and a result over of expert estimation of the considered methods is brought. For the choice of optimal variant it offers to use the method of gravimetric descriptions. The result of researches is needed for the selection of equipment for the secondary processing of plastic bottles.

Ключевые слова: вторичная переработка; пластиковая тара; сортировка твердого бытового мусора.

Keywords: recycling; plastic containers; sorting of municipal solid waste.

Сложившаяся в настоящее время в Республике Казахстан ситуация в области обращения с отходами ведет к опасному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию

природных ресурсов, значительному экономическому ущербу и представляет реальную угрозу здоровью населения.

В результате анализа мирового опыта переработки пластиковых бутылок в современных условиях, можно сделать вывод, что проблема по степени актуальности будет нарастать, количество производимой пластиковой тары не будет прекращено в ближайшем десятилетии, новые технологии для вторичной переработки используются повсеместно, а оборудование постоянно совершенствуется.

Основным вопросом, требующим решения немедленно, является разгрузка полигонов ТБО и одним из путей уменьшения количества бытового мусора в малых городах можно считать вторичную переработку пластиковой тары, и в частности, ПЭТ-бутылок [2].

В качестве подтверждающего фактора, можно привести мировые данные – диаграмма сбора ПЭТ-тары по странам свидетельствует, что всего за 2013 год было собрано более 9 млн. тонн полиэтилен-терефталата [8].

При нынешней системе обслуживания городов и населенных пунктов, выделение сбора ПЭТ-тары из бытового мусора очень сложно и экономически маловыгодно. Для того чтобы продать полученный после вторичной переработки материал необходимо его соответствие некоторым техническим регламентам.

В частности, в соответствии с ТУ 2298-014-01877509-00 на «Сырье полимерное вторичное необработанное», полиэтилен-терефталатное сырье относится к 6 группе и полимерные отходы должны быть рассортированы на 4 цветовые группы: темные цвета (черный, коричневый, темно-коричневый); сине-зеленые цвета (синий, зеленый, голубой, серый, фиолетовый); белый (неокрашенный); другие цвета (красный, оранжевый, желтый, кремовый). Полимерное сырье не должно содержать посторонних примесей в виде макулатуры, тряпья, металла, дерева, резины, стекла [7].

Для выбора технологии переработки пластика имеет значение качество сортировки и объемы сбора [3]. Основная проблема при сортировке пластиковых отходов – это то, что она выполняется практически во всем мире вручную. Необходимо учесть, что на большинстве предприятий пластикового рециклинга разделение по цвету или отделение бутылок от других материалов происходит вручную, людьми, нанятыми на временную неквалифицированную работу. По трудозатратам ручная сортировка в 30 раз превышает работу по размельчению и промывке [4]. Увеличить производительность и повысить эффективность сортировки возможно при грамотно организованном сборе ПЭТ-тары.

В развитых странах сбор ПЭТ-отходов в достаточной степени налажен, опираясь на материал Интернета, отчеты коммунальных хозяйств и публикации в СМИ, можно выделить четыре основных направления по сбору пластика (рис. 1).

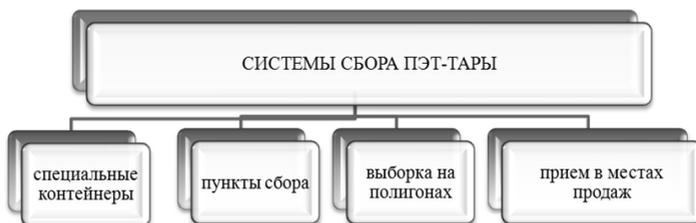


Рисунок 1. Наиболее известные способы сбора пластиковой тары

Для определения наиболее оптимальной и экономически рентабельной системы сбора пластиковой тары можно провести SWOT-анализ. Классический SWOT-анализ предполагает определение сильных и слабых сторон в деятельности, потенциальных внешних угроз и благоприятных возможностей и их оценку относительно имеющихся вариантов.

Специальные контейнеры – эта система сбора известна давно и широко распространена. Рынок предлагает различные формы контейнеров из различных материалов.

Прямо на улицах городов установлены разноцветные контейнеры для селективного сбора мусора (стекло, макулатура, пластик и т. д.). Для каждого вида ТБО в немецких городах имеется свой контейнер [10]. Данные контейнеры для облегчения работы мусорщиков должны быть установлены не далее 15 м от края проезжей части.

В контейнер серого цвета несут только бумажный мусор, например, старые газеты, журналы и коробки из картона. В желтый контейнер выбрасывают банки, бутылки, бумажную и полимерную упаковку. Контейнер зеленого цвета предназначен для сбора органических отходов, которые впоследствии перерабатываются в компост.

Можно выделить:

Сильные стороны использования специальных контейнеров для сбора ПЭТ-тары – относительно чистый заготовительный материал для переработки, сокращение времени на сортировку, удобная транспортировка до перерабатывающего предприятия.

Слабые стороны – низкая скорость наполнения, отсутствие стимулирующих факторов для населения. Только экологическая грамотность и социальная позиция людей может гарантировать сбор пластиковых отходов в отдельный контейнер.

Возможности – существует множество видов контейнеров для раздельного сбора, контейнеры могут устанавливаться как на специальных площадках около жилых домов, но также на территориях образовательных учреждений, парков отдыха, санаториев, летних лагерей, пляжах, а также и других местах массового скопления полимерной тары.

Угрозы – низкая активность и несознательность населения.

В Швеции, где самый высокий процент переработки пластика, жители сортируют мусор дома. Семья, живущая в отдельном доме, платит половинный тариф за вывоз мусора, если подписывает обязательство сортировать пластик, жечь, стекло и бумагу [8]. В России ответственность за сбор вторичного сырья возложена на дворников они получают отдельную оплату за наполнение специальных контейнеров.

Пункты приема пластиковой тары могут быть стационарными или мобильными. В случае, если такой пункт располагается на достаточно значительном расстоянии от перерабатывающего предприятия, его можно оснастить прессом для уменьшения объемов пластиковых отходов. Также возможно установить дробилку для получения пластиковой крошки, транспортировка которой будет в несколько раз эффективнее, чем доставка бутылок. Если пункты приема являются частью перерабатывающего комплекса, то стоимость принимаемой от населения ПЭТ-тары будет значительно выше, что является мотивирующим фактором.

Проблемы утилизации мусора стоят очень остро. Открытый в Алматы в 2007 году мусороперерабатывающий завод проработал всего два года. Оказался не очень удачным и проект по сортировке отходов, запущенный в 2011 году. Тогда в городе были установлены специальные мусорные контейнеры для раздельного сбора мусора. Но из-за хозяйственных проблем у обслуживающих компаний проект был свернут. Ожидается строительство 40 заводов по переработке ТБО по всему Казахстану, запланированное на ближайшие 15 лет [1]. В 2014 году такое предприятие открылось в Астане. Основное направление деятельности – производство разливных и бутилированных безалкогольных напитков. Компания запустила проект по созданию пункта сбора ПЭТ-тары. Они принимают пустые пластиковые бутылки от своих напитков по 10 тенге, чтобы в дальнейшем

сдать их на вторичную переработку. Это очень высокая цена за использованную тару – столько же для них стоит новая пластиковая бутылка. Но в компании отмечают, что на данный момент из-за слабой информированности и невнимания людей к проблемам экологии поступление бутылок в пункты приема низкое, по сравнению с объемом проданных напитков.

Сортировка мусора – это важнейший шаг, позволяющий отправить на переработку до 75 % всего того, что мы отправляем в мусорную корзину [5]. Но здесь есть несколько проблем, основная из которых – это культура людей, которые не всегда готовы потратить время на сортировку и вывоз мусора на специальные пункты приема.

Сильные стороны – высокое качество заготовительного материала, сортировка по цвету и отделению пробок [6].

Также преимуществом может служить тот факт, что уже существуют пункты приемов вторсырья, а это значит, что в некоторых населенных пунктах есть необходимость просто расширить диапазон услуг.

Слабые стороны – высокие экономические затраты на содержание пунктов приема и их нерентабельность.

Содержать просто помещение нет особой выгоды, следует установить минимальное оборудование, например, для уменьшения объемов – пресс для брикетирования пластиковых бутылок. Также понадобится площадь для размещения брикетов или мешков с пустыми бутылками. Кроме того, понадобится проведение коммуникаций и охрана пункта.

Возможности – расширение области распространения сбора пластиковых отходов, т. е. не только крупные города, но и мелкие населенные пункты могут поставлять ПЭТ-тару. Также возможно создание пунктов приема энергосберегающих ламп, батареек и т. п. то есть повышение экологической культуры населения.

Угрозы – снижение себестоимости изготовления ПЭТ-тары, а следовательно низкая цена на принимаемые бутылки. Низкий уровень мотивации населения.

Количество отходов растет из года в год. Одно из главных решений этой проблемы – это переработка отходов. Уже сейчас можно выделять и отправлять на переработку не менее половины образующихся отходов. У нас в стране пока остается старый принцип решения мусорной проблемы: захоронение отходов на свалках. По европейским меркам такой метод давно уже устарел. В странах Европы население, поощряемое государством, сортирует мусор у себя дома, начиная от пищевых отходов и заканчивая батарейками, а далее

этот мусор перерабатывается на различных предприятиях. А в цену товара входит стоимость утилизации упаковки.

Раздельный сбор и переработка вторсырья, безопасная утилизация опасных отходов – это важные шаги на пути к улучшению состояния окружающей среды. Еще более важным шагом является предотвращение образования отходов. Для качественной переработки отходов необходимо внедрение системы их раздельного сбора, а значит – участия каждого. Смешиваясь в общем баке, отходы могут стать опасными. Раздельно собранные отходы – это уже не мусор, это вторичное сырье, из которого можно получать новые товары, не увеличивая нагрузку на окружающую среду.

Сортировка на полигонах ТБО предполагает работу с огромными объемами бытового мусора. Отсюда:

Сильные стороны – большое количество материала для переработки, дополнительные рабочие места.

Слабые стороны – требуется помещение для складирования или специализированные контейнеры, а, следовательно, дополнительные затраты по содержанию.

Возможности – так как в перспективе крупные полигоны ТБО планируют оснащать оборудованием по вторичной переработке, то сортировка будет выполняться в обязательном порядке.

Угрозы – ненадежность нанимаемой рабочей силы т. к. основным контингентом для сортировки на полигонах ТБО являются люди без определенного места жительства, оплачивать работу более квалифицированным кадрам пока экономически невыгодно и отсутствие больших полигонов в малых населенных пунктах.

Наиболее цивилизованным методом сбора ПЭТ-тары является автоматизированный прием на т. н. фондоматах [9]. В советские времена многочисленные пункты приема размещались в каждом районе, сегодня же возобновление такой инфраструктуры потребует значительных вложений, и пункты возврата и

Преимущества использования самообслуживающих устройств для возврата тары:

- бóльшая безопасность
- ограничение использования работы персонала магазина, которая необходима для приема сдаваемых упаковок
- увеличение и упорядочение площади магазина
- улучшение организации "маршрута покупателей" по магазину
- возможность использования устройства в целях рекламы, продвижения

- клиент возвращается в магазин.

Европейцы не спешат выбрасывать в мусорный контейнер пустые бутылки, за которые можно выручить неплохие деньги. К примеру, в Германии за стеклянные бутылки возмещается от 8 до 15 евроцентов (для сравнения – литр пива Brau-meisterPilsner стоит 80 центов), за ПЭТ-бутылки из твердого пластика – 15 центов, за емкости из мягкого пластика – 25 центов [8].

Но как показал опыт, установка автоматов на улицах городов России привела к быстрому их разрушению от воздействия внешней среды и, в большей степени, от вандализма. Проанализировав результаты статистических данных по количеству действующих в СНГ фондоматов, можно рекомендовать их установку в местах продажи бутилированных напитков.

Вариант приема в местах продаж – это способ стимулирования населения из времен советского периода, когда в молочных магазинах принимались стеклянные бутылки. Рассмотрим этот способ сбора пластиковой тары:

Сильные стороны – чистый материал, экономическая выгода и повышение культуры и социальной сознательности населения.

Слабые стороны – существующие автоматы предназначены только для определенного размера бутылок, существуют 5-литровые и еще более объемная пластиковая тара, требуется согласие хозяев магазинов, а также дополнительное оборудование, это или контейнеры, или сами автоматы.

Возможности – получение дополнительной прибыли и увеличение объемов продаж бутилированной продукции.

Угрозы – отказ продавцов от дополнительной работы по приему ПЭТ-тары, малые объемы и низкая скорость сбора.

Для определения наиболее приемлемого способа сбора пластиковой тары для вторичной переработки можно использовать метод экспертной оценки. В нашем случае логично провести опрос и на основе коллективной работы экспертной группы определить наиболее приемлемый вариант для каждого конкретного населенного пункта.

Метод экспертных оценок – это метод организации работы со специалистами-экспертами и анализа мнений экспертов. Эти мнения были выражены частично в количественной, частично в качественной форме. Экспертные исследования проводились с целью подготовки информации для принятия решений. Для проведения работы по методу экспертных оценок создали Рабочую группу из трех

человек, которая и организовала деятельность экспертов, объединенных в экспертную комиссию.

Были обработаны результаты внутри каждой экспертной группы и оценки сведены в таблицу в программе Excel, которая облегчила получение средних арифметических оценок по каждому варианту.

$$B = \frac{\sum_i^i o}{i} \quad (1)$$

где: B – балл оценки;

O – оценка каждого эксперта;

I – номер эксперта по порядку.

Для первой группы и второй группы экспертов $B_1 = \frac{\sum_1^{20} o}{20}$; $B_2 = \frac{\sum_1^{20} o}{20}$

Для третьей группы $B_3 = \frac{\sum_1^8 o}{8}$

Для четвертой группы экспертов средний балл $B_{52} = \frac{\sum_1^{52} o}{52}$

После обработки результатов оценки четырех вариантов, для выбора оптимального способа сбора ПЭТ-тары, было принято решение о введении весовых коэффициентов. Были выделены следующие критерии: экономическая эффективность с весовым коэффициентом = 0,5, далее критерий производственной реализации т. е. возможность создания варианта с весовой характеристикой = 0,2. Третий критерий – скорость внедрения варианта = 0,2 и социальная значимость проекта могла иметь весовой коэффициент = 0,1.

Обобщенное мнение экспертов также получаем с помощью методов математической статистики. Воспользовались также программой Excel. По полученным оценкам с учетом весовых коэффициентов строим диаграмму с накоплением суммарных оценок по всем критериям (рис. 2).

Экспертная оценка вариантов сбора ПЭТ-тары

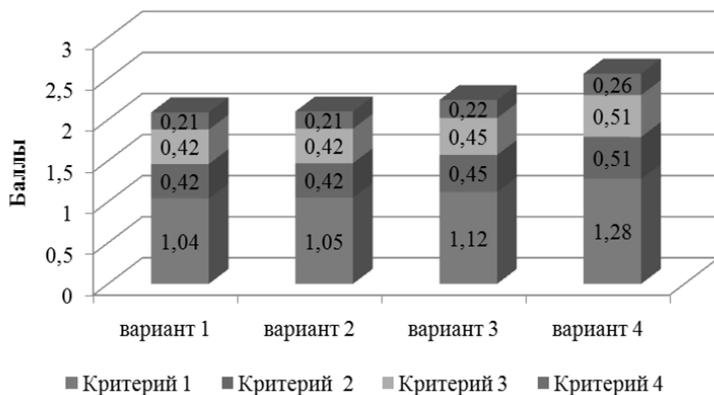


Рисунок 2. Диаграмма обработки результатов экспертных

Итоговый анализ полученных экспертных оценок был обработан методикой средних арифметических рангов и максимальное число баллов получил способ сбора в местах продаж. Полученный результат, необходим для определения перечня оборудования рециклинга переработки ПЭТ-бутылок.

Перспективность бизнеса, по переработке пластиковых бутылок, подтверждается многочисленными успехами предпринимателей всего мира. Помимо экологического эффекта необходимо учесть социальную значимость проекта. Уменьшение бытового мусора, его организованная сдача будут способствовать повышению общего уровня воспитания культуры.

Список литературы:

- 1 Баязитова З.Е., Жапарова С.Б., Мухамадеева Р.М. Оценка влияния полигонов твердых бытовых отходов на состояние окружающей среды//KazNUBulletin. Ecologyseries. 2015. № 2/1 (44).
- 2 Джайлз Д., Брукс Д., Сабсай О. Производство упаковки из ПЭТ. М.: Профессия, 2006. – 368 с.
- 3 Зелке С., Кутлер Д., Хернандес Р. Пластиковая упаковка/ Пер. с англ. 2-го изд.; Под ред. А.Л. Загорского, П.А. Дмитрикова. СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 560 с.

- 4 Керницкий В.И., Микитаев А.К. Краткие основы производства и переработки полиэтилентерефталата (ПЭТ). М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 208 с.
- 5 Ла Мантя Ф. Вторичная переработка пластмасс/ Пер. с англ.; Под ред. Г.Е. Заикова. СПб.: Профессия, 2006. – 400 с.
- 6 Митрофанов Р.Ю., Чистякова Ю.С., Севедин В.П. Переработка отходов полиэтилентерефталата // Твердые бытовые отходы. – 2006. – № 6. – С. 12–13.
- 7 ТУ 2298-014-01877509-00 "Сырье полимерное вторичное необработанное" [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.polymer.ru/material> (дата обращения 10.06.2015).
- 8 Вывоз отходов, мусора – тарифы, нормативы. Отраслевой портал «Вторичное сырьё» [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: www.recyclers.ru (дата обращения 17.06.2015).
- 9 Решения в сфере утилизации отходов [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: www.hsm.eu (дата обращения 17.06.2015).

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ
ДЕФОРМАТИВНЫХ СВОЙСТВ БЕТОНА
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ КРАНОВЫХ ПУТЕЙ**

Нестратов Михаил Юрьевич

*канд. техн. наук, технический директор ООО «Альянс-Эксперт»
РФ, г. Волгоград
E-mail: alians-ekspert@mail.ru*

Ребров Вячеслав Валерьевич

*начальник экспертного отдела ООО «Альянс-Эксперт»
РФ, г. Волгоград
E-mail: alians-ekspert@mail.ru*

Смирнов Юрий Юрьевич

*эксперт ООО «Альянс-Эксперт»
РФ, г. Волгоград
E-mail: alians-ekspert@mail.ru*

Тян Андрей Александрович

*инженер ООО «Альянс-Эксперт»
РФ, г. Волгоград
E-mail: alians-ekspert@mail.ru*

Попов Дмитрий Валентинович

*эксперт ООО «Альянс-Эксперт»
РФ, г. Волгоград
E-mail: alians-ekspert@mail.ru*

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF CONCRETE STRESS-RELATED PROPERTIES DURING INDUSTRIAL SAFETY EXPERT REVIEW OF GANTRY RAILS

Mikhail Nestratov

*candidate of Technical Sciences, Technical Director
of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

Vyacheslav Rebrov

*head of Expert Department of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

Yuriy Smirnov

*expert of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

Andrey Tyan

*engineer of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

Dmitry Popov

*expert of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены деформативные свойства бетона и приведено экспериментальное подтверждение поведения железобетонных балок под действием редко повторяющихся циклических нагрузок, полученное в ходе проведения экспертизы промышленной безопасности.

ABSTRACT

Concrete stress-related properties are considered and an experimental confirmation of the behavior mode of reinforced concrete beams under rarely repeated cyclic loads are presented resulting in the course of industrial safety expert review.

Ключевые слова: экспертиза промышленной безопасности; крановые пути, железобетон.

Keywords: industrial safety expert review; gantry rails; reinforced concrete.

В ходе проведения экспертизы промышленной безопасности крановой эстакады причала, для проверки надежности пролетных конструкций были выполнены несколько геодезических наблюдений.

Наблюдения за деформациями под действием нагрузки проводилось на крановой эстакаде, являющейся частью кранового пути, расположенного на грузовом причале на реке Волга. На крановом пути установлены два электрических козловых крана грузоподъемностью по 320 т каждый, масса каждого крана – 345 т.

Балки эстакады однопролетные, монолитные, железобетонные, таврового сечения, пролетом 12,0 м, высотой – 2,5 м, шириной – 1,7 м, ширина полки – 2,5 м., выполнены по разрезной схеме.



Рисунок 1. Общий вид эстакады

Из-за особенности ростверков эстакады, измерение вертикальных перемещений концов балок не проводилось. Контрольные точки располагались в середине пролета балок и на расстоянии 3,0 м от опор. Измерения проводились в три этапа.

Первый этап – нивелировка подкрановых балок по нижним поясам без нагрузки.

Второй этап – нивелировка подкрановых балок по нижним поясам во время передвижения двух козловых кранов с грузом.

Третий этап – нивелировка подкрановых балок по нижним поясам после снятия нагрузки.

Нивелировка балок выполнялась непосредственно во время погрузки груза на баржу, нагрузки на подкрановые балки были не постоянные и менялись в зависимости от расположения кранов.

Максимальные измеренные прогибы балок равные 12 мм не превысили предельно допустимого значения $L/400 = 12000/400 = 30$ мм, [2, Таблица Е.1].

Положительные вертикальные выгибы свидетельствовали о частичной неразрезности подкрановых балок из-за сплошного опирания направляющих.

Наличие остаточных деформаций величиной до 5 мм в балках без трещин после разгрузки обусловлено нелинейностью свойств бетона (наличие одновременно упругих и пластических свойств). Многократное повторение циклов загрузки и разгрузки приводит к постепенному накапливанию неупругих деформаций. После достаточно большого числа циклов эти неупругие деформации постепенно выбираются, ползучесть достигает своего предельного значения, бетон начинает работать упруго [1].

При значительных перерывах между циклами нагружения происходит частичная релаксация пластинчатых деформаций (остаточный прогиб уменьшается).

Данные свойства бетона подтверждают результаты проведенных измерений.

Всего было выполнено два измерения под действием разных грузов.

Первому нагружению предшествовал длительный период отсутствия значительных нагружений. Остаточные деформации за этот период частично релаксировались и возобновились после нагружения.

За месяц, прошедший после первого измерения, часть деформаций конструкций не восстановилась и повторное нагружение большей нагрузкой дало меньшие по величине остаточные деформации. Процесс накапливания неупругих деформаций бетона балок продолжается. Отсутствие трещин в растянутой зоне свидетельствует о работоспособном состоянии конструкций.

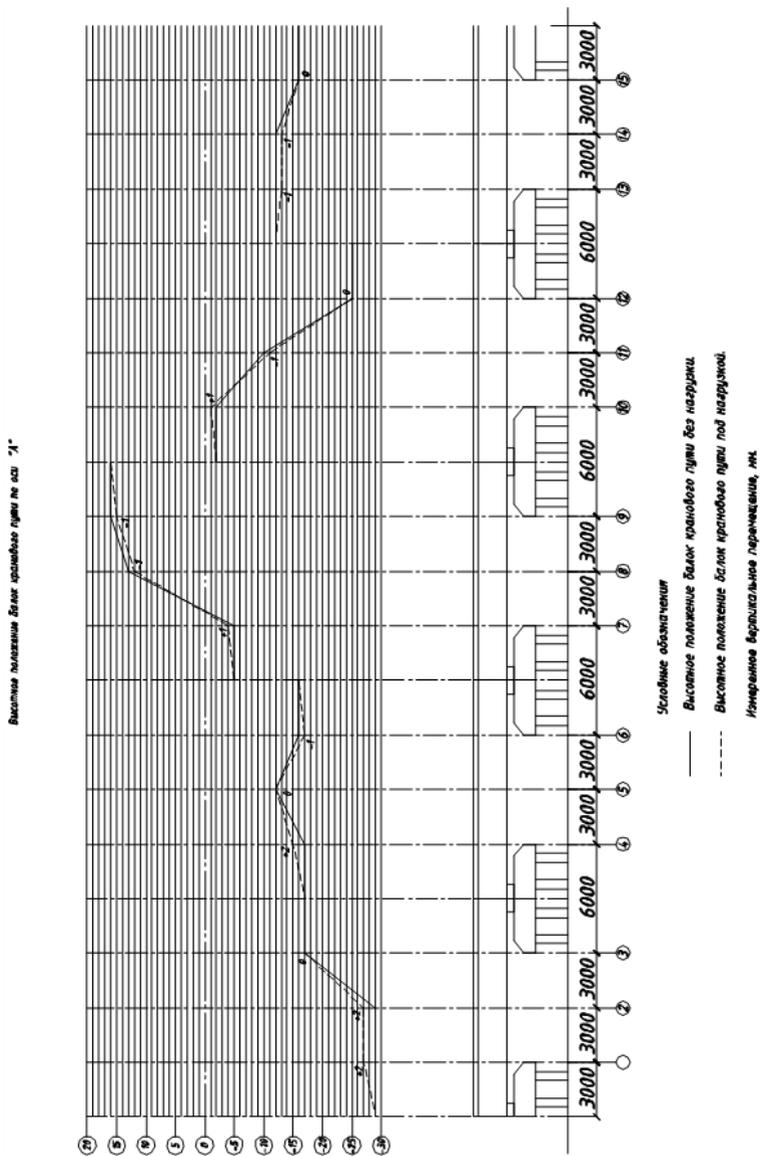


Рисунок 2. Результаты нивелировки балок после первого измерения

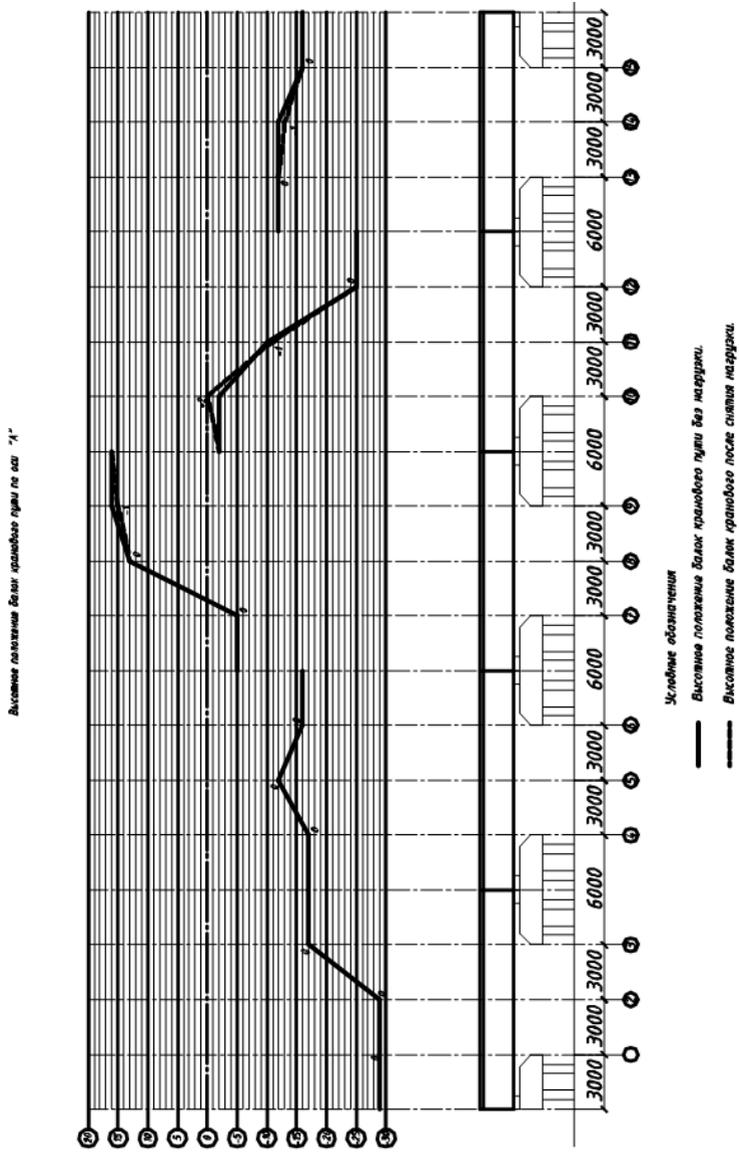


Рисунок 3. Результаты нивелировки балок после второго измерения

Список литературы:

1. Гольшев А.Б., Бачинский В.Я., Полищук В.П. Железобетонные конструкции т. 2 Киев Лого, 2003 – С. 418.
2. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия/
3. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.

**ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ МЕРОПРИЯТИЙ
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТРЕБУЕМОЙ ПЛОЩАДИ
ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ
КОНСТРУКЦИЙ**

Нестратов Михаил Юрьевич

канд. техн. наук, технический директор ООО «Альянс-Эксперт»

РФ, г. Волгоград

E-mail: alians-ekspert@mail.ru

Ребров Вячеслав Валерьевич

начальник экспертного отдела ООО «Альянс-Эксперт»

РФ, г. Волгоград

E-mail: alians-ekspert@mail.ru

Смирнов Юрий Юрьевич

эксперт ООО «Альянс-Эксперт»

РФ, г. Волгоград

E-mail: alians-ekspert@mail.ru

Тян Андрей Александрович

инженер ООО «Альянс-Эксперт»

РФ, г. Волгоград

E-mail: alians-ekspert@mail.ru

Попов Дмитрий Валентинович

эксперт ООО «Альянс-Эксперт»

РФ, г. Волгоград

E-mail: alians-ekspert@mail.ru

MEASURES REFERENCE DESIGN ON PROVISION OF REQUIRED SURFACE OF EXPLOSION DOORS

Mikhail Nestratov

*candidate of Technical Sciences, Technical Director
of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

Vyacheslav Rebrov

*head of Expert Department of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

Yuriy Smirnov

*expert of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

Andrey Tyan

*engineer of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

Dmitry Popov

*expert of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен пример разработки мероприятий по обеспечению требуемой площади легкобрасываемых ограждающих конструкций в рамках проведения экспертизы промышленной безопасности.

ABSTRACT

An example of measures reference design on provision of required surface of explosion doors is considered under realization of industrial safety expert review.

Ключевые слова: экспертиза промышленной безопасности; легкобрасываемые ограждающие конструкции.

Keywords: industrial safety expert review; explosion doors.

Для помещений категорий А и Б, с целью обеспечения взрывоустойчивости здания, согласно [2, п. 5.10], требуется наличие легкобрасываемых конструкций, площадь которых определяется

расчетом при проектировании. При отсутствии расчетных данных площадь легкобрасываемых конструкций должна составлять для помещений категории А не менее $0,05 \text{ м}^2$ на 1 м^3 объема помещения, а для помещений категории Б не менее $0,03 \text{ м}^2$ на 1 м^3 .

В качестве легкобрасываемых конструкций используется остекление окон и фонарей. При недостаточной площади остекления допускается в качестве легкобрасываемых конструкций использовать конструкции покрытий из стальных, алюминиевых и асбестоцементных листов и эффективного утеплителя.

Оконное стекло относится к легкобрасываемым конструкциям при толщине 3, 4 и 5 мм и площади не менее (соответственно) $0,8$, 1 и $1,5 \text{ м}^2$. Армированное стекло, стеклопакеты, триплекс, сталинит и поликарбонат к легкобрасываемым конструкциям не относятся.

Рулонный ковер на участках легкобрасываемых конструкций покрытия должен быть разрезан на карты площадью не более 180 м^2 каждая.

Расчетная нагрузка от массы легкобрасываемых конструкций покрытия не должна превышать $0,7 \text{ кПа}$ (70 кгс/м^2).

На объекте экспертизы к категории А относятся 2 помещения: помещение насосной в осях 26-28/А-Б и помещение дистилляторной в осях 28-29/А-Б (Рисунок 1).

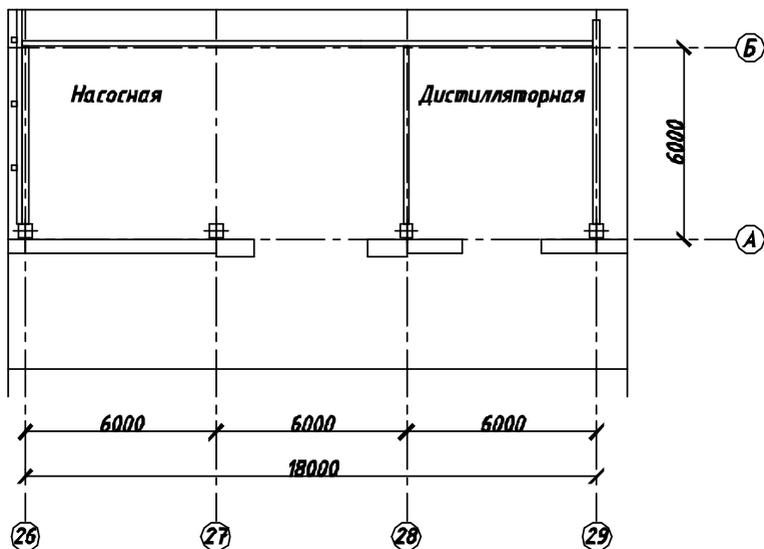


Рисунок 1. Фрагмент плана в осях 26-29/А-Б (Существующий)

На момент проведения экспертизы оконные проемы в помещениях насосной частично закрыты металлическими листами (Рисунок 2).

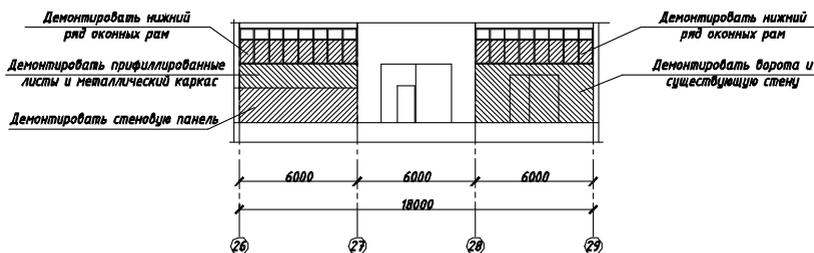


Рисунок 2. Фрагмент фасада в осях 26-29 (Существующий)

Помещение насосной в осях 26-28/А-Б.

Требуемая площадь легкобрасываемых конструкций в помещении насосной – $0,05 \times V_{\text{свобод.}} = 0,05 \times 225,20 \text{ м}^3 = 11,26 \text{ м}^2$.

$$V_{\text{свобод.}} = V \times 0,9 = 250,21 \times 0,9 = 225,2 \text{ м}^3.$$

0,9 – коэффициент учитывающий объем занимаемый оборудованием.

Легкобрасываемые конструкции помещения насосной представляют собой проем в стене здания в осях 26-27/А, заполненный металлическими профилированными листами. Металлические профилированные листы крепятся на металлический каркас при помощи кляммеров.

Площадь проема составляет $6,72 \text{ м}^2$. Коэффициент эффективности вскрытия металлических профилированных листов закрепленных кляммерами равен $\psi = 0,6$.

Площадь легкобрасываемых конструкций составляет: $S_{\text{лск}} = 6,72 \times 0,6 = 4,03 \text{ м}^2$.

Помещение дистилляторной в осях 28-29/А-Б.

Требуемая площадь легкобрасываемых конструкций в помещении дистилляторной – $0,05 \times V_{\text{свобод.}} = 0,05 \times 107,48 \text{ м}^3 = 5,38 \text{ м}^2$.

$$V_{\text{свобод.}} = V \times 0,9 = 119,42 \times 0,9 = 107,48 \text{ м}^3.$$

0,9 – коэффициент учитывающий объем занимаемый оборудованием.

Легкосбрасываемые конструкции помещения дистилляторной представляют собой проемы в воротах, заполненные оцинкованной листовой сталью. Крепление металлических листов в проемах выполнено при помощи кляммеров.

Общая площадь проемов составляет: $S_{\text{св.пр.}} = 0,62 + 1,25 = 1,87 \text{ м}^2$. Коэффициент эффективности вскрытия металлических листов закрепленных кляммерами равен $\psi = 0,6$.

Площадь легкосбрасываемых конструкций составляет: $S_{\text{лск}} = 1,87 \times 0,6 = 1,12 \text{ м}^2$.

Взрывоустойчивость помещения насосной в осях 26-28/А-Б и помещения дистилляторной в осях 28-29/А-Б с существующей площадью легкосбрасываемых конструкций не обеспечивается.

Для обеспечения требуемой площади легкосбрасываемых ограждающих конструкций были разработаны следующие мероприятия.

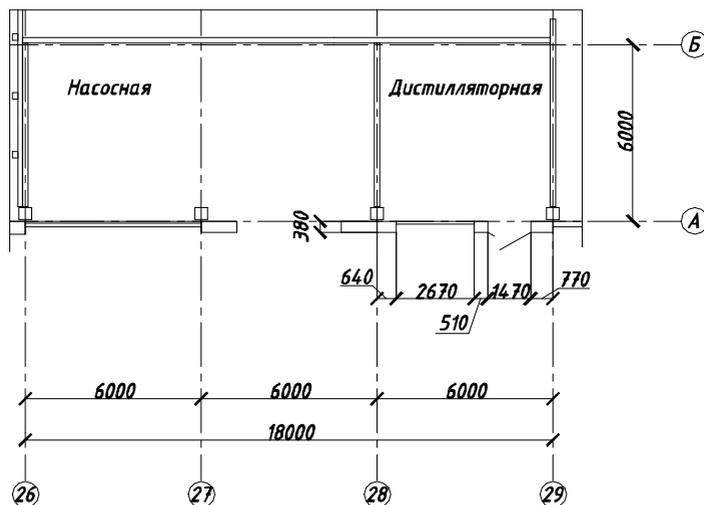


Рисунок 3. Фрагмент плана в осях 26-29/А-Б после выполнения рекомендаций

Помещение насосной.

Демонтируются стеновые панели и существующие оконные блоки. Поле демонтажа на высоту 900мм выполняется новая кирпичная стена и устанавливается новый оконный блок ОК1. Для предотвращения распространения пожара на 2 этаж здания над

оконным проемом выполняется противопожарная перегородка (Рисунок 6).

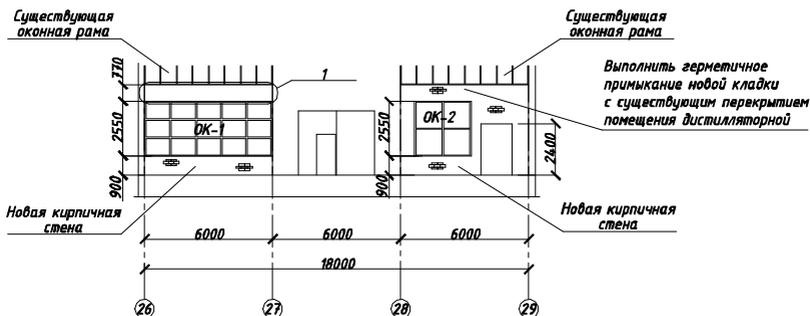
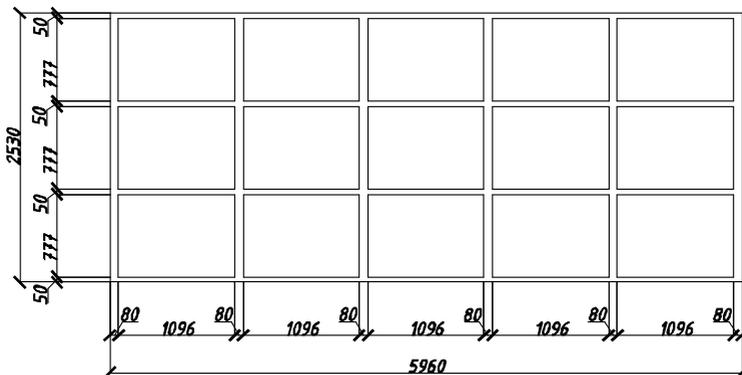


Рисунок 4. Фрагмент фасада в осях 26-29 после выполнения рекомендаций

Рама ОК-1



Рама ОК-1:

Остекление глухое, одинарное.

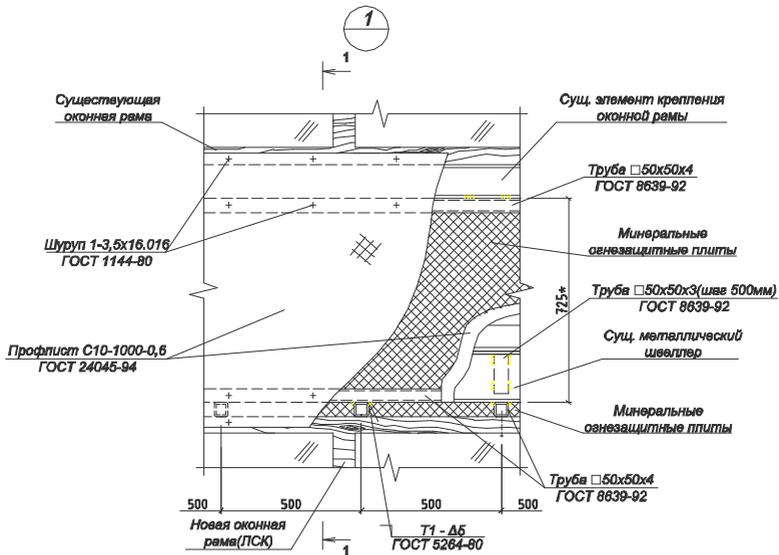
Площадь одного стекла в свету - 0,85 м².

Толщина стекла - Эмм (СП 56.13330.2011, п. 5,10).

Общая площадь остекления в свету - 12,77 м².

Требуемая площадь остекления - 11,26 м².

Рисунок 5. Оконный блок помещения насосной



1 - 1

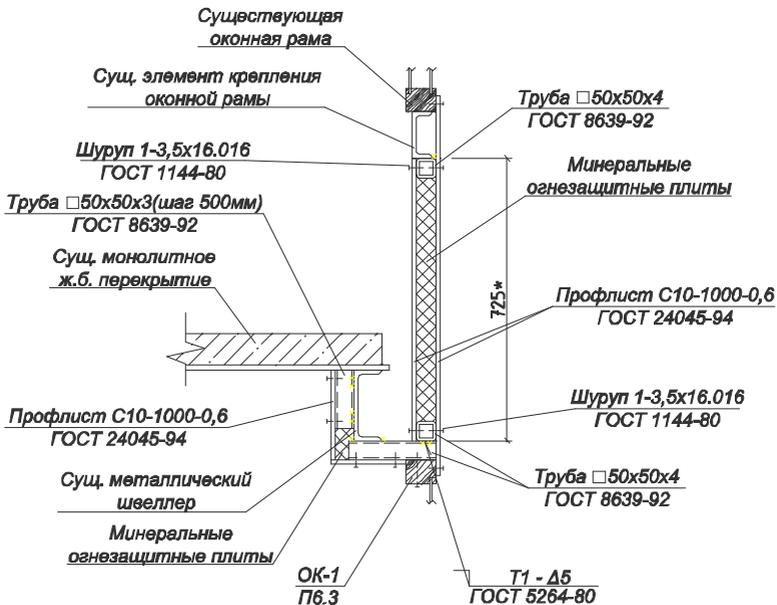
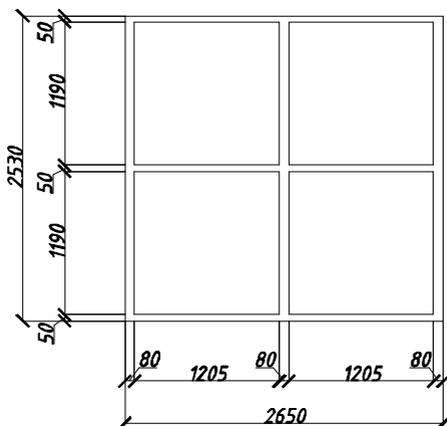


Рисунок 6. Противопожарная перегородка

Помещение дистилляторной.

В помещении дистилляторной демонтируются ворота и кирпичная стена вплоть до существующих оконных проемов на отметке +4.230. Вместо демонтируемой стены выполняется новая стена с дверным и оконным блоками (ОК 2 Рисунок 7).

Рама ОК-2



Рама ОК-2:

Остекление глухое, одинарное.

Площадь одного стекла в свету - 1,44 м².

Толщина стекла - 4 мм (СП 56.13330.2011, п. 5,10).

Общая площадь остекления в свету - 5,76 м².

Требуемая площадь остекления - 5,38 м².

Рисунок 7. Оконный блок помещения дистилляторной

Вновь устанавливаемые оконные блоки заполнены одинарным остеклением:

- помещение насосной: площадь одного стекла составляет 0,85 м², количество стекол 15 шт., толщина стекла 3 мм, общая площадь остекления – 12,77 м², что больше требуемой площади равной 11,26 м²;
- помещение дистилляторной площадь одного стекла составляет 1,44 м², количество стекол 4 шт., толщина стекла 4 мм, общая площадь остекления – 5,76 м², что больше требуемой площади равной 5,38 м².

Таким образом после выполнения рекомендаций требования нормативной документации предъявляемые к помещениям категории А выполняются.

Список литературы:

1. СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений.
2. СП 56.13330.2011 Производственные здания.

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЯ, В КОТОРОМ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ПОДЪЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Нестратов Михаил Юрьевич

*канд. техн. наук, технический директор
ООО «Альянс-Эксперт»
РФ, г. Волгоград
E-mail: alians-ekspert@mail.ru*

Ребров Вячеслав Валерьевич

*начальник экспертного отдела ООО «Альянс-Эксперт»
РФ, г. Волгоград
E-mail: alians-ekspert@mail.ru*

Смирнов Юрий Юрьевич

*эксперт ООО «Альянс-Эксперт»
РФ, г. Волгоград
E-mail: alians-ekspert@mail.ru*

Тян Андрей Александрович

*инженер ООО «Альянс-Эксперт»
РФ, г. Волгоград
E-mail: alians-ekspert@mail.ru*

Попов Дмитрий Валентинович

*эксперт ООО «Альянс-Эксперт»
РФ, г. Волгоград
E-mail: alians-ekspert@mail.ru*

CARRYING OUT OF INDUSTRIAL SAFETY EXPERT REVIEW OF THE BUILDING IN WHICH UPLIFT CONSTRUCTIONS ARE USED

Mikhail Nestratov

*candidate of Technical Sciences, Technical Director
of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

Vyacheslav Rebrov

*head of Expert Department of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

Yuriy Smirnov

*expert of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

Andrey Tyan

*engineer of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

Dmitry Popov

*expert of LLC “Alyans-Expert”,
Russia, Volgograd*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен пример проведения экспертизы промышленной безопасности здания, в котором используются подъемные сооружения.

ABSTRACT

An example of carrying out industrial safety expert review of the building is considered in which uplift constructions are used.

Ключевые слова: экспертиза промышленной безопасности; крановые пути.

Keywords: industrial safety expert review; gantry rails.

Экспертиза проводилась с целью определения соответствия объекта предъявляемым к нему требованиям промышленной безопасности. При проведении экспертизы устанавливалась полнота и достоверность относящихся к объекту экспертизы документов,

предоставленных заказчиком, оценивалось фактическое состояние строительных конструкций.

Классификационный признак объекта в соответствии с перечнем областей аккредитации экспертных организаций в Системе экспертизы промышленной безопасности:

3. Проведение экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений на опасных производственных объектах:

3.8. На которых используются подъемные сооружения.

Строительство объекта экспертизы было начато в 1944 году и продолжалось до 1947 года. Сначала была построена первая очередь здания – пролёт I в осях В-Г, затем вторая – пролёты II и III в осях Б-В и А-Б.

Оборудование, являющееся источником негативных воздействий на строительные конструкции (повышенных температур, вибраций, химически агрессивных веществ и т. д.) отсутствует.

Цех имеет в плане прямоугольную форму. Размеры здания по осям 174×84,44 м, высота до конька кровли 20,53 м.

С конструктивной точки зрения здание представляет собой трехпролетный смешанный каркас. Ширина каждого пролета 24 м. Поперечные рамы смонтированы с шагом 6 м и разделены на температурные блоки длиной 60–54–60 м.

Колонны каркаса по осям А и Б стальные сварные, по оси А – сплошного сечения, по оси Б – сквозные с решёткой из уголков. Колонны по осям В и Г железобетонные сечением 450×900 мм до консолей и 450×900 мм – в выше консолей.

В качестве несущих стропильных конструкций во всех трёх пролётах применены стальные сварные фермы из парных уголков. Отметка низа ферм пролёта А-Б +16,700, пролётов Б-В и В-Г - +12,650. В пролётах Б-В и В-Г на фермах смонтированы стальные конструкции продольных светоаэрационных фонарей пролётом 12 м.

На верхние пояса ферм и фонарей с шагом не более 2 м опираются стальные прогоны из прокатных профилей. По ним уложены малоразмерные сборные железобетонные ребристые плиты длиной до 2,05 м и шириной 0,5 м. В ендовах кровли из плоских доборных плит сформированы водосборные желоба.

В каждом из трёх пролётов цеха размещены по четыре мостовых электрических крана среднего режима работы (режимы 5К и 6К).

В здании применены разрезные подкрановые балки из сварных двутавров высотой 1392 мм в пролёте А-Б и 788 мм в пролётах Б-В и В-Г. Рельсовый путь в пролёте А-Б выполнен из рельсов типа КР-100, проектная отметка головки +12,700 м. В пролётах Б-В и В-Г

применены рельсы типов Р-50 и КР-70, отметки головок +10,065 м. Крепление рельсов к подкрановым балкам выполнено при помощи прижимов, приваренных к верхним поясам балок. Крановые пути по концам оборудованы тупиковыми упорами.

Пространственная жесткость и геометрическая неизменяемость каркаса здания в поперечном направлении обеспечивается жесткостью поперечных рам, а в продольном направлении – вертикальными связями между колоннами и горизонтальными поперечными связями в уровне нижних и верхних поясов ферм, а также жесткостью диска покрытия.

При проведении экспертизы были выявлены множественные дефекты и повреждения строительных конструкций здания. В частности были выявлены многочисленные трещины в верхних поясах подкрановых балок и разрывы анкерных болтов крепления балок к колоннам. Появление данных трещин обусловлено рядом причин:

1. В применённой конструкции опорного узла разрезных балок, нагрузка на колонны передаётся путем непосредственного опирания нижних поясов балок на консоли. Крепления балок к колоннам, предотвращающие смещение опорных узлов в горизонтальной плоскости, выполнены при помощи вертикальных ребер. Высота ребер составляет 70–80 % от высоты стенок балок. Данный способ крепления препятствует свободному повороту опорных сечений балок под нагрузкой и создаёт частичную неразрезность. Скрепления балок между собой выполнены на болтах через стальные накладки. Зона размещения болтов в стыках составляет 70–80 % от высоты балок, что создаёт частичную неразрезность в них [2]. Применённая проектная конструкция стыка тормозных листов с помощью накладок и общее крепление соседних балок по верхним поясам также создают частичную неразрезность в уровне верхних поясов подкрановых балок. Кроме того, в ребрах жесткости балок, включая опорные, отсутствуют срезы углов в местах пересечения с поясными швами (Рисунки 1–3).



Рисунок 1. Узел крепления подкрановых балок



Рисунок 2. Узел крепления подкрановых балок



Рисунок 3. Узел крепления подкрановых балок

Данное проектное решение является устаревшим и не соответствует расчётной схеме балок.

2. Эксплуатирующей организацией было выполнено дополнительное непроектное крепление всех подкрановых балок вдоль осей Б, В и Г к колоннам. Балки осей Б и Г дополнительно закреплены к колоннам стальными хомутами (траверса из двутавров и два тяжа). Стенки балок пролётов Б-В и В-Г вдоль оси В стянуты между собой тяжами. Применённое усиление опорных узлов балок неэффективно. (Рисунок 4).

3. Узлы опирания подкрановых балок пролётов Б-В и В-Г в осях 20-23/В, 26-29/В усилены дополнительными балками из прокатных двутавров № 45 и № 35Б2. Из-за отсутствия жёсткого крепления балок усиления к колоннам, они работают по типу качелей. Применённое усиление опорных узлов балок неэффективно. (Рисунки 5–6).



Рисунок 4. Узел крепления подкрановых балок



Рисунок 5. Узел крепления подкрановых балок



Рисунок 6. Узел крепления подкрановых балок

Исследованиями качества стали несущих металлоконструкций установлено нижеследующее.

По результатам механических испытаний стандартных образцов сталь подкрановых балок пролёта А-Г и пролёта Б-В соответствует маркам СтЗсп и СтЗпс соответственно. Сталь подкрановых балок пролёта А-Б соответствует марке Ст2кп. Сталь конструкций покрытия соответствует марке СтЗпс.

По химическому составу сталь подкрановых балок пролёта А-Г и пролёта Б-В соответствует марке СтЗсп(пс). По данным химического анализа сталь подкрановых балок пролёта А-Б соответствует марке Ст2кп [1].

Испытания образцов на ударную вязкость выявили её резкое уменьшение (в 6–12 раз) при снижении температуры с +20 °С до -20 °С. Данное обстоятельство указывает на возможность хрупкого разрушения конструкций при отрицательных температурах.

По микроструктурному строению материал исследованных образцов относится к доэвтектоидной стали.

Сталь подкрановых балок пролёта А-Б имеет худшую микроструктуру, чем сталь подкрановых балок пролёта В-Г.

Средний размер зерна на исследованных участках образцов находится в пределах от 0,0356 до 0,0426 мм, что соответствует эталонному номеру зерна G(6).

В результате проведения натуральных испытаний подкрановых балок методом тензометрии выявлено следующее.

Характер изменения напряжений в поясах подкрановых балок указывает на наличие частичной неразрезности в опорных узлах, которая является следствием применённых проектных конструктивных решений.

Проведёнными исследованиями выявлено, что из-за более короткого пути передачи нагрузок напряжения в верхнем поясе балок выше, чем в нижнем поясе. Он более чувствителен к силовым воздействиям мостовых кранов, что усиливает циклический характер изменения напряжений в нём, и, как следствие, в сочетании с другими факторами, повышает его предрасположенность к усталостному разрушению (появлению трещин).

Наибольшие различия между статическими напряжениями в поясах проявляются при небольших нагрузках на балки (от крана с малым грузом или без него). При больших нагрузках статические напряжения в поясах выравниваются, а чувствительность верхнего пояса к силовым воздействиям возрастает.

Результаты поверочных расчётов подкрановых балок позволяют констатировать следующее.

Выявленное на момент обследования фактическое конструктивное решение подкрановых балок с выключенными из работы тормозными конструкциями снижает горизонтальную жёсткость балок, вызывает перенапряжение в опорных рёбрах и подлежит исправлению.

Восстановление проектной конструкции опорных узлов балок не устранил причины их повреждения и, следовательно, является нецелесообразным.

В рамках экспертизы были разработаны конструктивные решения, предусматривающие включение тормозных конструкций в работу и доработку опорных узлов балок.

После проведения реконструкции кранового пути, согласно разработанным рекомендациям, фактическая работа конструкций стала соответствовать их расчётной схеме, увеличилась вертикальная и горизонтальная жёсткость балок.

Вместе с тем, из-за невозможности полного исправления всех устаревших конструктивных решений и для уменьшения риска повреждения стенок в опорных узлах балок пролета А-Б, было рекомендовано исключить возможность сближения менее чем на 4–5 м кранов грузоподъемностью 75 т при одновременном подъеме каждым из них груза тяжелее 63 тонн.

За прошедшие семь лет после переработки узлов и выполнения рекомендованных мероприятий новых повреждений в узлах крепления подкрановых балок к колоннам не выявлено.

Список литературы:

1. ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества.
2. РД 10-138-97 «Комплексное обследование крановых путей грузоподъемных машин. Часть 1. Общие положения. Методические указания». Утвержден постановлением № 14 от 28.03.1997 Госгортехнадзор России.
3. СП 56.13330.2011 Производственные здания
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения». Утверждены Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, от 12.11.2013 № 533.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

**«ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ -
ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ»**

Сборник статей по материалам
LII международной научно-практической конференции

№ 11 (47)

Ноябрь 2015 г.

Подписано в печать 25.11.15. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 15,25. Тираж 550 экз.

Издательство АНС «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 4.
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3