

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ[®]

международный научный журнал

Logotherapie und Existenzanalyse

...trotzdem
ja zum Leben
sagen

Ein Psychologe erlebt
das Konzentrationslager

Paradoxe Intention

VIKTOR E. FRANKL
Die Psychotherapie
in der Praxis

EINE KASUISTISCHE EINFÜHRUNG
FÜR ARZTE

16

2016

Часть I

Viktor Frankl

16+

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 16 (120) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

На обложке изображен Виктор Эмиль Франкл (1905–1997) — австрийский психиатр, психолог и невролог, создатель логотерапии — метода экзистенциального психоанализа.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе eLibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*

Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*

Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*

Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (Россия)*

Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*

Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*

Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*

Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*

Кайгородов Иван Борисович, *кандидат физико-математических наук (Бразилия)*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*

Колпак Евгений Петрович, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*

Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, *доктор философских наук, профессор (Россия)*

Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*

Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Узаков Гулом Норбоевич, *доктор технических наук, доцент (Узбекистан)*

Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы: Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 15.09.2016. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

**Емельянов А. А., Бесклеткин В. В.,
Прокопьев К. В., Ситенков А. А., Пестеров Д. И.,
Юнусов Т. Ш., Устинов А. П.**

Математическое моделирование электропривода на базе асинхронного двигателя с векторным управлением в пакете SimPowerSystems 1

**Емельянов А. А., Бесклеткин В. В.,
Прокопьев К. В., Ситенков А. А., Пестеров Д. И.,
Юнусов Т. Ш., Устинов А. П.**

Моделирование системы электрического вала на двух асинхронных двигателях с фазными роторами в пакете SimPowerSystems 8

**Зайнагутдинов Р. И., Васильев Д. А.,
Кокнаев А. С., Селюк Н. Н.**

Предоставление картографических данных в общий доступ с помощью ресурса ArcGis Online. Онлайн-карты в ArcGis Online 13

Мурзин И. Ш.

Исследование влияния гранулометрических характеристик функциональных наполнителей на свойства композиционных материалов 16

Пшенина Е. А., Никифорова Д. П.

Время и течение событий 21

Сегоднян А. В., Нерода А. С., Колодинов В. П.

Исследование особенностей формирования проволочных соединений «кристалл-корпус» при сборке высоконадежных интегральных схем.... 27

ХИМИЯ

Патрушев Н. В., Патрушева К. В.

Химия варки древних стекол на зольной шихте 31

Файзуллина С. С.

Синтез пирозолинкарбоксилата, потенциально обладающего ноотропной активностью 33

ИНФОРМАТИКА

Дудкина И. А.

Технологии и методы обеспечения комплексной защиты информации..... 37

Мионов А. С.

Экспертные системы 39

Пузакова А. А.

Разработка базы данных для отдела кадров в программе «Erwin 4.0», «IB Expert» 42

Самойлова И. А.

Некоторые особенности поэтапного алгоритма программы для проверки дипломных работ на нормоконтроль 51

Чаус Е. А.

Построение обобщенной модели контроля доступа на основе матрицы контроля доступа, ролевой и атрибутной моделей 53

Широкова А. С., Маслова А. В.

Исследование влияния роли сотрудника компании при внедрении CRM-системы 56

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Аргимбаев К. Р., Бовдуй М. О., Миронова К. В.

Способы возведения первичной дамбы обвалования хвостохранилища и обоснование технологических параметров картового намыва, на примере Лебединского горно-обогатительного комбината 59

Асеев А. А.

Разработка стандартного образца предприятия для ультразвукового контроля металлов 62

Асеев А. А.

Определение оптимального размера и частоты пьезоэлектрического преобразователя для ультразвукового неразрушающего контроля бериллиевых слитков 65

Асеев А. А.

Построение APД-диаграммы в программе Mathcad 68

Бояджи Ю. С.

Специфика строительства земляного полотна в условиях вечной мерзлоты..... 70

Брюхович С. С., Михайлова О. Н.

Исследование механических напряжений в микромеханических мембранах на основе плёнок карбида кремния, полученных магнетронным методом 73

Гритчин Р. Д. Особенности применения вакуумных солнечных коллекторов с тепловыми трубками как источника тепла для жилого дома76	Джандаров А. Р. Анализ видов испытаний кварцевых резонаторов на механические воздействия.....92
Давлетбаева Р. Р. Сравнение накатных и режущих метчиков79	Лемешко М. А., Волков Р. Ю. Адаптивная бурильная машина вращательного типа97
Давронов Ш. Р. Интеграция виртуальных электростанций с национальной энергосистемой Узбекистана ... 82	Магеррамов Р. В. АЦП на основе ФАПЧ99
Джабборов Н. И., Захаров А. М., Зыков А. В. Математические модели для определения технико-экономических показателей оценки эффективности процесса очистки картофеля аэродинамическим способом (некоторые результаты проекта 16-38-00343 РФФИ).....85	Портенко Г. К. От биологических процессов мозга к нейровычислителям 102
Джабборов Н. И., Захаров А. М. Математические модели для определения статических и динамических характеристик машины и процесса очистки картофеля аэродинамическим способом (некоторые результаты проекта 16-38-00343 РФФИ).....88	Спирин И. А. Исследование и применение eye-tracking технологии на производстве..... 107
	Старожилов Н. С. Представление знаний о процессах с помощью многократных цепей Маркова 110
	Шандалий П. А. Создание шумозащитной модели габионного блока..... 118

ФИЗИКА

Математическое моделирование электропривода на базе асинхронного двигателя с векторным управлением в пакете SimPowerSystems

Емельянов Александр Александрович, доцент;
 Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;
 Прокопьев Константин Васильевич, студент;
 Ситенков Александр Александрович, студент;
 Пестеров Дмитрий Ильич, студент;
 Юнусов Тимур Шамильевич, студент;
 Устинов Артем Павлович, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет

Целью данной работы является овладение технологией сборки модели электропривода на базе асинхронного двигателя с векторным управлением в пакете SimPowerSystems для использования в лабораторной работе по дисциплине «Математическое моделирование электромеханических систем». За основу принята математическая модель из электронного ресурса [1]. Показаны пути поиска разделов необходимых элементов схемы

электропривода, позволяющих студентам без больших потерь времени получить необходимые характеристики. Полезные рекомендации по работе в SimPowerSystems даны в работах [2], [3], [4], [5].

Общая схема электропривода показана на рис. 1.

Модель асинхронного двигателя (Induction Motor) представлена блоком Asynchronous Machine SI Units из раздела Machines библиотеки SimPowerSystems (Sims-

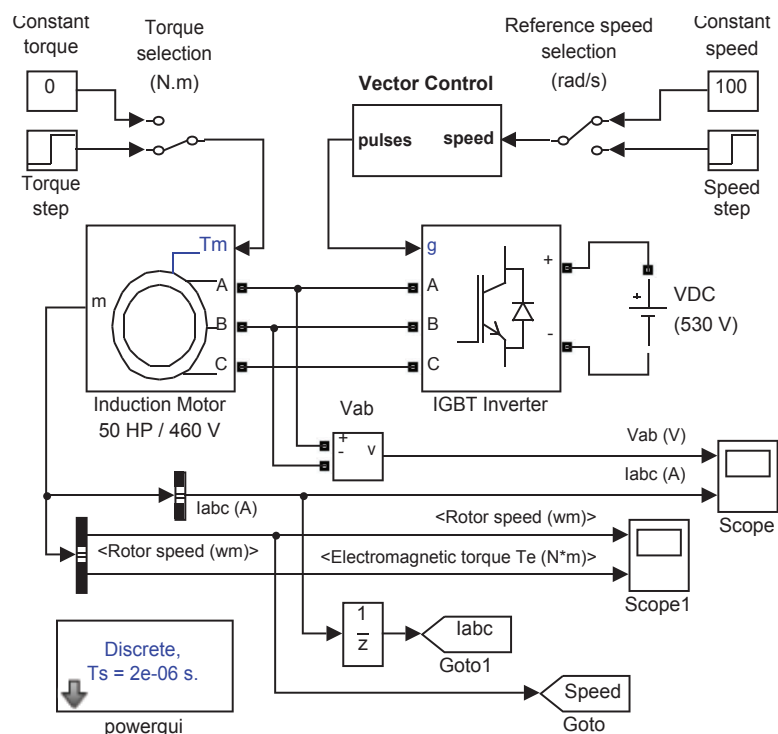


Рис. 1. Электропривод на базе асинхронного двигателя с векторным управлением

саре), инвертор напряжения (IGBT Inverter) представлен блоком Universal Bridge из раздела Power Electronics (рис. 2). Источник питания VDC (блок DC Voltage Source) необходимо взять из раздела Electrical Sources и задать постоянное напряжение 530 В.

Параметры асинхронного двигателя даны на рис. 3.

Параметры инвертора напряжения приведены на рис. 4. Скорость (Speed) и нагрузка на валу двигателя (Torque) задаются постоянными (блоки Constant), либо ступенчатыми в блоках Step. Параметры блоков Torque step и Speed step представлены на рис. 5.

Единичная дискретная задержка 1/z осуществляется блоком Unit Delay из раздела Discrete библиотеки Simulink. Для работы модели необходим блок Powergui, который можно найти в разделе Fundamental Blocks би-

блиотеки SimPowerSystems (Simscape). Параметры этих блоков следует задать в соответствии с рис. 6.

Блоки Goto и Goto1 служат для передачи сигналов в блоки From. В поле Goto tag необходимо задать наименования сигналов: Speed и Iabc (рис. 7).

Блок векторного управления (Vector Control), представленный на рис. 8, включает в себя: регулятор скорости, регулятор тока, блоки расчета токов и потока, угла положения и преобразователи координат. Сборку каждой из схем следует производить в блоках Subsystem раздела Ports & Subsystems библиотеки Simulink.

Регулятор скорости (Speed Controller) представлен на рис. 9. Параметры дискретного интегратора 1 (Discrete-Time Integrator1) даны на рис. 13. Пределы ограничителя величины сигнала (блок Saturation) показаны на схеме (рис. 9).

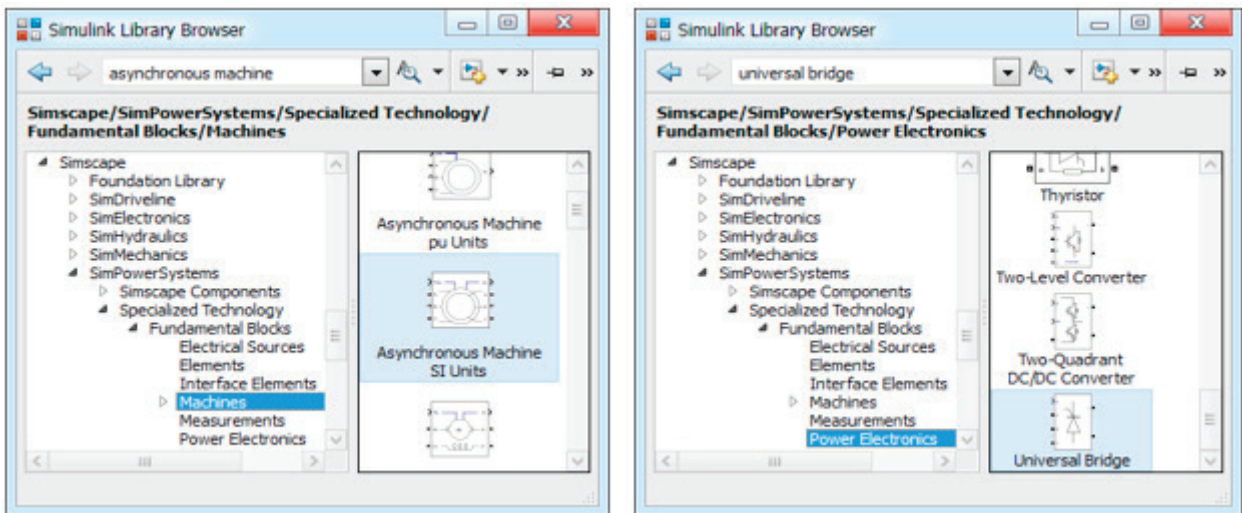


Рис. 2. Расположение блоков Asynchronous Machine SI Units и Universal Bridge

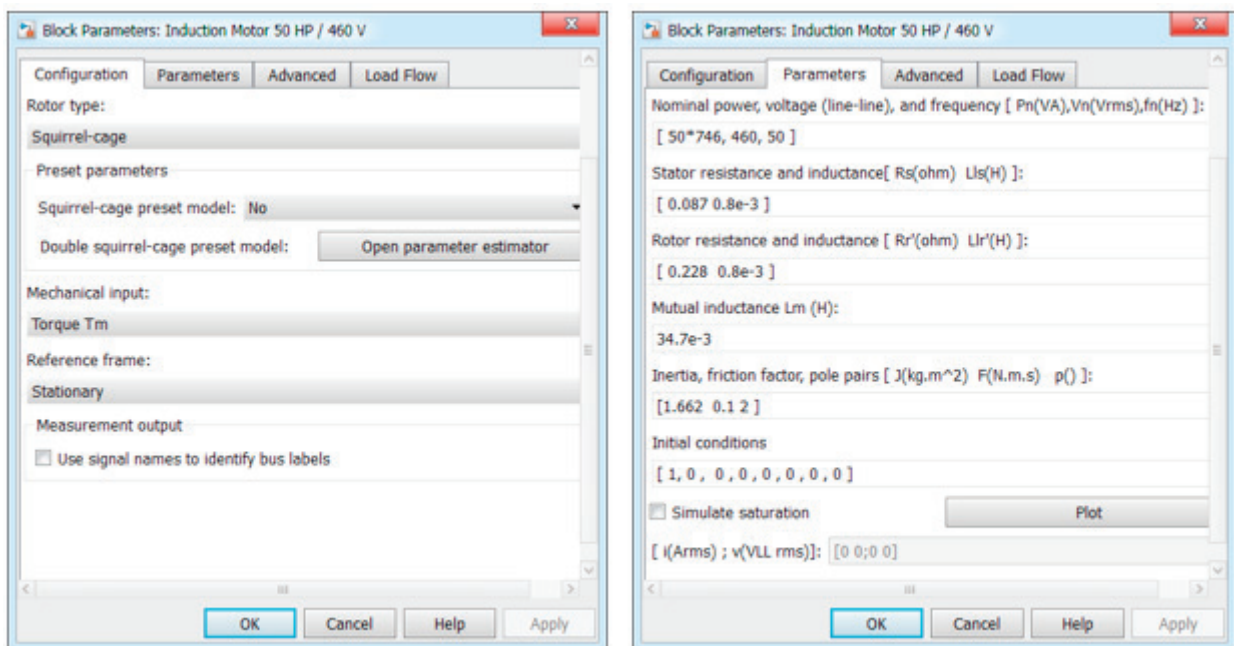


Рис. 3. Параметры асинхронного двигателя

Блоки расчета токов i_{qs}^* и i_{d}^* показаны на рис. 10 и 11. В блоке Fcp необходимо задать следующее выражение:
 $u [1] * 0.341 / (u [2] + 1e-3)$.
 Блок расчета угла положения θ представлен на рис. 12. В блоке Fcn1 необходимо задать выражение:

$34.7e-3 * u [1] / (u [2] * 0.1557 + 1e-3)$.
 Параметры дискретного интегратора 2 (Discrete-Time Integrator2) даны на рис. 13.
 Расчет потока (Flux Calculation) показан на рис. 14. Параметры блока Discrete Transfer Fcn даны на рис. 15.

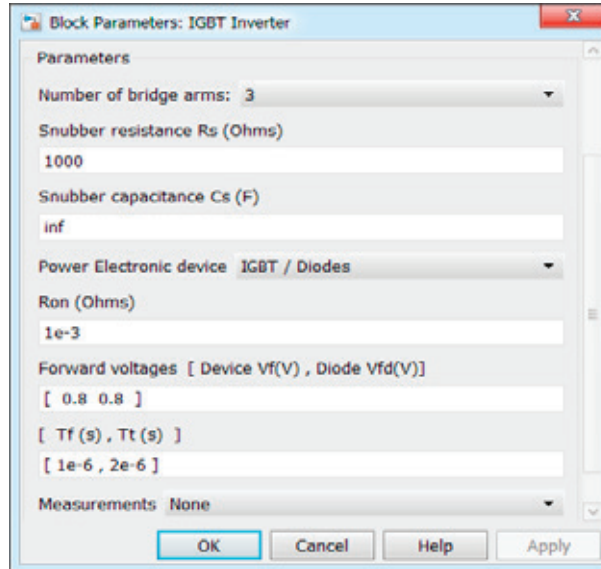


Рис. 4. Параметры инвертора напряжения

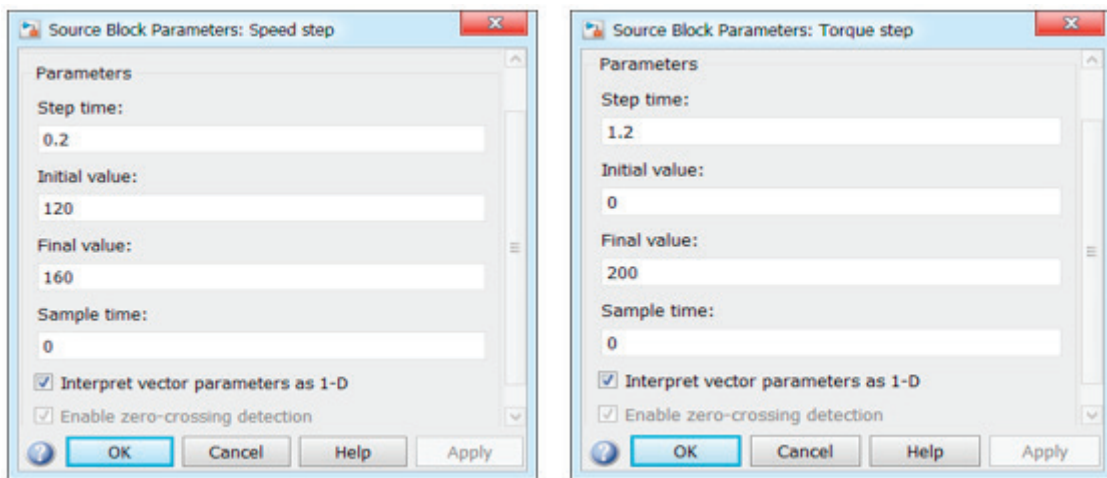


Рис. 5. Параметры задатчиков скорости и нагрузки на валу (Speed step и Torque step)

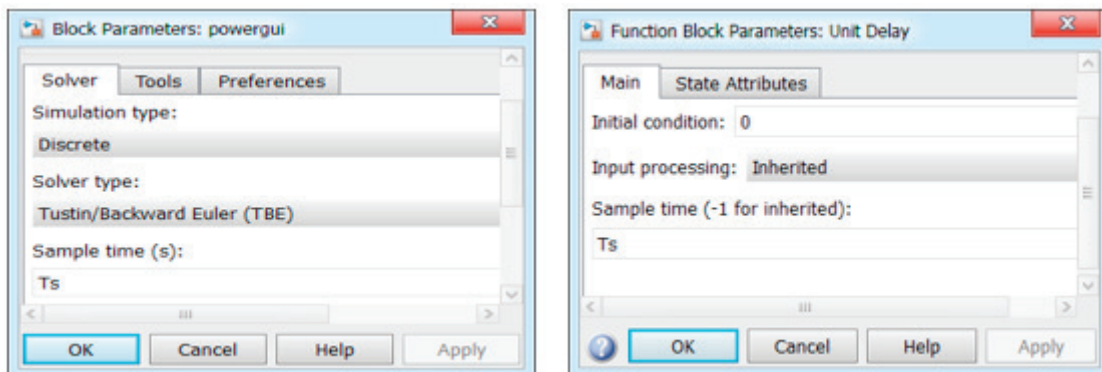


Рис. 6. Параметры блоков Powergui и Unit Delay

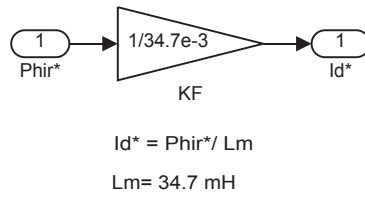


Рис. 11. Расчет тока i_d^* (блок id^* Calculation)

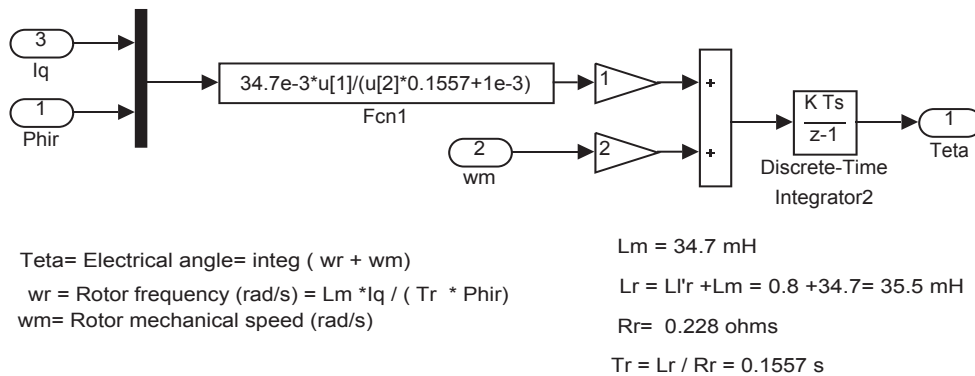


Рис. 12. Расчет угла положения ϑ (блок $Teta$ Calculation)

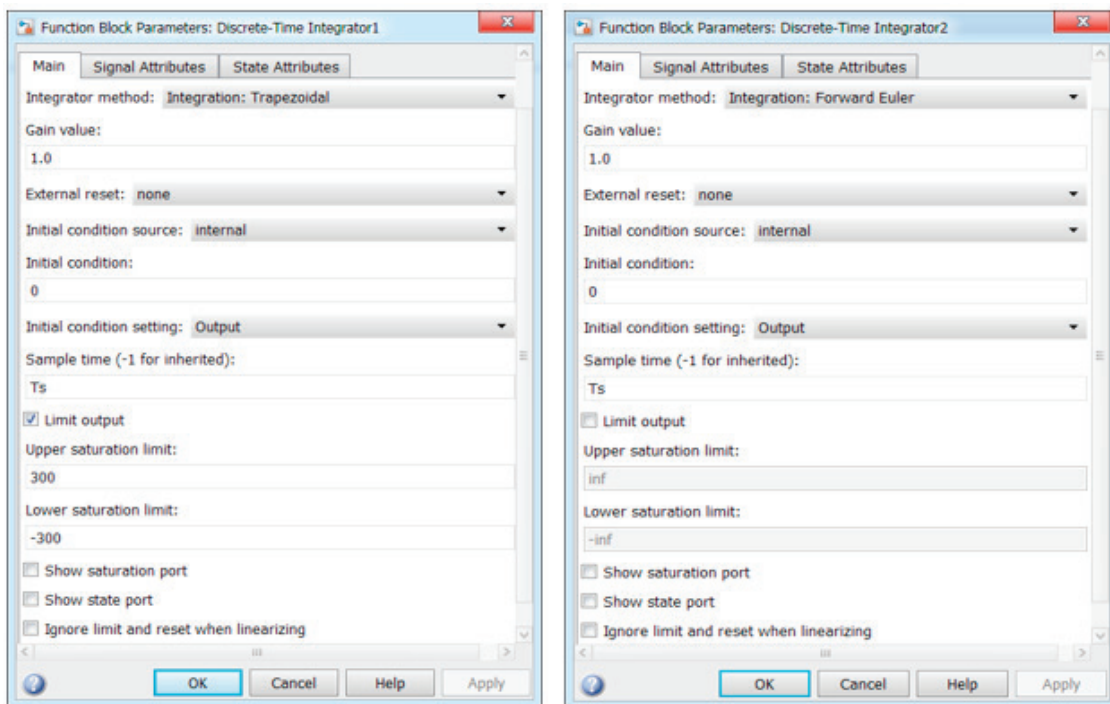


Рис. 13. Параметры дискретных интеграторов 1 и 2

Преобразователи координат « $ABC \rightarrow dq$ » и « $dq \rightarrow ABC$ » (conversion) приведены на рис. 16 и 17. Функции синусов, косинусов и токов задаются в блоках Fcn.

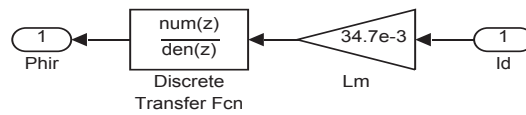
В параметрах блока id необходимо записать выражение:
 $u [1] * u [3] + (1.7320508 * u [2] - u [1]) * u [4] * 0.5 + (-u [1] - 1.7320508 * u [2]) * u [5] * 0.5.$

В блоке iq :
 $-u [2] * u [3] + (u [2] + 1.7320508 * u [1]) * u [4] * 0.5 + (u [2] - 1.7320508 * u [1]) * u [5] * 0.5.$

В блоке ia :
 $-u [3] * u [2] + u [4] * u [1].$

В блоке ib :
 $(-u [1] + 1.7320508 * u [2]) * u [4] * 0.5 + (u [2] + 1.7320508 * u [1]) * u [3] * 0.5.$

Регулятор тока (Current Regulator) приведен на рис. 18. Параметры блоков Relay показаны на рис. 19. В преобразователях типов данных Data Type Conversion необходимо задать соответствующие значения: boolean или double и поста-



$$\text{Phir} = Lm * Id / (1 + Tr .s) \quad Rr = 0.228 \text{ ohms}$$

$$Lm = 34.7 \text{ mH}$$

$$Tr = Lr / Rr = 0.1557 \text{ s}$$

$$Lr = Lr' + Lm = 0.8 + 34.7 = 35.5 \text{ mH}$$

Рис. 14. Расчет потока (блок Flux Calculation)

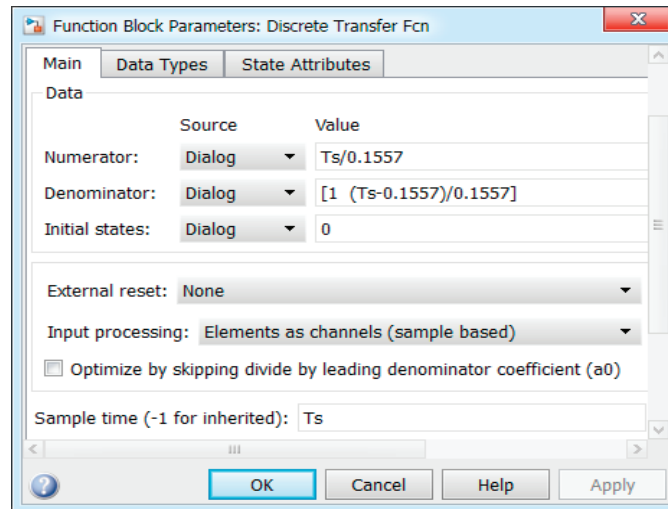


Рис. 15. Параметры блока Discrete Transfer Fcn

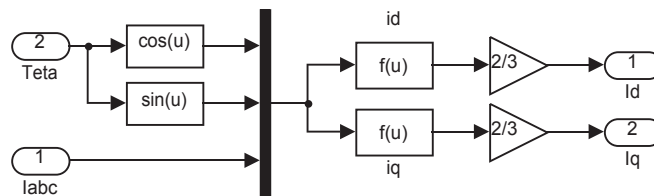


Рис. 16. Преобразователь координат ABC → dq

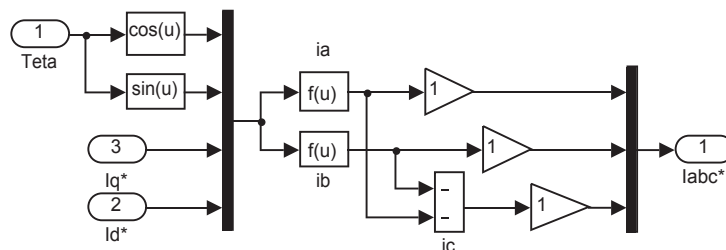


Рис. 17. Преобразователь координат dq → ABC

вить галочку напротив параметра Saturate on integer overflow (рис. 19). Оператор NOT задается в блоке Logical Operator.

Графики скорости, электромагнитного момента и фазных токов выводятся на осциллографы Scope и Scope1 с помощью блоков Bus Selector (библиотека

Simulink/Signal Routing). Линейное напряжение выводится через блок Voltage Measurement (Vab).

Результаты моделирования электропривода на базе асинхронного двигателя с векторным управлением даны на рис. 20, 21 и 22.

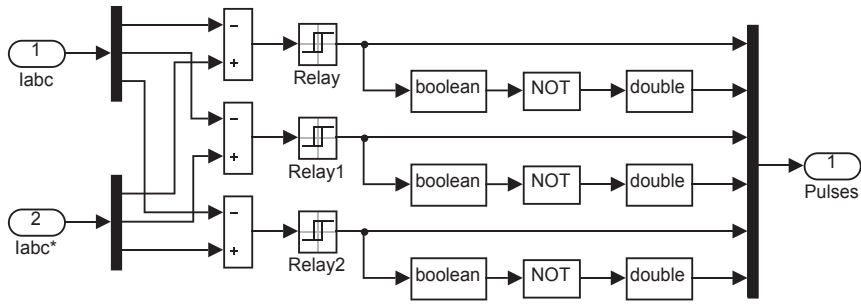


Рис. 18. Регулятор тока (Current Regulator)

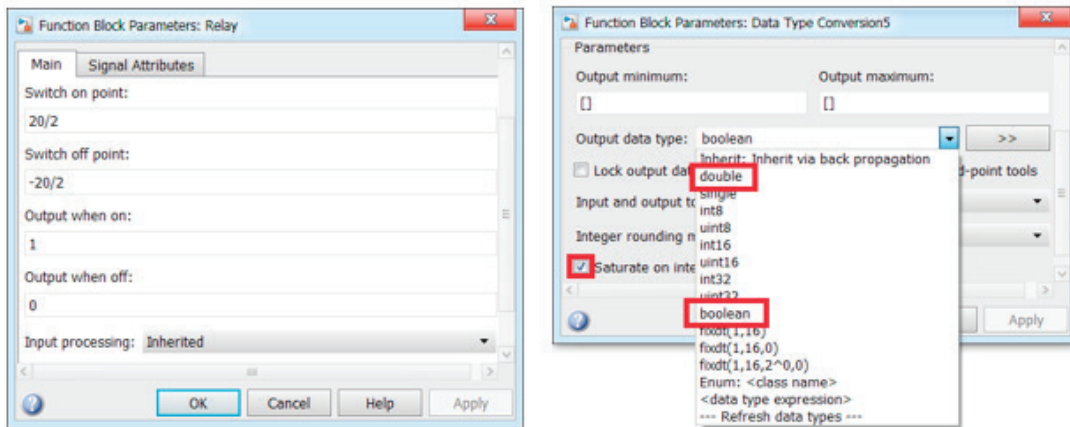


Рис. 19. Параметры блоков Relay

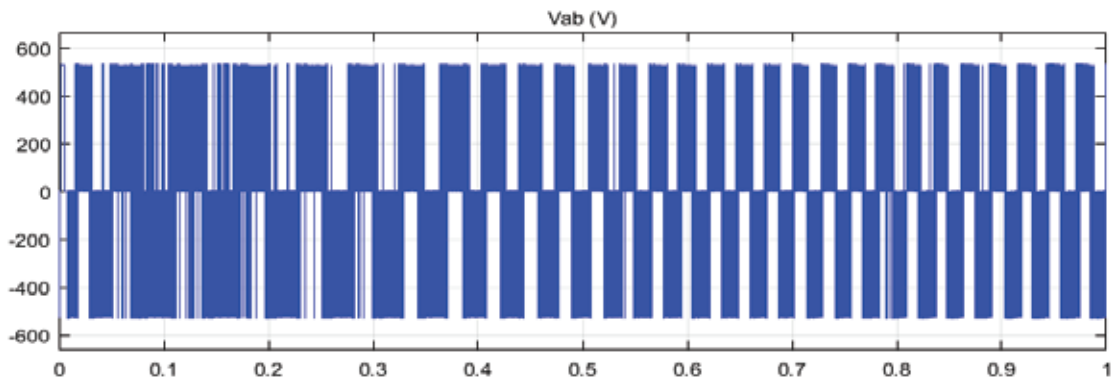


Рис. 20. Линейное напряжение U_{ab}

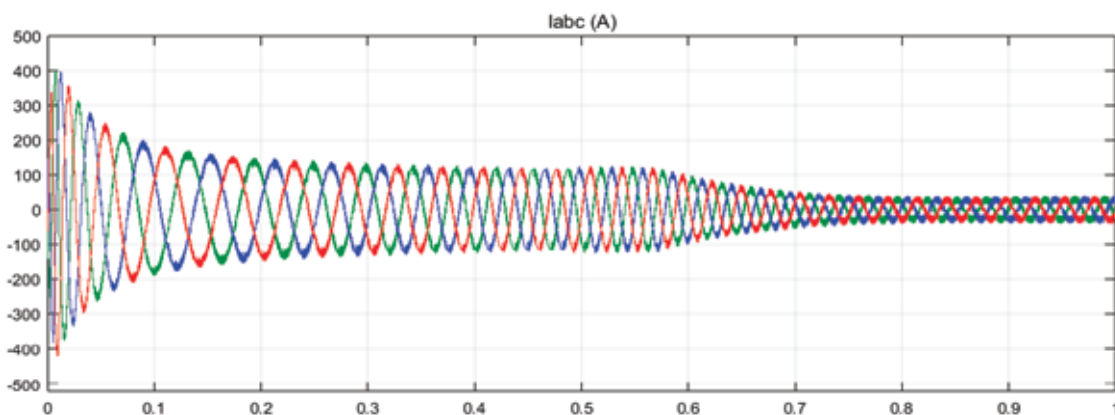


Рис. 21. Фазные токи i_a, i_b, i_c

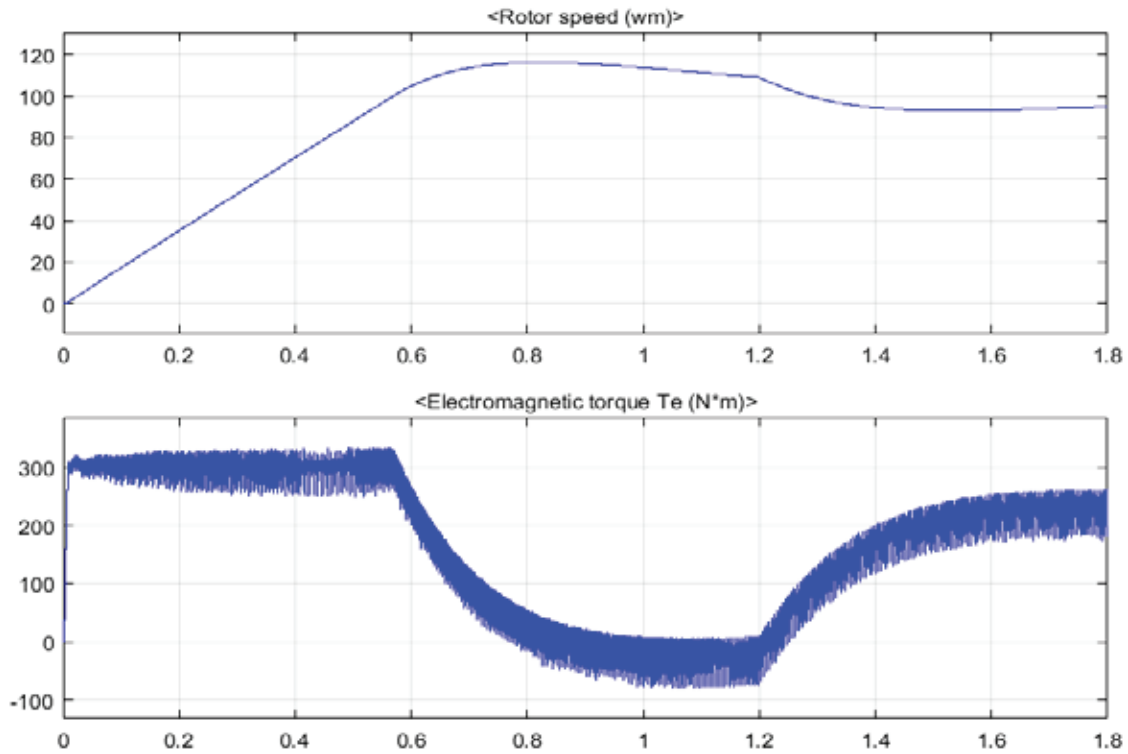


Рис. 22. Графики скорости и электромагнитного момента

Литература:

1. Герман-Галкин, С. Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. — СПб.: КОРОНА-Век, 2008. — 368 с.
2. Герман-Галкин, С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. — СПб.: КОРОНА принт, 2007. — 320 с.
3. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. — М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. — 288 с.
4. Simscape Power Systems Examples [Электронный ресурс] // MathWorks. — Режим доступа: www.mathworks.com/help/physmod/sps/examples.html.
5. Терёхин, В. Б. Моделирование систем электропривода в Simulink (Matlab 7.0.1): учебное пособие / В. Б. Терёхин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 292 с.

Моделирование системы электрического вала на двух асинхронных двигателях с фазными роторами в пакете SimPowerSystems

Емельянов Александр Александрович, доцент;
 Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;
 Прокопьев Константин Васильевич, студент;
 Ситенков Александр Александрович, студент;
 Пестеров Дмитрий Ильич, студент;
 Юнусов Тимур Шамильевич, студент;
 Устинов Артем Павлович, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет

Целью данной работы является овладение технологией сборки модели системы электрического вала

на двух асинхронных двигателях с фазными роторами в пакете SimPowerSystems для использования в лабора-

торной работе по дисциплинам «Математическое моделирование электромеханических систем» и «Электрический привод». За основу принята математическая модель из электронного ресурса [1]. Показаны пути поиска разделов необходимых элементов схемы электропривода,

позволяющих студентам без больших потерь времени получить необходимые характеристики. Полезные рекомендации по работе в SimPowerSystems даны в работах [2], [3], [4], [5].

Общая схема системы показана на рис. 1.

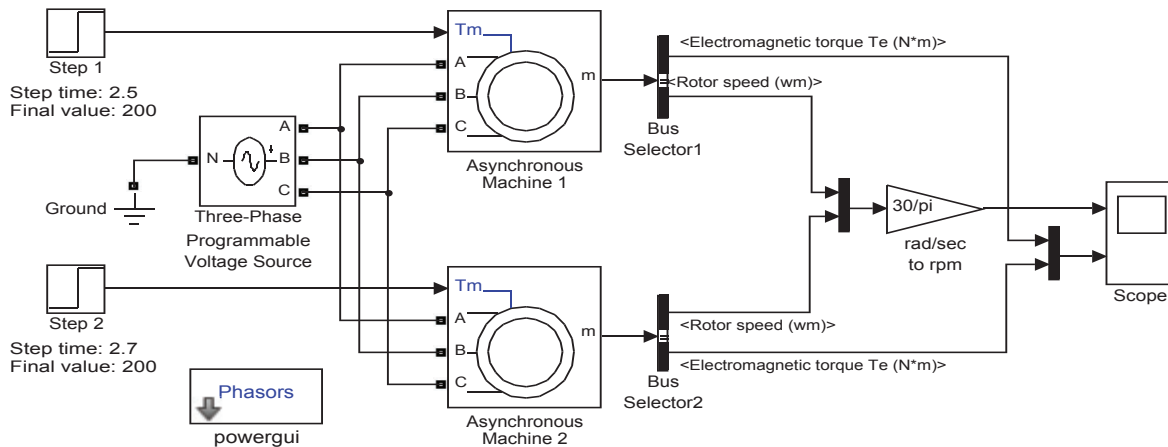


Рис. 1. Электропривод на базе асинхронного двигателя с векторным управлением

Асинхронные двигатели (Asynchronous Machine 1 и 2) представлены блоками Asynchronous Machine SI Units из

раздела Machines библиотеки SimPowerSystems (Simscape) (рис. 2).

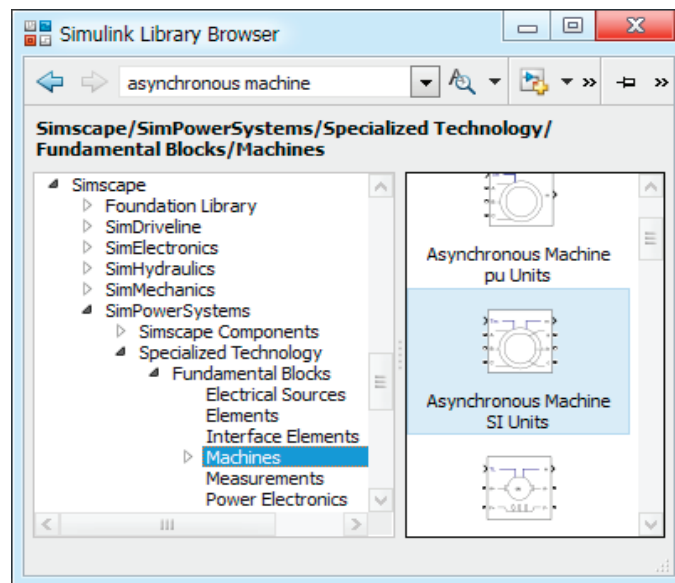


Рис. 2. Расположение блока асинхронного двигателя (Asynchronous Machine SI Units)

Параметры асинхронных двигателей (тип МТФ412—6 на 36 кВт) задаются одинаковыми, как показано на рис. 3. Чтобы характеристики асинхронных двигателей не совпадали, в параметрах второго двигателя примем приведенный момент инерции к валу двигателя J больше на 1%.

Блок трехфазного программируемого источника напряжения (Three-Phase Programmable Voltage Source) находится в разделе Electrical Sources библиотеки SimPowerSystems (рис. 4). Элемент «Земля» (Ground), под-

ключаемый к источнику питания, следует взять из раздела Elements (рис. 4).

В параметрах источника напряжения необходимо установить значения напряжения (Amplitude (Vrms)), фазы (Phase) и частоты (Freq.) согласно рис. 5.

Наброс нагрузки задается в блоках Step 1 и Step 2, параметры которых приведены на общей схеме (рис. 1).

Для работы модели необходим блок Powergui, который можно найти в разделе Fundamental Blocks библиотеки

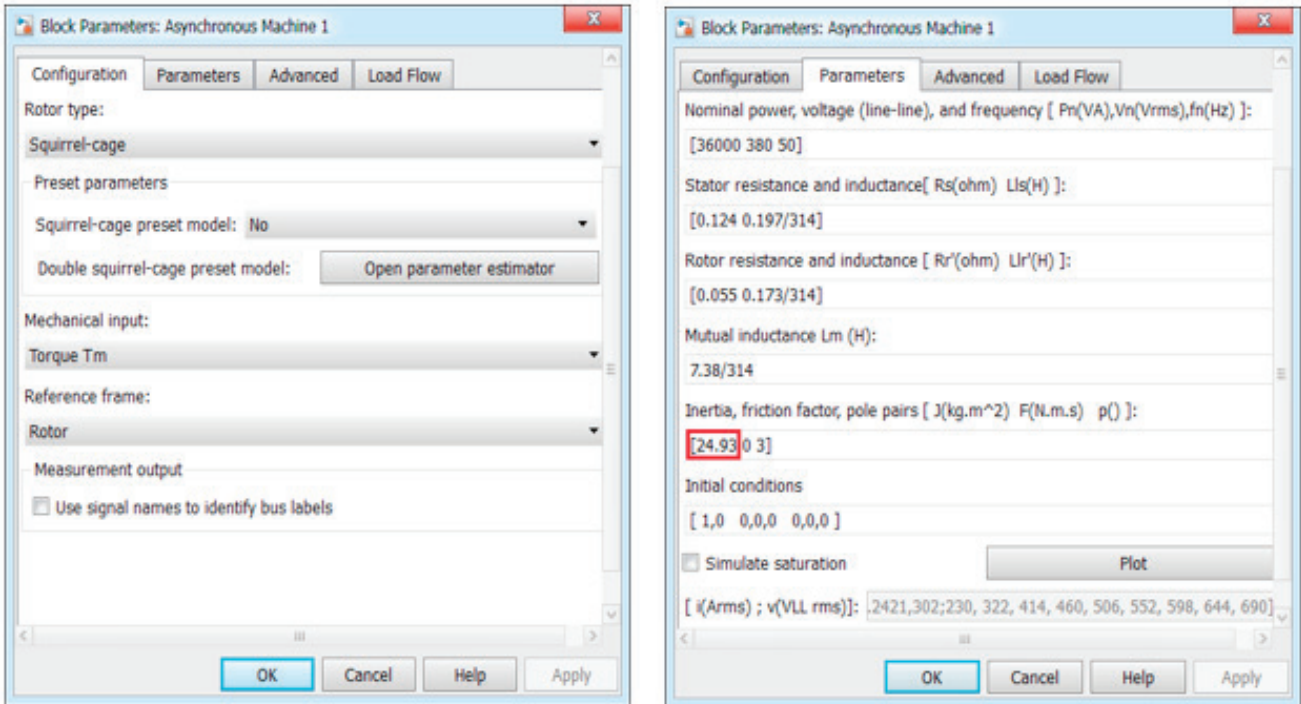


Рис. 3. Параметры асинхронного двигателя

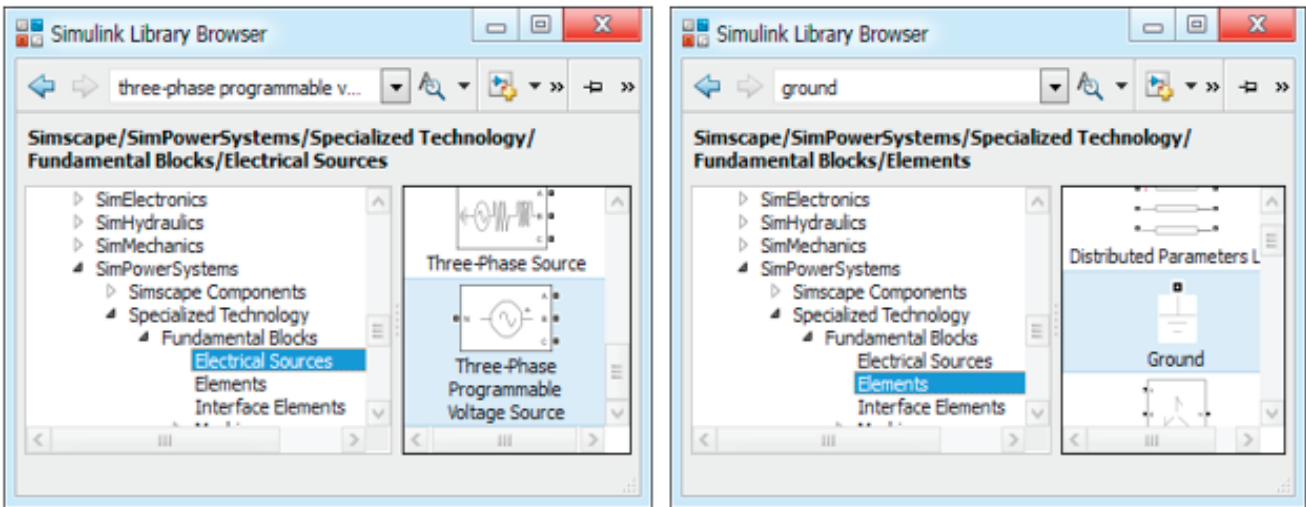


Рис. 4. Расположение блоков Three-Phase Programmable Voltage Source и Ground

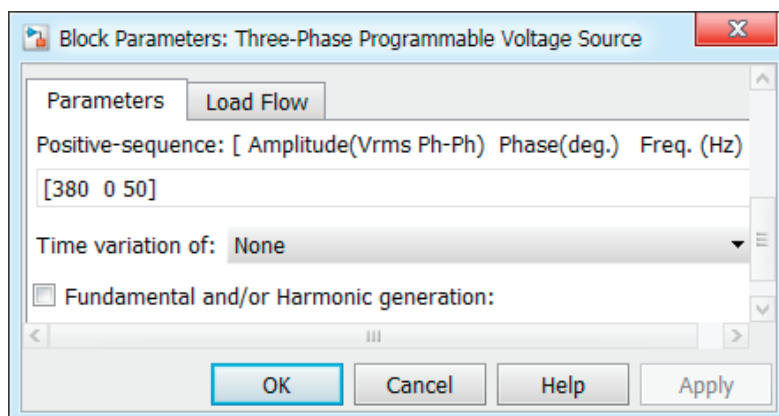


Рис. 5. Параметры трехфазного программируемого источника напряжения

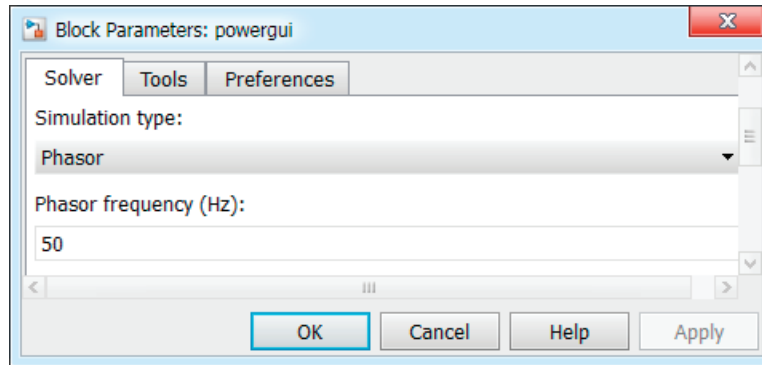


Рис. 6. Параметры блока Powergui

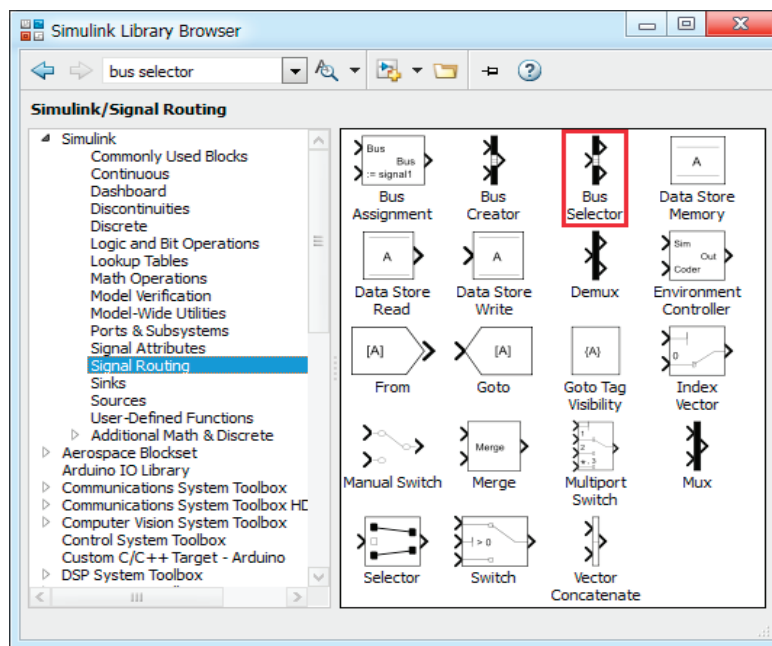


Рис. 7. Расположение блока Bus Selector в окне библиотеки Simulink

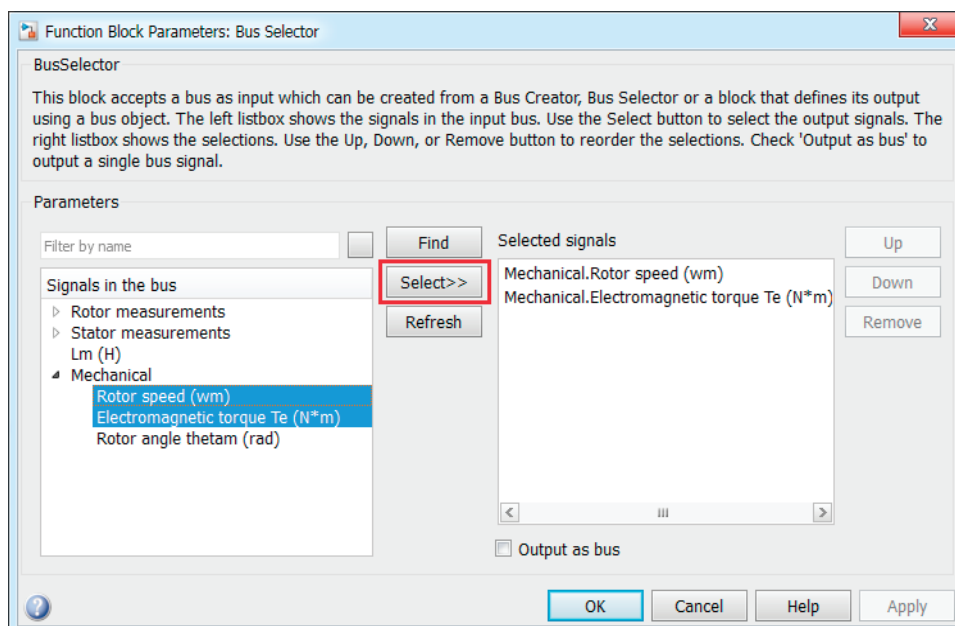


Рис. 8. Выбор характеристик в блоке Bus Selector

SimPowerSystems. Параметры этого блока приведены на рис. 6.

Блок шинного селектора (Bus Selector) предназначен для измерения характеристик машины. В библиотеке Simulink раскрываем следующий путь до группы блоков «Разводка сигнала» (Signal Routing) (рис. 7). Переносим блок Bus Selector на рабочее поле.

Открываем блок шинного селектора. Из списка механических характеристик (Mechanical) выбираем элек-

тромагнитный момент (Electromagnetic torque T_e (N*m)) и скорость вращения ротора (Rotor speed (wm)) и добавляем их в список выбранного (Selected signals) кнопкой Select (рис. 8).

Для перевода скорости из рад/с в об/мин необходимо добавить блок Gain и установить в нём значение $30/\pi$.

Результаты моделирования электропривода на базе асинхронных двигателей (МТФ412–6), работающих на электрический вал, даны на рис. 9.

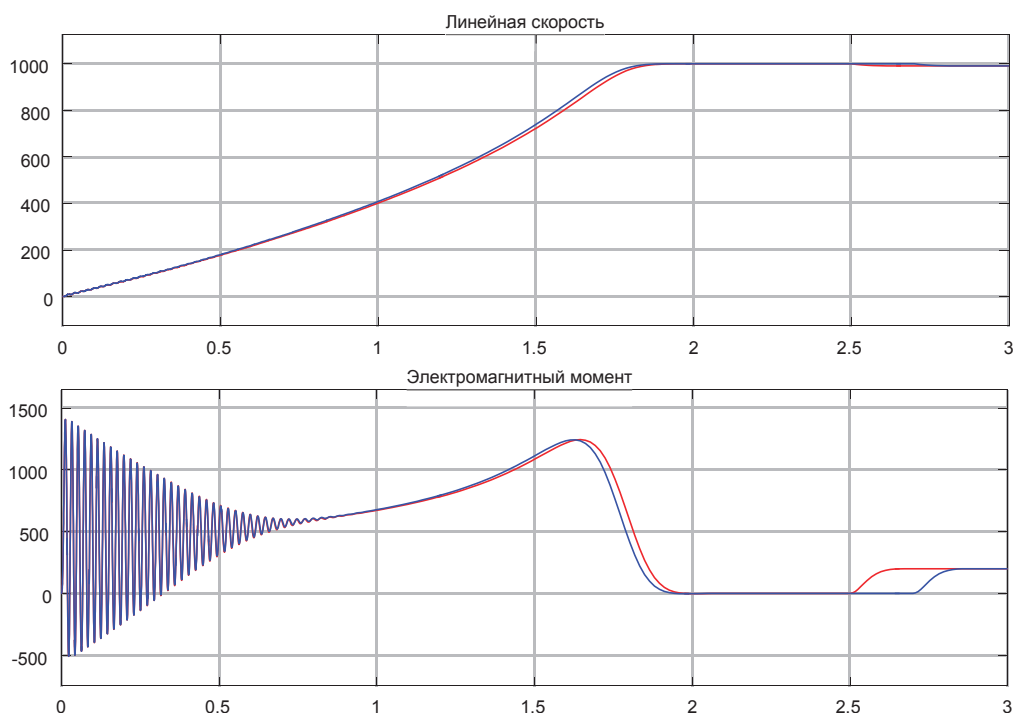


Рис. 9. Графики скорости и электромагнитного момента с набросами нагрузок на двигатели при $t_1 = 2,5$ с и $t_2 = 2,7$ с

Примечание: во избежание ошибок при запуске расчета модели необходимо открыть меню Simulation, выбрать Model Configuration Parameters. В открывшемся

окне в меню Diagnostics перейти к пункту Connectivity и установить значение Mux blocks used to create bus signals: error, как показано на рис. 10.

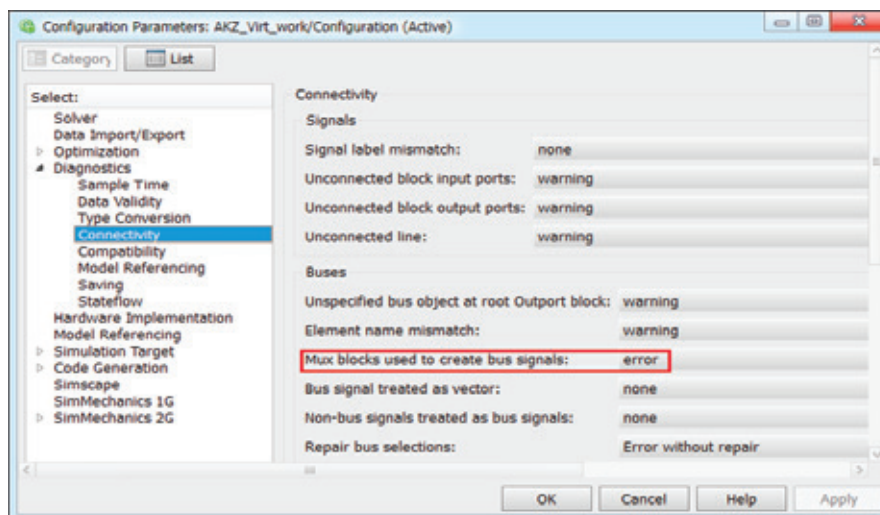


Рис. 10. Окно параметров модели

Литература:

1. Simscape Power Systems Examples [Электронный ресурс] // MathWorks. — Режим доступа: www.mathworks.com/help/physmod/sps/examples.html.
2. Герман-Галкин, С. Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. — СПб.: КОРОНА-Век, 2008. — 368 с.
3. Герман-Галкин, С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. — СПб.: КОРОНА принт, 2007. — 320 с.
4. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. — М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. — 288 с.
5. Терёхин, В. Б. Моделирование систем электропривода в Simulink (Matlab 7.0.1): учебное пособие / В. Б. Терёхин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 292 с.

Предоставление картографических данных в общий доступ с помощью ресурса ArcGis Online. Онлайн-карты в ArcGis Online

Зайнагутдинов Руслан Илюсович, студент;
Васильев Дмитрий Анатольевич, студент;
Кокнаев Александр Сергеевич, студент;
Селюк Никита Николаевич, студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»).

В работе рассмотрен онлайн картографический сервис ArcGISOnline, его возможности и практическое применение.

Произведен анализ данных мониторинга экологической ситуации в акватории Финского залива и создана карта экологической оценки. Продемонстрированы возможности и преимущества онлайн сервиса ArcGISOnline.

Ключевые слова: ГИС, мониторинг, ArcGis Online, ArcGIS for Desktop 10.2.2

ArcGISOnline — это онлайн веб-ГИС для совместной работы в сети интернет, который позволяет использовать, создавать и настраивать доступ к картам, сценам, слоям, приложениям, аналитике и данным. Мы получаем доступ к готовым картам, готовым приложениям и защищенному облаку Esri, где можно добавлять свои элементы и публиковать веб-слои. Поскольку ArcGISOnline является частью системы ArcGIS, его можно использовать для расширения функциональных возможностей ArcGISforDesktop.

1. Возможности ArcGis Online

ArcGISOnline имеет широкий арсенал возможностей.

С помощью него можно создавать и использовать готовые карты и сцены, получать доступ к готовым слоям и инструментам, публиковать размещенные сервисы, распространять и получать доступ к картам с любого устройства, создавать карты из данных Microsoft Excel, настраивать веб-сайт ArcGISOnline и просматривать отчеты. Также можно применять ArcGISOnline в качестве платформы для построения собственных приложений, работающих с географическими данными.

Таким образом, мы имеем возможности:

— Изучать данные: ArcGISOnline содержит интерактивные карты и сцены, позволяющие всем пользователям организации просматривать, изучать и анализировать ваши географические данные. Можно открыть готовые карты и наполнить их своими данными для выявления закономерностей, получения ответов на вопросы и понимания взаимоотношений данных, полученных в моей организации и от других пользователей по всему миру. Используйте инструменты анализа, входящие во вьюер карт ArcGIS.com, для поиска новых закономерностей, подходящих местоположений, обогащения своих данных, определения ближайших объектов и суммирования данных.

— Создавать свои карты, сцены и приложения: ArcGISOnline содержит все необходимое для создания карт, сцен и приложений. С помощью вьюеров карты и сцены выполняется подключение к галерее базовых карт и инструментов, чтобы добавлять новые слои и комбинировать данные, к которым потом я смогу открыть общий доступ. Удобные инструменты позволяют создавать новые приложения, которые можно публиковать на ArcGISOnline.

— Выполнять работу совместно и обмениваться данными: Вы можете создать закрытые группы, доступные только по приглашению, или общедоступные группы,

открытые для всех. Также можно предоставлять доступ к картам с помощью встраивания их в веб-сайты, в веб-приложения или через социальные сети. ArcGISOnline содержит множество настраиваемых приложений и конструкторов для создания приложений. Всего за несколько шагов, без использования программирования, вы можете опубликовать веб-приложение, которое может открыть любой пользователь в обычном веб-браузере.

— Публиковать данные в качестве веб-слоев: Можно опубликовать свои объекты и листы карты как веб-слой на ArcGISOnline. Это позволяет высвободить внутренние ресурсы, поскольку такие веб-слои размещаются в облаке Esri и динамически масштабируются по запросу. Имеется возможность добавлять слои в веб-, настольные и мобильные приложения, что позволит другим пользователям работать с ними. Можно опубликовать данные непосредственно из ArcGIS for Desktop или с веб-сайта the ArcGISOnline без инсталляции собственного сервера и открыть к ним доступ для других сотрудников моей организации, которые смогут в свою очередь добавлять слои карт и инструменты геообработки в собственные карты и приложения.

С помощью сервиса ArcGISOnline была создана карта экологической оценки состояния акватории Финского залива.

2. Карта экологической оценки состояния акватории Финского залива

Для доступа к карте необходимо открыть сайт нужного нам ресурса, в данном случае «arcgis.com» с ArcGISOnline. (Рисунок 1)

Созданный ресурс имеет имя «Мониторинг финского залива» который будет предоставлен в общий доступ, где каждый сможет им воспользоваться. (Рисунок 2)

В качестве базовой карты я выбрал Open street.map. (Рисунок 3)

В ArcGISforDesktop создаём и добавляем на ресурс нашу файловую базу геоданных (ФБГ) Fz_monitoring_gdb, и наносим на карту. (Рисунок 4)

В ArcGISOnline мы можем редактировать созданное, например цвет, размер, интенсивность точек мониторинга и цветовой гаммы зон на которые разделен нужный нам район. — (Рисунок 5)

Мы можем менять отображение слоёв, или отключить их вовсе, в данном случае оставим только точки постов наблюдений за качеством воды в акватории Финского залива. (Рисунок 6)

Все манипуляции, производимые с картой, выкладываются в мировой общий доступ.

Заключение

В работе были рассмотрены возможности онлайн-ГИС ресурса ArcGISOnline. Была взята созданная в ArcGIS for Desktop файловая база геоданных по данным мониторинга акватории Финского залива и выложена на сайт arcgis.com. Прделанная работа позволит любому просматривать, редактировать, анализировать и использовать данные только с помощью доступа в интернет, без установки дополнительных приложений.



Рис. 1. Интерфейс ресурса ArcGIS Online

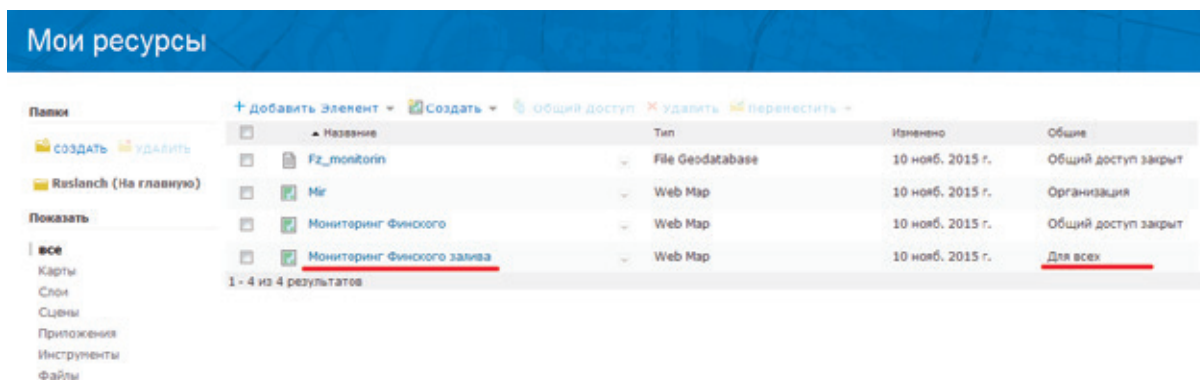


Рис. 2. Список ресурсов

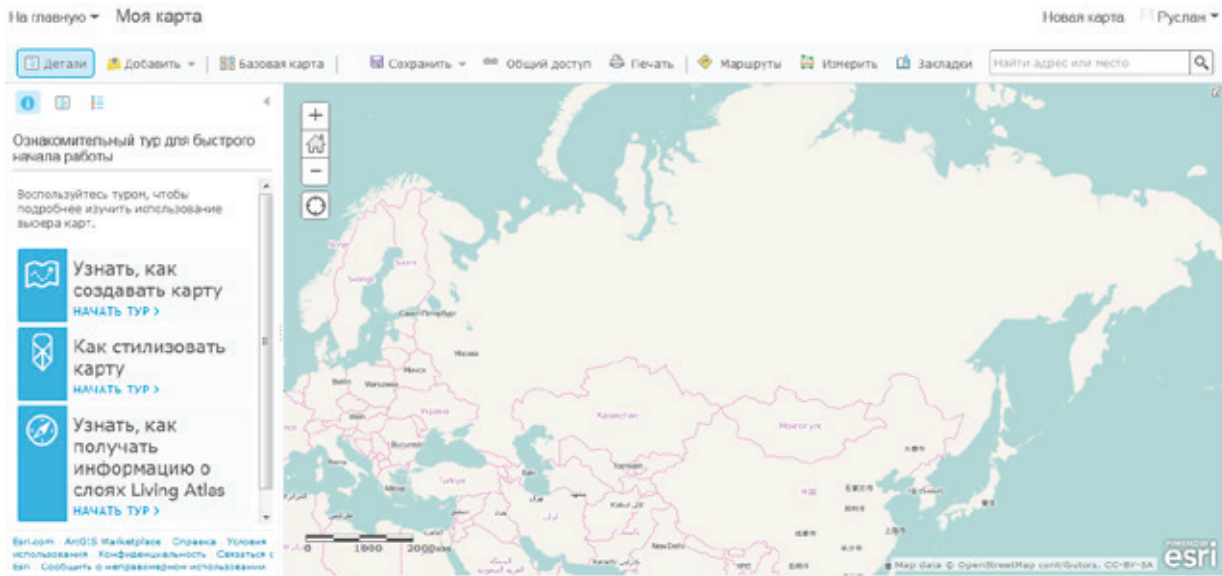


Рис. 3. Карта вида «Open street.map»

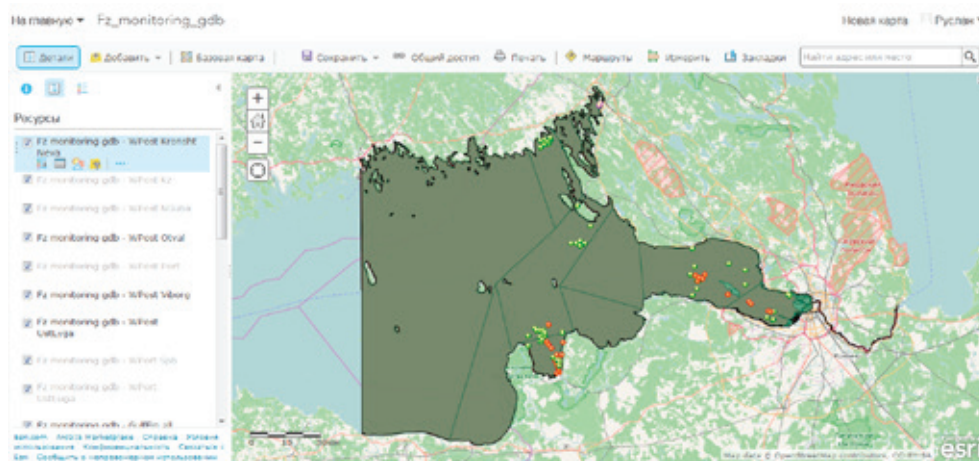


Рис. 4. Районирование Финского залива

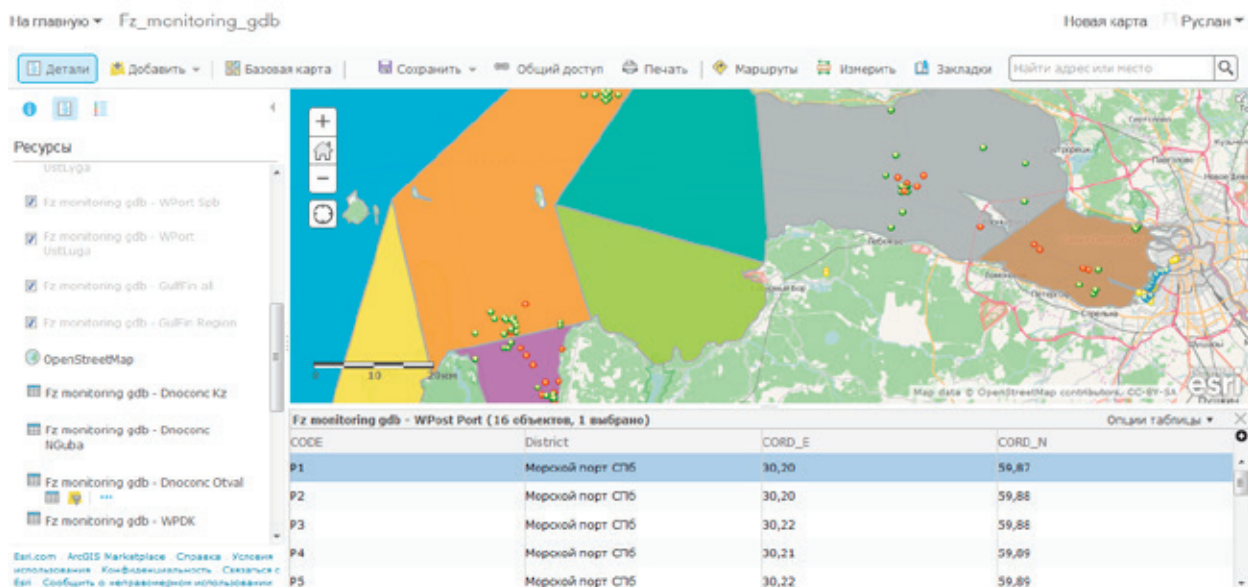


Рис. 5. Мониторинг Финского залива

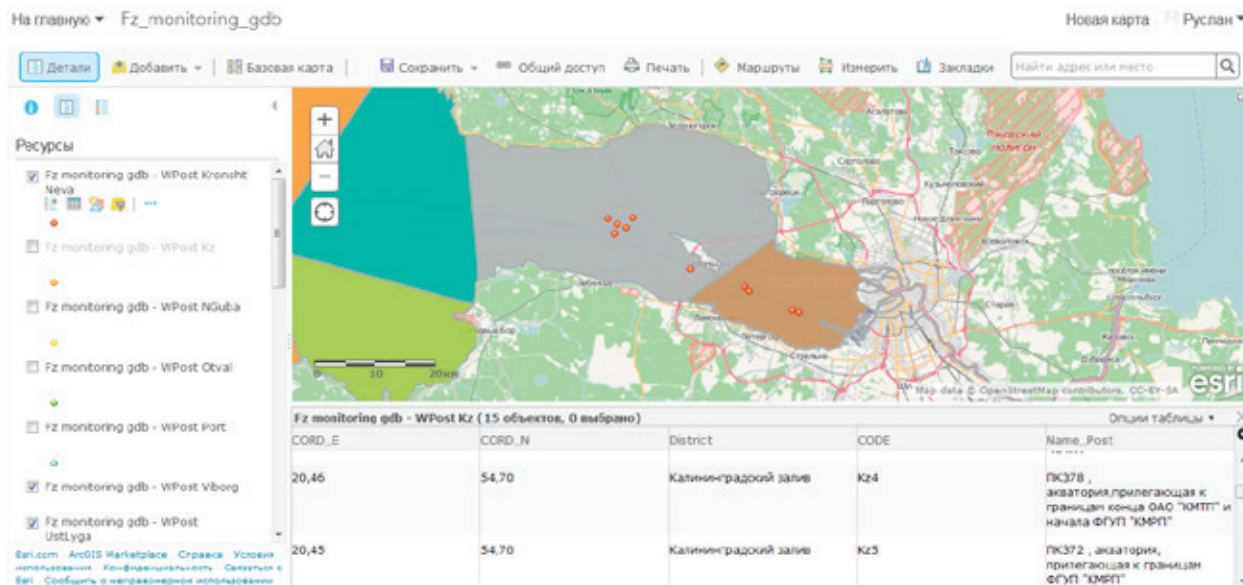


Рис. 6. Посты наблюдения

Литература:

1. Экологическая опасность увеличения транспортировки нефти через Финский залив [Электронный ресурс] <http://www.svoboda.org/content/article/109293.html>
2. Краткий обзор ArcMap [Электронный ресурс] <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/main/map/a-quick-tour-of-arcmap.htm>
3. Браун, Л. А. История географических карт. — Москва: Центрполиграф, 2006. — 479 с.
4. Журкин, И. Г., Шайтура С. В. Геоинформационные системы. — Москва: Кудиц-пресс, 2009. — 272 с.
5. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных Introduction to Database Systems.—8-е изд.— М.: Вильямс, 2005. — 1328 с.
6. «Обзор онлайн-картографических сервисов» Светлана Шляхина 3 марта 2010 года [Электронный ресурс] http://www.3dnews.ru/software/online_maps_review

Исследование влияния гранулометрических характеристик функциональных наполнителей на свойства композиционных материалов

Мурзин Ильдар Шухратович, студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

В представленной работе исследовалась возможность создания новых полимерных композиционных материалов с радиопоглощающими и радиоэкранирующими свойствами. Актуальность данного направления обосновывается необходимостью защиты от электромагнитных помех (мобильная связь, электронная техника, линии электропередач, трансформаторы); защиты информации (защита устройств для несанкционированного съема информации, защита помещений и средств связи); создание безэховых камер для проверки электронных совместимостей компонентов, для настройки и испытания специализированной техники.

Ключевые слова: ЭМИ — электромагнитное излучение, КМ — композиционный материал, ПКМ — полимерный композиционный материал, РПМ — радиопоглощающий материал, ПЭМВ (ПЭВ) — поглотитель электромагнитных волн, ЭМВ — электромагнитная волна, ВЧ — высокие частоты, СВЧ — сверхвысокие частоты

К настоящему времени установлена эффективность гетерогенных композиционных поглотителей ЭМВ при

использовании многокомпонентных функциональных наполнителей, в том числе на основе комбинации фер-

ритов и карбонильного железа. Но некоторые вопросы, связанные с ролью размеров частиц наполнителей остались не выясненными. Поэтому цель работы — выявить дополнительные возможности повышения функциональных свойств выбранных материалов и реализовать это на практике путем оптимизации гранулометрического состава наполнителей. Научная новизна работы заключается в получении дополнительного (сверхсуммарного) эффекта при создании многокомпонентных (не менее 3-х составляющих) композиционных материалов для повышения их функциональных свойств путем фракционирования наполнителей методом воздушной классификации и возможностью получения заданного размера частиц.

Задачи, поставленные в данной работе:

1. Определить оптимальные методы измельчения и фракционирования функциональных наполнителей с выделением мелкодисперсных фракций и разработать соответствующие методики с учетом специфики исследуемых материалов.

2. Определить влияние состава композиции, в том числе вида наполнителя и его гранулометрических характеристик на электромагнитные свойства радиопоглощающих и экранирующих покрытий.

3. Выявить и обосновать составы полимерных композиционных материалов (ПКМ), обеспечивающих повышение функциональных параметров по сравнению с аналогами.

1. В работе использовались следующие материалы:

Ферриты 1000НН, 2000НН (Крошка крупные гранулы размером 4–7 мм, эффективные поглощающие свойства) и **карбонильное железо Р20** (Порошок с, Размером частиц 5–7 мкм., эффективные поглощающие свойства), аморфно кристаллический сплав амаг-120 (Быстро закаленная лента, толщиной 0,2 мм., эффективные экранирующие свойства), так как эти материалы являются наиболее популярными, доступными, относительно дешевыми по сравнению с аналогами на сегодняшний день.

В качестве связующего вещества был выбран **полиуретановый латекс** и **эпоксидная смола**, т.к. они обладают

хорошей адгезией и достаточно технологичны в использовании. В свою очередь латекс обладает высокой экологичностью, т.к. имеет водную основу, а эпоксидная смола обладает высокой прочностью.

2. Оборудование для подготовки наполнителя.

Основным элементом работы являлось подготовка наполнителя. Необходимый материал помещают в ВМКД-10, он дробится путем стирания дробящим конусом о стенки наружной брони, ведущий и ведомый дебалансы компенсируют нагрузку возникшую между конусом и наружной броней, ограничитель амплитуды регулирует необходимый диапазон разделения от 10–100 мкм.

Следующим шагом является разделение полученного после дробления материала с помощью вибрационного сита, отделяется крупная фракция 100–90мкм не прошедшая разделения и отправляется повторно на дробление.

Метод воздушного классифицирования основан на воздушном всасывании, которое происходит после вращения ротора, подключенного к пульту управления. Задавая более высокую частоту вращения ротора, мы получаем фракции меньшего размера от 10 до 30 мкм. В свою очередь более крупная фракция не прошедшая этот этап, оседает раньше в сосуде перед ротором. Уменьшая частоту вращения ротора, мы получаем фракцию большего размера. Пока не дойдем до значений, когда весь материал будет отсортирован.

Последним шагом является смешение наполнителя необходимого размера и нужной концентрации в лопастном диспергаторе.

3. Экспериментальная часть.

Ключевым моментом работы является дробление и фракционирование, на рисунке 5 мы наблюдаем результат дробления Ni-Zn феррита 1000НН, вместе с более мелкой фракцией заметны частицы неопределенной формы размером до 80–90 мкм.

На рисунке 6 представлен уже классифицированный ферритовый порошок 1000НН размером частиц 10–30 мкм. Это говорит о том, что метод воздушной классифи-

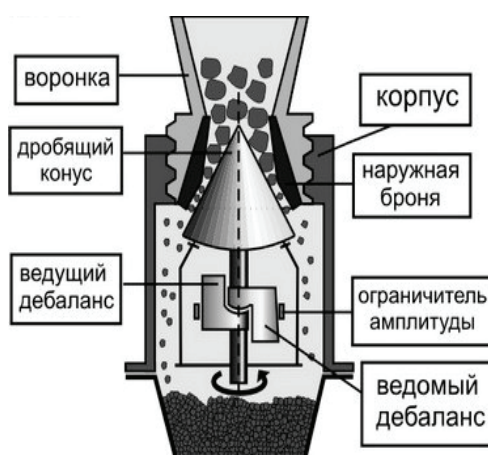


Рис. 1. Вибрационно-конусная мельница-дробилка ВМКД-10. Размер фракций после дробления 10–100 мкм



Рис. 2. Вибрационное сито отсеивает крупную фракцию 100–90 мкм

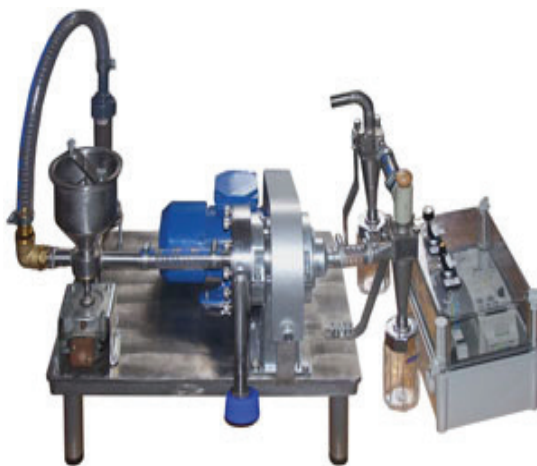


Рис. 3. Воздушный классификатор «Гефест» «Гольф-2». Размер фракций после классификации 10–80 мкм



Рис.4. Лопастной диспергатор для смешения наполнителей

кации достаточно эффективен. После фракционирования материал смешивался со связующим, и формовались образцы для испытаний.

Наблюдение в оптический микроскоп смешанной фракции порядка 10–30 мкм:

4. Влияние размера фракций на поглощающие и отражающие свойства.

На рисунке 7 наблюдаем зависимость, которая показывает тенденцию роста поглощения с уменьшением раз-

мера частиц. Что доказывает правильность направления и выбранных методик данной работы и важность получения мелкой фракции, что мы и предполагали вначале данной работы.

Ниже, на рисунке 8 представлена зависимость отражения от размера частиц. На графике видна тенденция роста значения отражения с увеличением размера частиц. Что говорит нам о том, что более крупная фракция обладает лучшим значением отражения. Данный материал

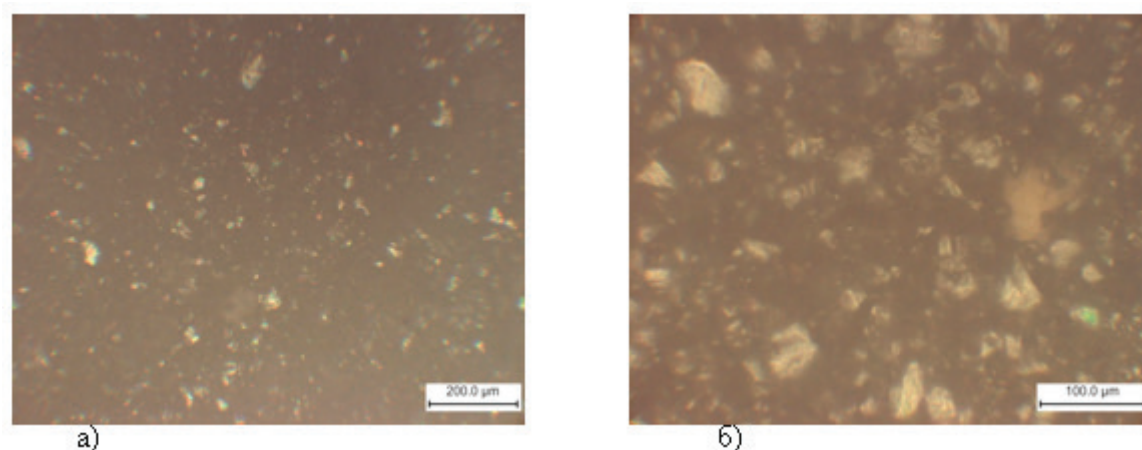


Рис. 5. Феррит Ni-Zn 1000НН после дробления до классификации: а) изображение увеличенное в 9 раз, б) изображение увеличенное в 21 раз

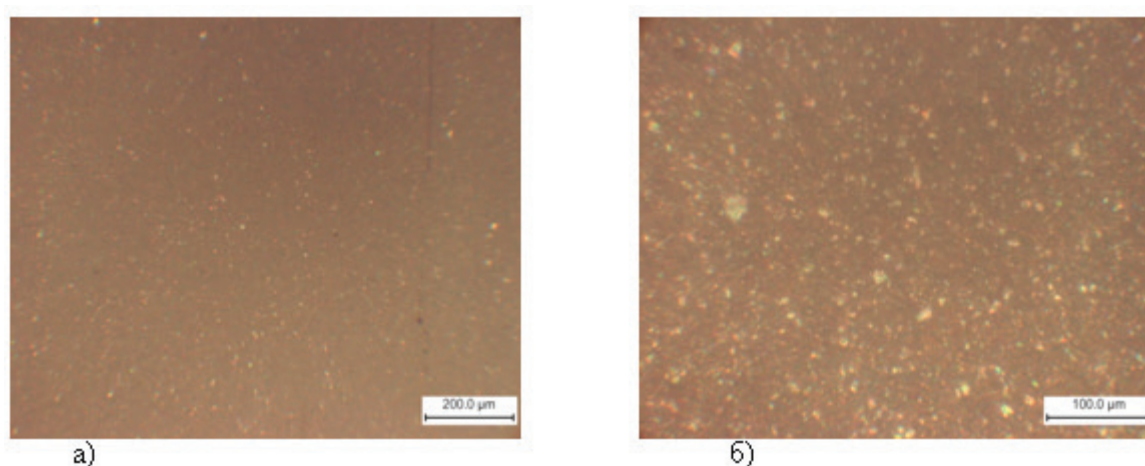


Рис. 6. Феррит Ni-Zn 1000НН после дробления и классификации: а) изображение увеличенное в 9 раз, б) изображение увеличенное в 21 раз

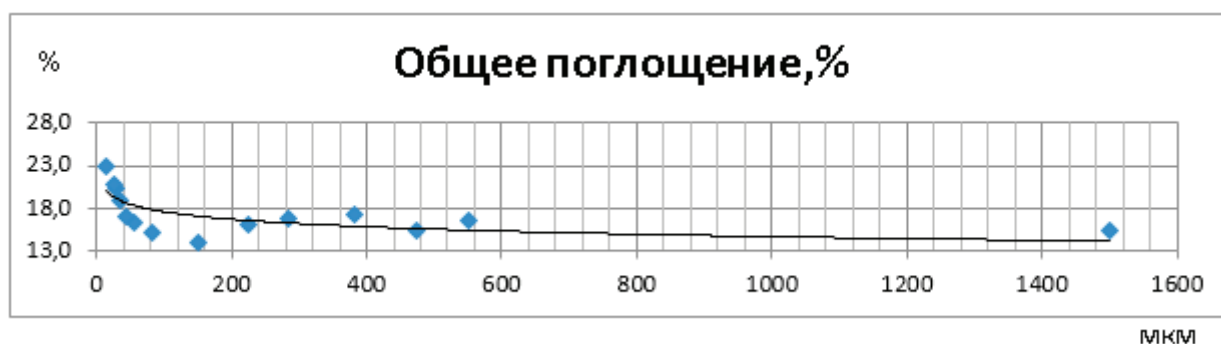


Рис. 7. Распределение поглощающих свойств феррита 1000НН в зависимости от размера частиц

можно использовать для безэховых камер, а также в системах стелс.

На рисунке 9 показан тот факт, что при определенной схеме комбинации наполнителей различного состава может быть обеспечено существенное повышение поглощающих свойств, в данном случае для феррита определенной фракции 10–30 мкм.

По вышеизложенному можно привести в пример уже имеющиеся конструкции, такие как безэховые камеры. Принцип их работы можно объяснить на примере любого источника излучения электромагнитной волны. Снаружи корпуса металл, обладающий отражающими свойствами, внутри конструкции композиционный материал с высоким уровнем поглощения.

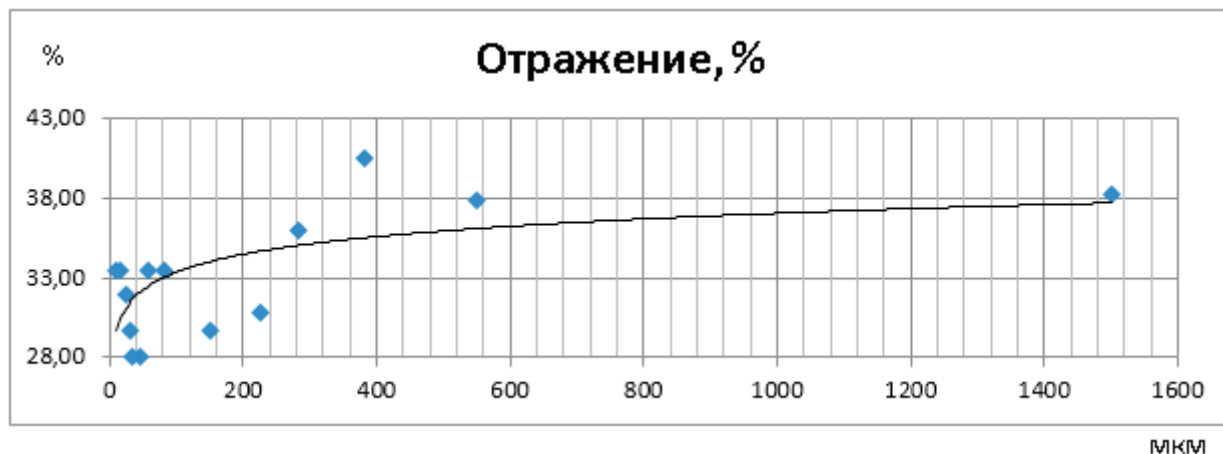


Рис. 8. Распределение отражающих свойств феррита 1000НН в зависимости от размера частиц

Результаты измерения, выполненные рупорным методом согласно ГОСТ 53112-2008

Образец №	Толщины, мм	Наполнитель	Содержание	3,2 – 4,7 ГГц	10,0 ГГц	15,0 ГГц	37,5 ГГц
1	1,5	Карбон. железо	70%	4,0	6,0	5,8	5,5
2	0,8	Карбон. железо	70%	-	5,5	-	2,5
3	1,5	Карбон. железо – 29%	87 %	4,0	13,0	11,5	10,1
		Феррит – 58 %					
4	1,1	Карбон. железо – 31 %	87%	3,8	1,5	1,6	1,1
		Сплав АМАГ – 56 %					
5	1,1	Карбон. железо – 29 %	87%	4,0	9,6	9,0	3,8
		Феррит – 58 %					
6	1	Феррит	87%	-	5,5	3,8	0,7
1+3				15.5 дБ (4,7ГГц)	5,0	7,8	5,5

Рис. 9. Результаты измерения рупорным методом

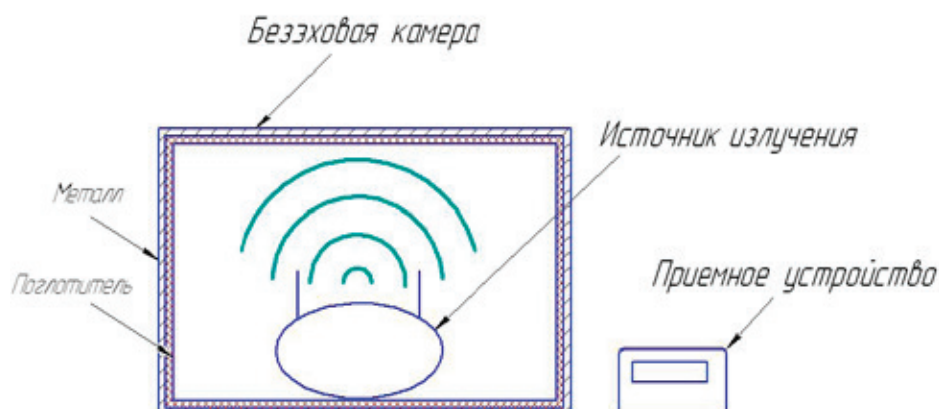


Рис. 10. Безэховая камера

Заключение

Анализ современного состояния вопроса в области получения поглотителей ЭМВ из КМ указывает, что данной области науки и техники перспективным является направление, связанное с комплексным решением задачи создания полимерных композиционных материалов с необходимыми функциональными (поглощение ЭМИ) свойствами. На основании проведенного анализа современного состояния вопроса в области создания изделий, поглощающих ЭМВ, показано, что одним из наиболее перспективных направлений является использование ПКМ, сочетающих магнитные и диэлектрические свойства (магнитодиэлек-

триков). Предложены и изготовлены композиции на основе функциональных наполнителей различного типа и связующих, обычно используемых при получении изделий из ПКМ. Выбрана методика реологических испытаний с учетом специфики материалов и потребностей настоящей работы. В ходе проделанной работы видно, что с уменьшением размера зерна материала поглощающие свойства усиливаются, что позволяет использовать материал мелкой фракции в качестве композита (наполнителя). Исходя из совокупности приведенных выше результатов, на наш взгляд следует, что гетерогенные ПЭВ имеют преимущество перед гомогенными в возможности создания новых, эффективных поглотителей.

Литература:

1. Ковнеристый, Ю. К. Материалы, поглощающие СВЧ-излучения. — М.: Наука, 1982. — 164 с.
2. Землянухин, Ю. П. Электромагнитные характеристики композиционных радиоматериалов, активно взаимодействующих с электромагнитным излучением мм. диапазона. Томск, 2014 г., 188 с.
3. Патент РФ 2119216. Поглотитель электромагнитных волн и способ его изготовления.
4. Магнитные материалы и элементы / Преображенский А. А. // Высшая школа, — М., — 1986. 352с.
5. Гефест (Гольф2) — Производственно-коммерческая группа «Гранат».

Время и течение событий

Пшенина Екатерина Андреевна, преподаватель;
Никифорова Дарья Павловна, студент
Сахалинский государственный университет

В статье рассматриваются различные понятия времени. На основе материала по данной теме проведен анализ способов измерения времени, определена связь силы тяготения со скоростью течения событий. По результатам исследования изучен вопрос о влиянии различных факторов на время течения событий.

Ключевые слова: время, физика, течение событий

«Время идёт». Мы проживаем день, два, месяц и так из года в год. Мы живём «по часам». Назначаем во сколько нам нужно встретиться с кем-то. Определяем, сколько нам осталось до какого-либо события. Но что такое время? Кто и как его определяет? Это тема актуальна в наше время.

В книге «Пространство и время в современной картине Вселенной» профессор Поль Дэвис утверждает, что времени не существует, что оно на самом деле зависит от различных факторов [1]. Он приводит примеры, которые доказывают это. Так что же такое время на самом деле?

Цель исследования: рассмотреть связь времени и скорости течения события.

Задачи:

- Проанализировать различные теории и взгляды на понятие «время»;
- Рассмотреть способы измерения времени;
- Определить связь силы тяготения со скоростью течения событий;

— Изучить вопрос о влиянии различных факторов на время течения событий.

Объект исследования: Время.

Предмет исследования: события, происходящие во времени.

Гипотеза: Если временное пространство зависит от скорости течения событий и от силы тяготения, то течением времени можно управлять.

Понятие времени различно в разных разделах науки, например в философии — это необратимое течение, внутри которого происходят все существующие в бытии процессы, являющиеся фактами, в обиходе время — это пустота, протяженность, объем т.е. место куда можно поместить предметы, а в количественном (метрологическом) смысле понятие «время» имеет три аспекта:

- координаты события на временной оси;
- относительное время, временной интервал между двумя событиями;

— субъективный параметр при сравнении нескольких разночастотных процессов.

Учёные высказывались по поводу истинного понятия времени. Аристотель говорил: Время не определяется временем ни в отношении количества ни качества. Времени не существует. Благодаря изменениям нам кажется, что протекло время [2]. Декарт же утверждал следующее: Время — это длительность каких-либо событий. У каждого события может быть различная скорость в один промежуток времени. Мы называем временем не что иное, как способ мыслить истинную длительность вещей [2].

Биологи и палеонтологи, сравнивая длительный ряд последовательных превращений видов, получили представление о своеобразном проявлении времени в истории живого вещества. Сравнительная анатомия, физиология, биофизика, психология занялись исследованиями эффектов памяти, скорости реакции и физиологических процессов в организмах, отдельных клетках и органах. Геологи выработали представление о поведении минералов, горных пород и структур в масштабах огромных интервалов, выстраивая события Земли по хронологической шкале. В технике подсчитываются скорости некоторых фундаментальных процессов распространения электромагнитных волн, осевого вращения земли и т.д. [3].

Создается впечатление, что идея равномерного времени появилась у нас как гипотеза, а затем, принимаемая на веру с младенческих лет и передаваемая из поколения в поколение, превратилась в догму, аксиому. Не потому, что она очевидна и не требует доказательств. Просто мы не требуем доказательств и даже не замечаем их необходимость.

Организм использует в качестве меры времени последовательность физиологических процессов, проходящих в стадии пассивности и активности. Эти хронометры уточняются, упорядочиваются, приводятся в соответствие колебаниям параметров окружающего мира. Микрокосм становится моделью космоса. 'Как писал известный со-

ветский физиолог П. К. Анохин, «основой развития жизни и ее отношения к внешнему неорганическому миру были повторяющиеся воздействия этого внешнего мира на организм» [4]. Именно такие воздействия, как результат изначальных свойств пространственно-временной структуры неорганического мира, обусловили собой всю анатомическую организацию и приспособленные функции первичных живых существ».

В 1905 г. Альберт Эйнштейн опубликовал работу, посвященную СТО, которая окончательно разрушила шаткие основы классических понятий пространства и времени. Эта теория основывалась на двух положениях. Согласно первому из них, принципу относительности, все инерциальные системы отсчета эквивалентны друг другу в отношении постановки в них любых физических экспериментов. Это означает, что равномерное и прямолинейное движение такой лабораторной системы никак не отражается на результатах проводимых в ней опытов, если она не ускоряется и не вращается. Второе положение постулирует скорость света. Он полагает, что скорость света постоянна во всех системах отсчета и не зависит от скорости источника и приемника света [5].

Также возможно такое явление как замедление времени. В быстро движущемся космическом корабле время течет медленнее, чем в лаборатории «неподвижного» наблюдателя, что представлено на рисунке 1. Эффект замедления времени на борту ракеты касается буквально всего, включая атомные процессы и даже биологические ритмы экипажа. Это открывает возможность путешествий во времени, но только в будущее. Путешествие в прошлое, согласно этой теории, невозможно [5].

Формулы расчёта:

1. Замедление времени и инвариантность скорости света $(c\Delta t)^2 = (c\Delta t_0)^2 + (v\Delta t)^2$.

2. Движение с переменной скоростью $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$

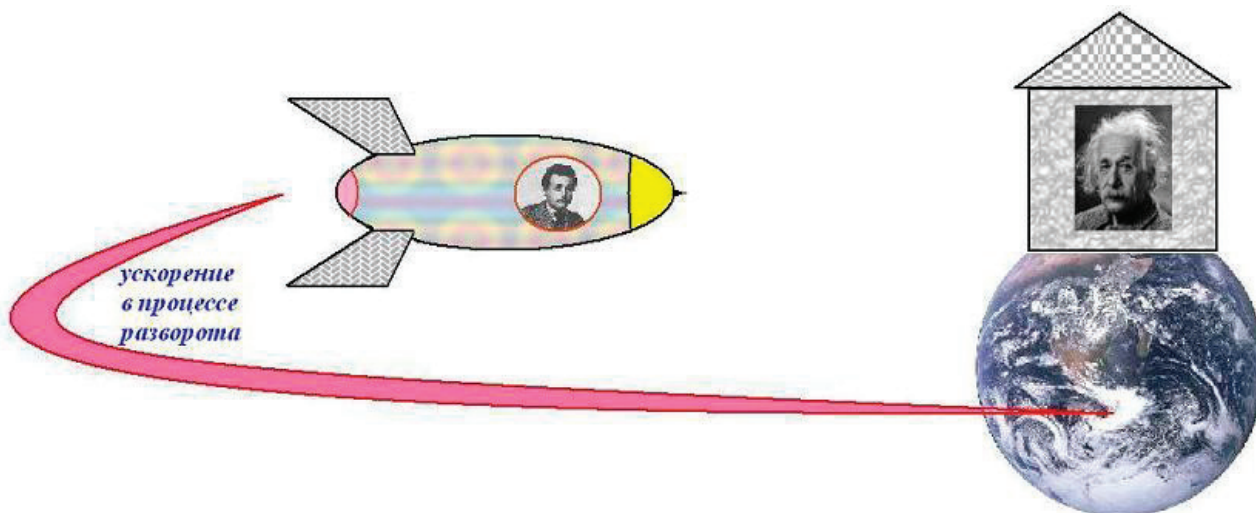


Рис. 1. Частная теория относительности и возможное замедление времени

3. Движение с постоянной скоростью.

$$\Delta t_0 = \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{1 - v^2(\tau)/c^2} d\tau$$

Существует парадокс в замедлении времени, который обнаружил Альберт Эйнштейн [5]. Самый известный это парадокс близнецов, он обычно формулируется так: Пусть брат-близнец А отправляется в космический полет на звезду X, находящуюся от нас на расстоянии, скажем, 20 световых лет. Скорость звездолета близка к скорости света: $v=0,9c$. Долетев до звезды примерно за 22,3 года (по своим часам), корабль разворачивается и летит обратно по часам брата А, совершившего этот полет, прошло примерно $T=44,6$ года. Второй брат-близнец Б дожидался возвращения брата А на земле. У трапа звездолета брата А встретил дряхлый старец, которому пришлось ждать встречи более 100 лет.

Формула расчёта:

$$\tau_0 = \frac{2c}{a} \ln \left[\frac{a\tau_1}{c} + \sqrt{1 + \left(\frac{a\tau_1}{c}\right)^2} \right] + \frac{\tau_2}{\sqrt{1 + (a\tau_1/c)^2}}$$

Парадокс возникает при попытке обратить рассуждения. Ведь с точки зрения брата А (неподвижный наблюдатель) движется брат Б и по его часам проходит больше времени. Но с точки зрения брата Б движется брат А и по его часам должно пройти больше времени. Таким образом, брат А должен вернуться постаревшим. Казалось бы, формулы специальной теории относительности симметричны относительно замены

Английский астрофизик Стивена Хоукинг различает три стрелы времени: термодинамическую — направление времени в котором возрастает беспорядок, а с ним и энтропия [6]. Психологическую — направление, в котором время движется от прошлого к будущему. Космологическую — направление, в котором Вселенная расширяется.

Существует также множество видов часов, с помощью которых измеряют время. Огненные часы, являются одними из первых представителей изобретений измерения времени. Их принцип основывается на использовании процесса горения различных веществ. Водяные часы известны со времён ассиро-вавилонян и древнего Египта прибор для измерения промежутков времени в виде цилиндрического сосуда с истекающей струёй воды. Солнечные часы одни из самых древних видов часов. При перемещении солнца по небу тень от стержня движется по циферблату, показывая точное время. Песочные часы представляют собой два сосуда, соединенных узкой горловиной, через которую песок из верхнего сосуда перемещается в нижний. Точность хода маятниковых часов обеспечивается колебаниями маятника, в качестве источника энергии выступает спираль. Основными элементами кварцевых часов являются электронный блок и пошаговый электродвигатель, а также источник питания — батарейка. Электрические часы, используют электричество в качестве источника энергии. Астрономические часы — сложные инструменты, которые, указывая время

дня посредством особых механических приспособлений. Еще в Древней Греции и в Древнем Риме высаживались цветочные часы — специально подобранные растения, цветки которых раскрываются и закрываются в разное время суток. Атомные часы (молекулярные, квантовые часы) — прибор для измерения времени, в котором в качестве периодического процесса используются собственные колебания, связанные с процессами, происходящими на уровне атомов или молекул. Это самые точные часы в мире [7].

Учёными доказано, что течение время зависит от силы тяготения. На каждой планете своё время. Сила тяготения зависит от размеров и массы планеты. Чем больше масса планеты → тем больше сила тяготения → тем больше скорость течения времени. При наличии гравитации пространство-время перестаёт быть «плоским» и подчиняться правилам евклидовой геометрии, а обладает более или менее сложной геометрической структурой, в частности кривизной. Свободнопадающая частица движется в этом искривленном пространство-времени по наипрямшему возможному пути — геодезической линии. Если бы тяготение отсутствовало, пространство-время было бы плоским [1]. Тогда путь такой частицы соответствовал бы привычной ньютоновой модели движения в отсутствии сил т.е. мы имели бы равномерное движение по прямой линии.

Сила тяготения вычисляется по формуле $F = G \frac{M_1 M_2}{R^2}$

Солнце: На Солнце гравитация (тяготение) в 28 раз сильнее, чем на Земле, таблица 1. Человеческое тело весило бы там 2 т и было бы мгновенно раздавлено собственной тяжестью. Впрочем, еще не достигнув Солнца, все превратилось бы в раскаленный газ.

Земля: Сила тяготения на Земле составляет $\approx 9,8$ н/кг, согласно таблице 1. Если провести опыт, бросать яблоко с высоты 1 метр, то на разных планетах скорость яблока, а следовательно и время полёта будет различаться. Там, где сила тяготения будет больше — скорость и время будет быстрее, чем на планетах, где сила тяготения значительно меньше.

Сила тяготения на Эмпайр Стейт Билдинг: Если поместить одни атомные часы у подножия Эмпайр Стейт Билдинг, а вторые на вершине, каждый сможет сам убедиться, что верхние идут быстрее. Оставаясь внизу, можно за одну человеческую жизнь сэкономить несколько тысячных долей секунды. Те кто наверху — немного старше тех, кто внизу.

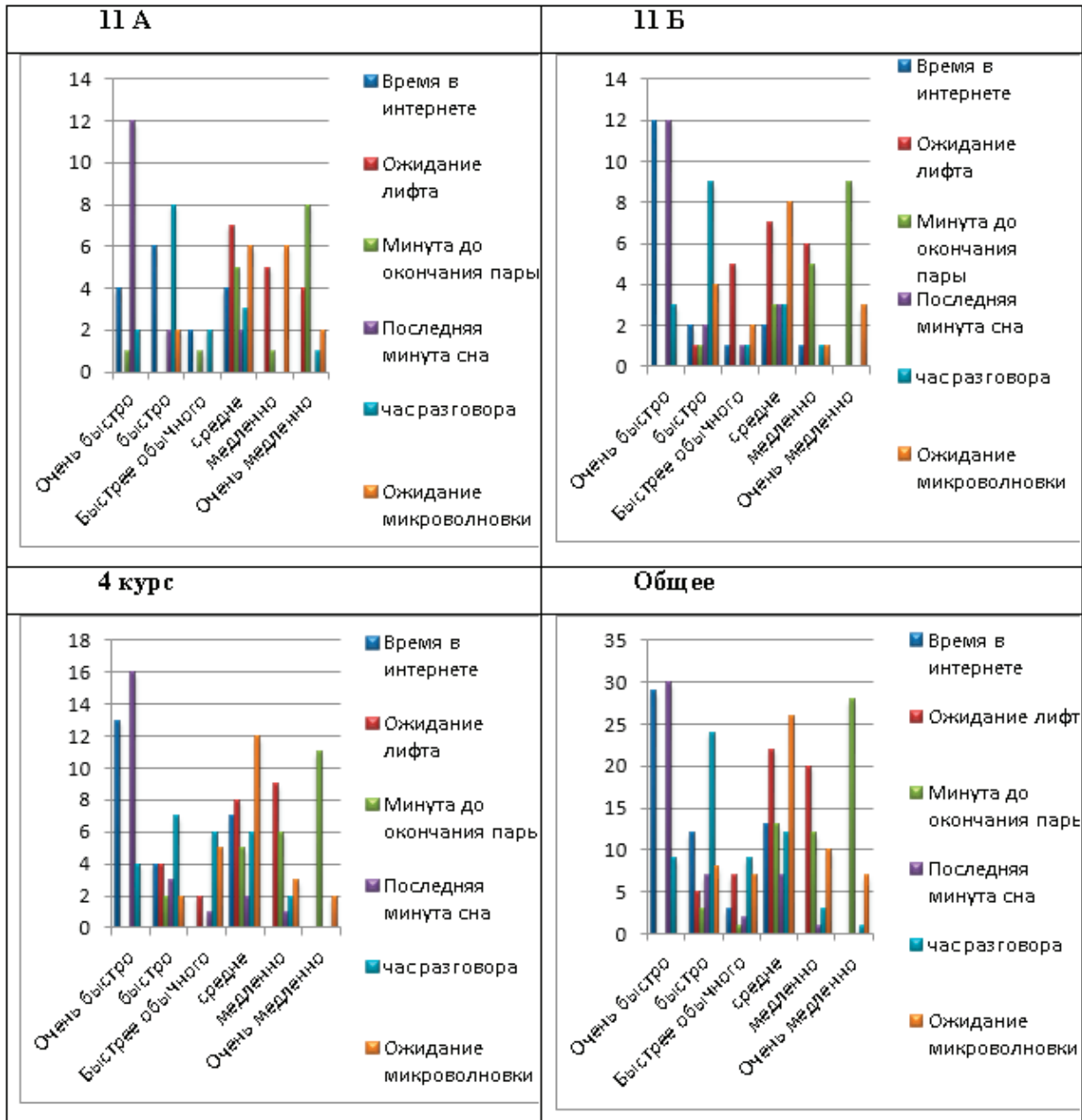
На основе использованного материала была составлена гипотеза: Скорость течения событий зависит от разных критерий, например: возраста, настроения, самочувствия, от времени суток, от интереса к событию

Опрос среди двух 11 классов и студентов 4 курса. Вопрос 1. Как для вас движется время? Опрос показал, время в интернете и последняя минутка сна проходят с большой скоростью, данные представлены в таблице 2. Так же бы-

Таблица 1. Сила тяготения в зависимости от массы планеты

Название космического тела	Масса, кг	Космическое тело	Масса, кг	g, Н/кг
 Меркурий	$3,3 \cdot 10^{23}$	 Земля	$6 \cdot 10^{24}$	9,8
 Венера	$5,9 \cdot 10^{24}$	 Луна	$7,3 \cdot 10^{22}$	1,6
 Земля	$6 \cdot 10^{24}$	 Венера	$5,9 \cdot 10^{24}$	8,7
 Марс	$6,4 \cdot 10^{23}$	 Марс	$6,4 \cdot 10^{23}$	3,9
 Юпитер	$1,9 \cdot 10^{27}$	 Юпитер	$1,9 \cdot 10^{27}$	25
 Сатурн	$5,7 \cdot 10^{26}$	 Сатурн	$5,7 \cdot 10^{26}$	11
 Уран	$8,7 \cdot 10^{25}$	 Церера (самый крупный астероид)	$9,5 \cdot 10^{20}$	0,02
 Нептун	10^{26}			
 Солнце	$2 \cdot 10^{30}$			

Таблица 2. Результаты анкетирования «Как для вас движется время?»



стро течёт время при разговоре по телефону. Минута до окончания урока (пары) и минута ожидания микроволновки, так же частично ожидание лифта — очень долго делятся. Если человек чего-то ожидает — время всегда идёт гораздо медленнее обычного.

Опросу 11 классов двух профилей физико-математический и химико-биологический. Вопрос 2. Когда время идёт быстрее при просмотре на медленную улитку или при быстрых гонках мотоциклов? Результаты представлены на Рисунке 2 Улитка имеет маленькую скорость, а мотоцикл большую. Большинство ответили то, что время пройдёт быстрее за наблюдением мотоциклов, нежели улиткой. При исследовании был выявлен интересный факт, что

ответ «улитка» выбрали только химико-биологический профиль.

Также проведено исследование между различными группами людей.

Критерий: возраст. Опрошенных подростков (15–18 лет) 30 человек, взрослых (25–35 лет) 30 человек. Опрос среди подростков и взрослых показал, что у подростков время днём идёт быстрее, чем у взрослых. Школа, домашняя работа и внеклассные занятия — проходят гораздо быстрее, чем работа, домашние дела у старшего поколения. Данные представлены в Таблице 3

Критерий: время суток. Опрос среди 1 и 2 смены средней общеобразовательной школы показал, что в первую поло-

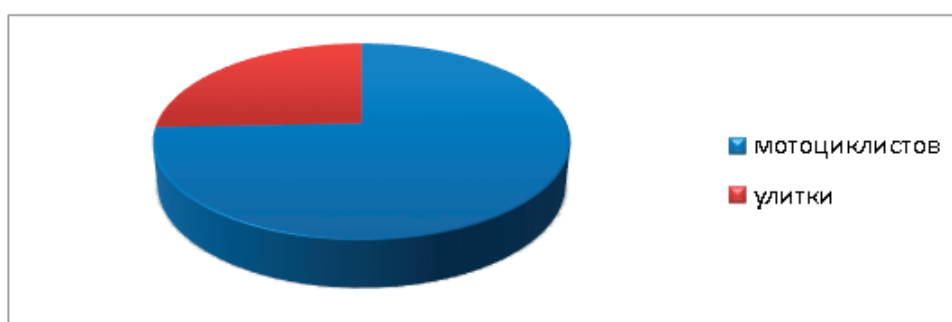


Рис. 2. Результаты вопроса 2. Когда время идёт быстрее при просмотре на медленную улитку или при быстрых гонках мотоциклов?

Таблица 3. Результаты опроса по критерию возраст

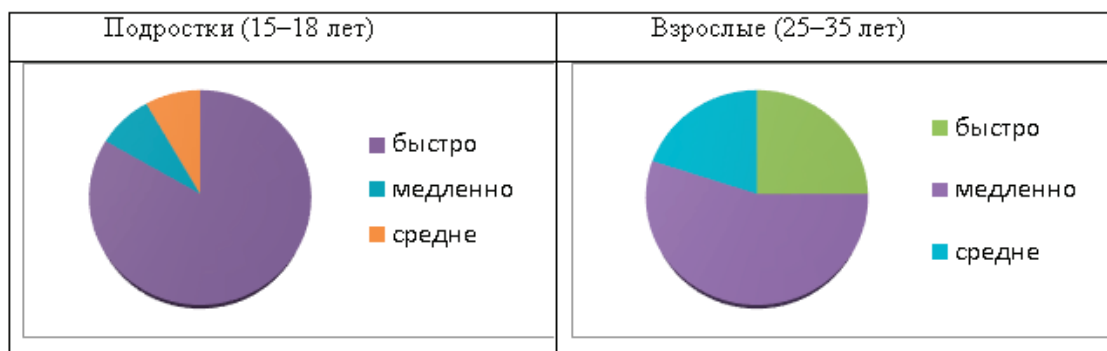
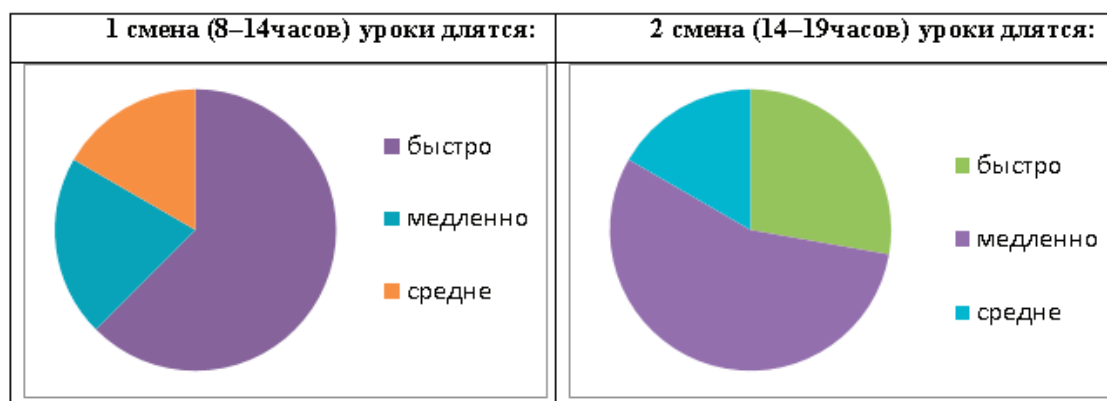


Таблица 4. Результаты опроса по критерию времени суток



вину дня уроки проходят гораздо быстрее, чем у тех, кто учится с 14:00, данные представлены в таблице 3. Отучившись только с 7 до 14:00 у детей остаётся гораздо больше времени на различные другие занятия, чем у учащихся второй смены. Данные представлены в Таблице 4

Критерий: интерес. Опрос у 11 класса (химико-биологического и физико-математического профилей). Биологический класс увлечён биологией и все ученики данного профиля выбирают, что рассказ о биологических процессах для них будет быстрее проходить, чем про технику, данные представлены в таблице 5. У Математического класса наоборот. Ученики физ-мата указали, что про технический новинки им слушать интереснее и время таким образом пройдёт у них быстрее.

Критерий: самочувствие. Опрос среди больных и здоровых людей. В опросе приняло участие 50 человек, данные представлены в Таблице 6. Выполнение домашней работы, уборки в комнате быстрее проходит, когда человек себя чувствует хорошо (здоровый), у больного человека и у человека с плохим самочувствием время идёт медленнее именно из-за состояния здоровья.

Критерий: настроение. Опрос среди людей с различным настроением. Приняло участие 49 человек. Практически все люди отметили, что с хорошим настроением — время протекает быстрее, чем когда в плохом.

Но среди опрошенных нашёлся человек, у которого наоборот — когда он в плохом настроении всё идёт быстрее, а когда в хорошем — тянется, данные представлены на Рисунке 3

Если событие имеет большую скорость — психологически время идёт быстрее. Как показало исследование, не только от скорости течения события зависит осознание того, как время «прошло» — быстро или медленно. Так же оно зависит если сам человек увлечён в занятии в данный промежуток времени. У каждого взгляд на определённые события — различны. К единому выводу прийти невозможно, но больше всего опрошенных подтвердили мою версию.

Время играет важную роль в нашей жизни. Мы засыпаем и просыпаемся. Идём на встречи, всегда смотря на часы. Существует множество различных часов для удобства определения времени в любом месте, при любых условиях.

Действительно время величина относительная. Оно зависит от силы тяготения, от скорости течения события, а так же от субъективных факторов. Время течения одного и того же события воспринимается по разному разными субъектами. Также время зависит от места течения события. Оно не может быть постоянным. Течением времени можно управлять.

Таблица 5. Результаты опроса по критерию интереса

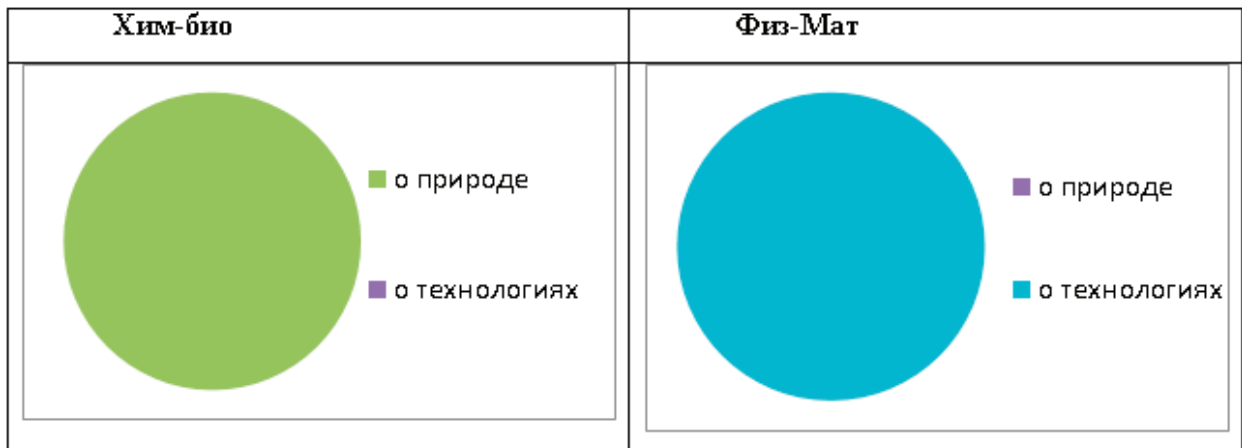
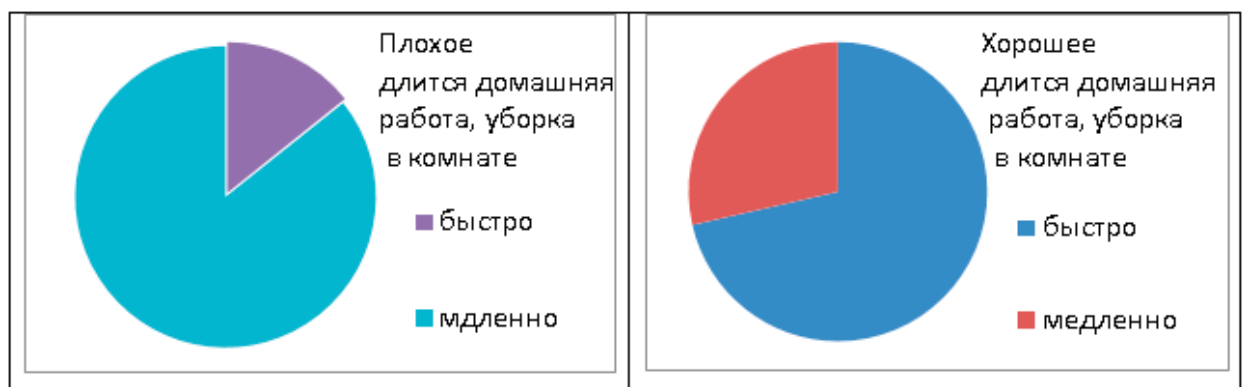


Таблица 6. Результаты опроса по критерию самочувствия



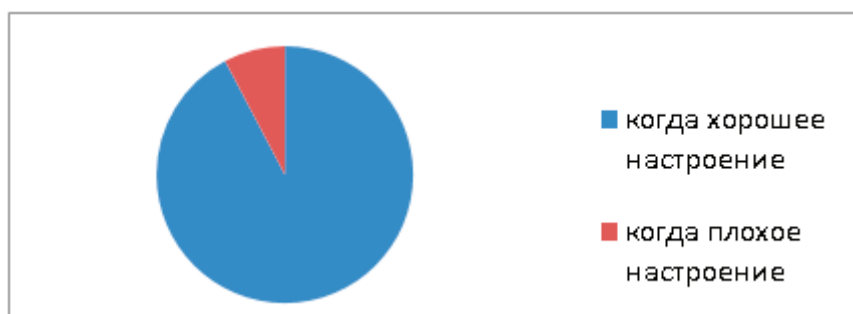


Рис. 3. Результаты опроса по критерию настроения

Литература:

1. Поль Девис «Пространство и время в современной картине Вселенной», издательство «Мир», 1979 г.
2. Высказывание учёных <http://aphorism-citation.ru/>
3. И. В. Савельев «Курс общей физики», издательство «Наука», 1995 г.
4. Анохин, П. К. «Очерки по физиологии функциональных систем», 1975 г.
5. М. Бори «Эйнштейновская теория относительности», издательство «мир», 1998.
6. Стивенс Хокинг «Краткая история времени», 2004 г.
7. Р. Финман, Р. Леймон «Фейнмановские лекции по физики», том 2 «Пространство, время, движение», издательство «Мир», 1992 г.

Исследование особенностей формирования проволочных соединений «кристалл-корпус» при сборке высоконадежных интегральных схем

Сегодни́к Антон Валерьевич, студент;
 Нерода Алексей Сергеевич, студент;
 Колодинов Владимир Павлович, студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

В данной работе были исследованы зависимости прочности микросварных соединений от параметров ультразвуковой микросварки: усилия прижима, величины тока, подаваемого на генератор ультразвуковых колебаний, времени сварки. Было проведено сравнение прочности соединений, полученных на двух используемых частотах ультразвуковых колебаний в широком диапазоне температур подогрева изделия.

В результате были получены параметры при которых наблюдалась наибольшая прочность микросварных соединений, были получены результаты при различных температурах подогрева изделия на стандартной и повышенной частоте ультразвуковых колебаний.

Ключевые слова: *ультразвуковая микросварка, разварка выводов золотой проволокой, прочность соединений*

Сборка полупроводниковых приборов и интегральных микросхем является особенно трудоемким и ответственным технологическим этапом в общем процессе их изготовления. От качества операций на этом этапе в сильной степени зависят стабильность параметров и надежность готовых изделий.

Этап сборки микросхемы следует после разделения полупроводниковых пластин на отдельные кристаллы. Основная трудность сборки заключается в том, что каждый вид электронных приборов и ИМС имеет свои конструк-

тивные особенности, поэтому требуются определенные сборочные операции и режимы для каждого из этих видов. Приходится оперировать с каждой отдельной ИМС, в отличие от процесса изготовления кристаллов, когда применяются групповые методы.

Процесс сборки микросхемы включает в себя три технологические операции: монтаж кристалла в корпус; присоединение токоведущих дорожек полупроводникового кристалла к внутренним элементам корпуса; изоляция кристалла от внешней среды.

Монтаж кристалла в корпус производится с помощью процессов: пайки, приплавления с использованием эвтектических расплавов и клеевых соединений. Основное требование этой операции заключается в создании соединения «кристалл — основание корпуса», обладающего высокой механической прочностью, хорошей тепло — и электропроводностью.

Следующий этап процесса сборки — соединение контактных площадок кристалла с контактами корпуса. Для данной операции используют установки для микросварки. У современных изделий электроники размеры монтажных элементов настолько малы, что образование зоны плавления, какая наблюдается в конструкционной сварке, привело бы к их разрушению. Чтобы предотвратить разрушение монтажных элементов, микросварка проходит преимущественно за счет процессов термодиффузии. Второе отличие микросварки от других методов соединений состоит в необходимости предотвращения сильного нагрева электронных компонентов. Третья особенность микросварки состоит в ее главном преимуществе перед пайкой: микросварка позволяет монтировать компоненты с очень малым зазором. Шаг выводов микросхем становится настолько малым, что при обычной пайке он может быть залит припоем, что приведет к короткому замыканию. Самый серьёзный недостаток микросварки состоит в затруднительности ремонта сварного соединения. Его можно только разрушить, в то время как демонтаж пайки выполняется повторным нагревом. Но преимущество микросварки заключается в том, что она создает не разрушающиеся при высокой температуре соединения. В настоящее время наиболее распространенными видами микросварки являются способы электроконтактной, термокомпрессионной, ультразвуковой и сварки косвенным импульсным нагревом.

Герметизацию кристалла обеспечивают чаще всего двумя способами. Первый — корпусирование с использованием различных типов корпусов. Применяют следующие типы корпусов: металлостеклянные, металлокерамические, керамические и стеклянные, данные типы корпусов герметизируются методами сварки и пайки.

Второй — герметизация кристалла заливкой жидкого компаунда. Жидкий компаунд представляет собой силикон или более распространенную эпоксидную смолу, также могут применяться различные полимеры.

1. Методы формирования межсоединений

При монтаже изделий электронной техники широкое распространение получил способ проволочного и ленточного электрического соединения контактных площадок с выводами корпуса, что объясняется высокой автоматизацией процесса, универсальностью по отношению к различным технологическим вариантам производства и геометрическим размерам изделий.

Основными методами присоединения микропроводников являются: термокомпрессионная микросварка (ТКС), ультразвуковая сварка (УЗС), сварка косвенным импульсным нагревом (СКИН), электроконтактная сварка (ЭКС). Наибольшее распространение получили методы УЗС «шарик-клин» с использованием золотой (медной проволоки) и УЗС «клин-клин» для алюминиевой проволоки. Внешний вид соединений показан на рисунке 1.

Оборудование, использованное для исследований

Тестируемые соединения были сделаны на установке для ультразвуковой сварки микропроволочных соединений фирмы Kulicke & Soffa IConn^{PS} High Performance Wire Bonder. Тесты на прочность получившихся соединений проводились на установке XYZTEC Condor Ez. Визуальный контроль сварных соединений на цифровом микроскопе Nikon Shuttlepix 300.

Ультразвуковая микросварка

Ультразвуковая микросварка — способ получения электрического контакта с использованием энергии УЗ — колебаний для соединения проволоки, обычно алюминиевой или золотой, с кристаллом интегральной схемы,

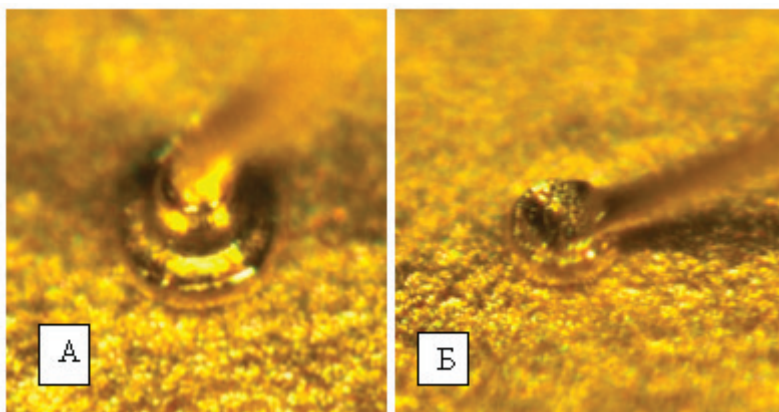


Рис. 1. Виды сварки: А) шариком Б) клином

толстой пленкой, печатной платой или выводными контактами.

Когда проволока прижата к месту сварки под действием механического усилия и ультразвуковой энергии, передаваемой сварочным инструментом, она размягчается и деформируется. Это происходит из-за того, что ультразвуковая энергия разрушает кристаллическую структуру проволоки. Кроме того, УЗ — колебания передаются через проволоку на поверхность места сварки, которая также начинает размягчаться. В ходе этого процесса удаляются загрязнения и оксиды, присутствовавшие в месте сварки, и контактные поверхности становятся незащищенными. Свободные атомы материала проволоки образуют связи с атомами материала поверхности места сварки, создавая твердую кристаллическую структуру. В результате получается однородное соединение

Перед нами стояла задача подобрать оптимальные параметры сварки для соединения типа «шарик-клин». Материал проволоки золото 99,99%, толщиной 20 мкм, приваривали к контактной площадке из золота 99,9%. Длина формируемых петель 20.30mils (0.51562 мм). Были исследованы зависимости прочности и соответствия требованиям формы соединений от времени сварки, давления, мощности ультразвука на частотах ультразвука 60 кГц и 120 кГц. Выявив оптимальные параметры было проведено сравнение качества соединений на двух частотах при разных температурах. Контроль качества сварных соединений производится в две стадии. Сначала визуальный осмотр соединения на соответствие геометрических параме-

тров общим требованиям. Затем механическое испытание на отрыв.

Исследование прочности соединений в зависимости от режимов работы на стандартной 60 кГц и повышенной 120 кГц частотах ультразвуковых колебаний

Общий вид тестируемых петель показан на рисунке 2. На рисунке 3 показаны соединения после тестирования на отрыв. Стандартные параметры для частоты 120 кГц были выбраны следующие: давление прижима $F = 20$ г, время $t = 20$ мс, величина тока, подаваемого на генератор $USG = 80$ мА, температура подогрева $T = 150^\circ\text{C}$; для частоты 60 кГц: давление $F = 20$ г, время $t = 15$ мс, величина тока, подаваемого на генератор $USG = 100$ мА, температура подогрева $T = 150^\circ\text{C}$.

Основные методы испытаний ИМС изложены в ОСТ 11 073.013–83 «Методы испытаний». Более подробно хотелось бы остановиться на визуальном методе контроля (ОСТ 11 073.013–83, ч. 4), так как он относится к неразрушающим методам и может производиться непосредственно на рабочем месте. Визуальный контроль качества сварных соединений следует проводить под микроскопом при увеличении 16–50х при прямом освещении объекта. Важными параметрами при визуальном контроле являются:

- толщина проводника;
- размер шарика;

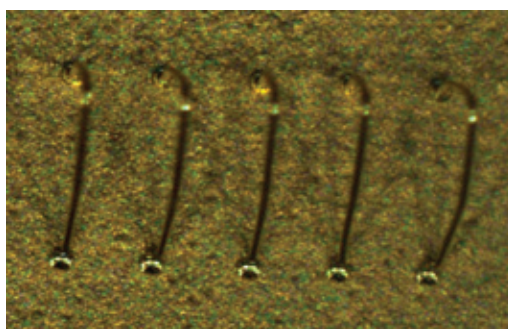


Рис. 2. Общий вид тестируемых петель

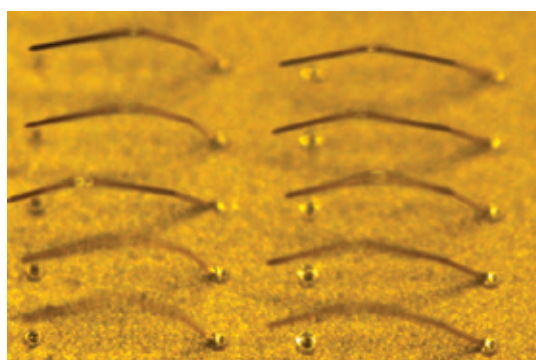


Рис. 3. Общий вид оторванных соединений

- размер КП;
- шаг.

Критерием оценки качества сварных микросоединений при визуальном контроле можно принять величину деформации проводника.

Для обеспечения высокой воспроизводимости наиболее целесообразно проводить контрольные испытания в несколько этапов:

- при испытании технологического оборудования;
- при выборе технологического процесса (ТП) и подборе параметров режима сварки на данной установке;
- периодические производственные испытания для контроля ТП;
- контроль качества и надежности готовых соединений и приборов.

Заключение

В ходе работы была решена одна из главных задач в области сборки интегральных микросхем, а именно подобраны оптимальные параметры для соединений типа «шарик — клин», формируемые из золотой проволоки на золотой подложке, на установке ультразвуковой микросварки при которых прочность данных соединений будет максимальной. Качество соединений было проверено на визуальное соответствие требованиям ОСТ 11 073.013—

83, ч. 4, а также на механическую прочность на отрыв. Наибольшее соответствие критериям высокопрочных соединений удалось получить при следующих значениях параметров:

1) На частоте 120 кГц: мощность ультразвуковых колебаний $USG=80\text{мА}$, время сварки $t = 15$ мс и давление прижима $F = 20$ г.

2) На частоте 60 кГц: мощность ультразвуковых колебаний $USG=100\text{мА}$, время сварки $t = 15$ мс и давление прижима $F = 30$ г.

Температура нагрева изделия также влияет на качество соединений, поэтому были проведены опыты по влиянию этого параметра на двух частотах. В результате получилось, что при сварке на частоте 60 кГц прочность сильно зависит от нагрева и создание соединений при температурах ниже 110°C не обеспечивает высокой прочности, что очень ограничивает использование таких установок в производстве современной микроэлектронной аппаратуры. Использование частоты ультразвуковых колебаний 120 кГц позволяет решить эту проблему и при таких низких температурах как 80°C создавать прочные соединения. Поэтому спектр решаемых задач по созданию проволочных выводов высокого качества намного выше в таких установках.

Литература:

1. Сборка полупроводниковых приборов и интегральных микросхем // БИБЛИОФОНД.RU. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=40524>
2. Технологическое оборудование для микроэлектроники // ЭЛТЕХ URL: <http://equip.eltech.com/catalog/5812>
3. Медведев, А. М. Сборка и монтаж электронных устройств. Москва: Техносфера, 2007. 256с.
4. Технологическое оборудование для микроэлектроники // ЭЛТЕХ URL: <http://equip.eltech.com/catalog/5832>
5. Романова, М. П. Сборка и монтаж интегральных микросхем: учеб. пособие / Ульяновск: УлГТУ, 2008. 95 с.
6. Коледов, Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок. Москва: Радио и связь, 1989. 400 с.
7. Шмаков, М. Микросварка при производстве микросборок и гибридных интегральных микросхем // Технологии в электронной промышленности. 2006, вып. 6. с. 64–68
8. Шмаков, М. Микросварка при производстве микросборок и гибридных интегральных микросхем // Технологии в электронной промышленности. 2007, вып. 1. с. 64–68
9. Кудряшов. И Технология микросварки проволочных выводов // Производство электроники: технологии, оборудование, материалы. 2007, вып. 5.
10. Мухина, Е., Башта П. Установки компании XYZTEC для тестирования качества соединений // Технологии в электронной промышленности. 2008, вып. 6. с. 76–79.
11. Технологическое оборудование для микроэлектроники // ЭЛТЕХ. URL: <http://equip.eltech.com/catalog/5951>
12. ОСТ 11 073.013—83. Микросхемы интегральные. Методы испытаний. Ч.4. (Методы визуального контроля).

ХИМИЯ

Химия варки древних стекол на зольной шихте

Патрушев Николай Владимирович, аспирант;
Патрушева Ксения Владимировна, студент
Башкирский государственный университет

Стекловарение — сложный процесс, состоящий из ряда физических, химических и химико-физических явлений. Трудность варки зольной шихты зависит от веществ, входящих в ее состав, так как вещества имеют различную реакционную способность с кремнеземом — главной частью кварцевого песка.

Она не равноценна простому явлению плавления, как, например, плавление металлов или солей. Поваренная соль плавится и переходит из твердого агрегатного состояния в жидкое при 801 °С, а, к примеру, медь — при 1083 °С. Такое явление свойственно для простых в физическом смысле веществ.

Шихта — сложное вещество, смесь простых веществ, и ее переход из одного агрегатного состояния не равносильно явлению плавления металлов или солей [3]. Она содержит различные химические соединения с отличными друг от друга температурами плавления. Рассмотрим в качестве примера шихту, состоящую из песка (кремнезема, SiO₂), карбоната кальция или мела (CaCO₃) и карбоната натрия или соды (Na₂CO₃), и сравним температуры плавления веществ, входящих в ее состав (табл. 1).

Температуры плавления имеют довольно большие различия. Если бы весь процесс варки стекла сводился к плавлению составных частей, то было бы необходимо нагревать шихту до 1713 °С, для получения из нее расплавленного стекла. В действительности же стекло при варке в современных печах имеет температуру 1450–1470 °С, а в древности — 1050–1100 °С. Именно благодаря совокупности различных явлений кроме плавления, можно получить стекло из смеси разнородных веществ, вхо-

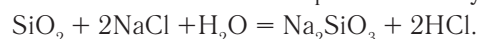
дящих в состав шихты. Важнейшим из явлений является взаимодействие между компонентами. Оно начинается еще при низких температурах, когда вещества находятся в твердом состоянии. Так, к примеру, реакция в твердом состоянии между кремнеземом (SiO₂) и карбонатом натрия (Na₂CO₃), начинает протекать при достижении температуры 300 °С, то есть задолго до их плавления. Позже, когда одно из веществ расплавится, скорость реакции значительно возрастает. Наиболее энергично реакция между SiO₂ и Na₂CO₃ идет при 720–900 °С, по уравнению

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2.$$

На практике реакция завершается еще быстрее благодаря присутствию в шихте карбоната кальция (CaCO₃).

Реакционная способность различна у каждой пары веществ и зависит в большей степени от температуры, как правило, при ее повышении увеличивается скорость реакции. Но имеются вещества, которые не реагируют между собой. Для стеклодела важно знать, в каких взаимоотношениях между собой находятся компоненты шихты и, в первую очередь, как они реагируют с песком.

При варке стекла наиболее энергично реагируют с кремнеземом карбонаты натрия и калия. То же самое нельзя сказать о сульфатах и особенно хлоридах — их взаимодействие с кремнеземом зависит от особых условий. Хлористый натрий (NaCl, поваренная соль) реагирует с SiO₂ лишь в присутствии паров воды, еле заметно — при 600 °С и очень слабо — при 1000 °С по уравнению



В результате реакции образуется силикат натрия — простейшее силикатное стекло.

Таблица 1. Температуры плавления веществ, входящих в состав шихты

Название вещества	Формула	Температура плавления, °С
Диоксид кремния (кремнезем)	SiO ₂	1713
Карбонат кальция (мел)	CaCO ₃	900 *
Карбонат натрия (сода)	Na ₂ CO ₃	851

*температура диссоциации, CaCO₃ $\xrightarrow{t=900\text{ }^\circ\text{C}}$ CaO + CO₂

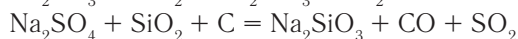
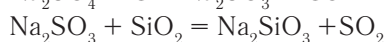
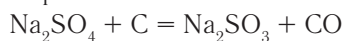
Так как в стекловаренной печи не может существовать влажная среда, то хлористый натрия нельзя рассматривать как компонент шихты, с которым кремнезем мог бы образовывать стекло. Но поваренная соль имеет другую особенность, ценную для стеклоделия: она плавится при сравнительно низкой температуре — 801°C. Еще Д. И. Менделеев подчеркивал, что «поваренная соль легко плавится, оттого она, будучи примешена к массе де-лает ее жидкою при слабом жаре».

Кроме того, хлорид натрия способен образовывать с карбонатом натрия так называемую «эвтектику», легкоплавкую смесь, плавящуюся при более низкой температуре, чем каждый из компонентов в отдельности. Температура образования эвтектики 638°C, что на 217°C ниже, чем плавление карбоната натрия (см. табл. 1) — основного компонента шихты. Значение эвтектики заключается в образовании в шихте жидкого вещества, ускоряющего процесс варки. Однако, содержание хлористого натрия в шихте должно быть не более 1,5–2,0%. Экспериментальные исследования [1] и проверка в производственных условиях показали, что в этих количествах он играет положительную роль, в противном случае затрудняется процесс образования гомогенного стекла. На русских стекольных заводах в начале XIX века к шихте намеренно добавляли 2% поваренной соли.

С. Линдрот изучая процессы варки стекла при помощи радиоактивных изотопов показал, что NaCl снижает температуру плавления шихты стекла $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ на 100°C [4].

В случае избытка хлористого натрия в стекольной смеси он всплывает из нее при варке наверх в виде жидкого расплавленного слоя, который не смешивается с расплавом стекла в однородную массу и плавает над ним, как масло в воде. Если вязкость расплава слишком велика, то поваренная соль остается в нем в виде комочков, не смешиваясь с ним и препятствуя образованию гомогенного стекла. Растворимость хлористого натрия в стеклах очень ограничена — 2,34% для стекол промышленного типа. В египетских стеклах максимальное обнаруженное содержание хлора — 1,17%, что соответствует 1,93% NaCl, а в римских стеклах из Заальбурга — 1,18% или 1,95% NaCl [2].

Сернистый натрий (Na_2SO_4) не реагирует непосредственно с кремнеземом. Если добавить к шихте уголь по строгой пропорции и вести варку в восстановительной среде, то образующийся в ходе реакции сернистый натрий вступает во взаимодействие с кремнеземом и образует простейшее стекло — силикат натрия.



Чтобы реакция протекала согласно уравнению, необходимо знать, какое количество угля (C) надо взять. Для этого, в свою очередь, надо знать, сколько сульфата натрия содержится в шихте. При избытке угля стекло

может окраситься в желто-коричневый или черный цвет. В случае избытка сульфат натрия расплавится (884°C) и выплывет поверх расплавленного стекла, аналогично с хлористым натрием. В стекле он имеет ограниченную растворимость и не образует с ним однородного вещества: происходит «ликвация» — расслоение на две фазы в жидком состоянии. Наибольшее содержание серного ангидрида в германских средневековых стеклах — 0,56%, в среднеазиатских средневековых стеклах — в пределах от 0,02 до 0,96%.

Как упоминалось ранее, зола состоит из углекислых, сернокислых и хлористых солей. Не всякая зола хороша для варки стекла, даже если она содержит много щелочных солей. Для стекловарения ценна зола с углекислыми солями щелочных металлов, а содержание сульфатов и хлоридов должно быть строго ограничено.

Египетские стекловары с древнейших времен располагали материалами, содержащими много вредных солей, затруднявшими варку стекла. Сода из египетских озер Вади Натрун, найденная в могилах периода XVIII династии, содержит 0,5–39,5% хлористого натрия и 5,5–27,8% сернокислого натрия. Современная сода из тех же источников имеет 22,0–26,8% NaCl и 2,3–29,9% Na_2SO_4 . Углекислого натрия в древних образцах этой соды 15,5–94,0% и современных 22,4–75,0% [5].

Именно такие компоненты и привели к особому процессу варки стекла, возникшего еще в глубокой древности. Речь идет о получении стекла с предварительным спеканием шихты, применявшимся до XIX в., то есть около трех с половиной тысяч лет.

Флиндерс Петри, обнаруживший при раскопках в Тель-эль-Амарне стеклодельную мастерскую с остатками печей, фрагментов тиглей для сплавки стекла и много стеклянного брака, относящихся к 1370 г. до н.э., высказал предположение, что плавка стекла состояла из двух стадий. Сначала шихта спекалась в плоских и широких чашах, а затем производилась окончательная плавка в высоких и узких тиглях. Шихту составляли из нильского песка и природной соды. В результате первой стадии процесса щелочные карбонаты вместе с кремнеземом песка образовывали стекловидную «фритту» (спекенную массу), к которой также присоединялись карбонаты кальция и магния; сульфаты и хлориды оставались отдельно в виде сплавившихся кусочков или прослоек «пены», не вступая во взаимодействие со стекловидной фриттой. Последнюю по окончании стадии фриттования, вероятней всего, отделяли от сульфатно-хлоридной пены и переносили в узкие тигли для дальнейшей плавки. В последующем процессе стекловарения пена не принимала участия.

Согласно Плинию, процесс варки состоял из трех этапов — первые два заключались во фриттовании шихты, а в течение третьего вели плавку освобожденной от «пены» стекловидной фритты [1].

В X веке Теофил описывает процесс спекания в IV главе своего трактата: «Возьми две части золы и одну часть

песка, очищенную водой от земли и камней, и смешай в чистом месте. После хорошего и долгого перемешивания возьми ее железной лопатой и насыпь в верхний под в малое отделение печи для подогревания. Когда она начинает делаться горячей, надо ее переверачивать, чтобы она не была жидкой, но лишь спеклась. Так продолжается ночь и один день [4].

Теофил подчеркивает, что смысл этой стадии варки стекла заключается только в том, чтобы шихта спеклась, но не стала жидкой. С точки зрения технологии это целесообразно и понятно. Если допустить сплавление стекловидной фритты и хальмозы, то отделение последней было бы очень затруднительно, или почти невозможно, а попытаться плавить все вместе было бы бесполезно, так как получить однородное стекло из такой смеси нельзя. Существуют предположения, что, если не вести предварительное фриттование, то зола начнет плавиться раньше, и тяжелые зерна песка будут погружаться на дно горшка. Но главный смысл фриттования не в этом.

Постоянное перемешивание лопатой шихты способствовало передвижению новых частиц и соприкосновению их с пламенем, что облегчало равномерное спекание.

На основании физико-химических соображений, основанных на изучении реакций, считалось, что температура фриттования была не больше 750°C [2]. Согласно разным источникам, температура варки стекла в средние века была не выше 1200°C.

Литература:

1. Безбородов, М. А. Стеклоделие в Древней Руси. Минск, Изд-во АН БССР, 1956;
2. Безбородов, М. А. Химия и технология древних и средневековых стекол. Минск, Изд-во АН БССР, 1969;
3. Иебсен-Марведель, И. Варка и формовка стекла. Перевод В. Г. Воано. М. — Л., 1932;
4. Качалов, Н. Н. Стекло. М. Издательство АН СССР, 1959;
5. Лукас, А. Материалы и ремесленные производства древнего Египта. М., 1958;
6. О стекле. Журнал мануфактур и торговли, № 5, стр. 13–45 и № 6, стр. 3–33, С. Петербург, 1825 г. (Перевод статьи Парьерсе из журнала «Chemical Essays».)

Синтез пирозолинкарбоксилата, потенциально обладающего ноотропной активностью

Файзуллина Сjumбель Сабирзяновна, магистрант
Башкирский государственный университет

Наличие в молекуле многих природных и синтетических соединений пирролидинового цикла обуславливает широкий спектр их биологической активности. Известно, что пирролидин-2-оновый фрагмент является фармакофорной группой ряда ноотропных препаратов (пиррацетам, оксистерам, фенотропил), а синтез и изучение свойств соединений, содержащих пирролидин-2-оновый фрагмент, представляет значительный научный и практический интерес.

Английские стеклоделы в XIX веке изготавливали стекло в два приема: сначала получали фритту, а затем плавил ее до стеклообразного состояния [6]. Смесь из 18 частей сухого и молотого ирландского кельпа (золы водорослей), 13 частей сухого песка и 1 части сеяной извести перемешивали и обжигали в течение 2 часов на таком жару, чтобы она не «растопилась»; затем усиливали огонь, чтобы смесь «слилась в тесто» и оставляли ее в таком состоянии 3–4 часа, беспрестанно помешивая эту густую массу. Потом ее вынимали из печи и пока она еще не окрепла, придавали форму длинных четырехугольных пластов, называемых «фриттами». Их редко сразу употребляли в дело, чаще всего сваливали в кучу и хранили до употребления. Было установлено, чем старше фритты, тем они лучше. Богатые заводчики имели большие запасы их и употребляли не раньше, чем через год.

Это краткое описание, заимствованное из английской практики стекловарения XIX века, весьма ценно и проливает свет на смысл двухступенчатой варки стекла. Вместо того, чтобы отбирать, сортировать спекшуюся массу на ценные куски стекловидного вещества и отходы в виде пены, состоящие из сульфатов и хлоридов, этот процесс заменен долгим вылеживанием. Сульфаты и хлориды как растворимые в воде части, постепенно извлекаются из фритты за счет атмосферной влаги и удаляются, а стекловидная часть их остается и используется далее для варки стекла.

Среди многочисленных методов синтеза гетероциклических соединений реакциям циклоприсоединения принадлежит одно из ведущих мест. В частности, простым и удобным методом построения пятичленных гетероциклических систем с двумя стоящими рядом атомами азота — пиразолинов является 1,3-диполярное циклоприсоединение диазосоединений к C=C-связи алкенов [1, с. 1057–1062].

С целью получения новых производных пирролин-2-онов с использованием методологии 1,3-дипольного присоединения диазосоединений к электронно-дефицитным алкенам был получен метиловый эфир 4- (*n*-метоксифенил) -пирролин-3 карбоновой кислоты — предшественник 4-арилзамещенного 3-аминпирролидона.

Синтез и свойства α -диазоамидов

В настоящее время большее число публикаций в литературе относится к синтезу и свойствам линейных диазоамидов [2, с. 1091–1160], повышенный интерес к которым обусловлен их уникальной реакционной способностью.

Среди циклических диазоамидов наиболее изучены синтез и свойства диазопеницилланатов и диазоцефалоспорованатов — относящихся к β -диазолактамам. Однако в последние годы всё чаще объектом исследований становятся синтетические возможности γ -диазолактамов [3, с. 42–45]. Данные о синтезе и свойствах других диазолактамов немногочисленны и разрознены [4, с. 11035–11043].

Свойства диазоамидов определяются наличием трех функциональных групп находящихся в α -положении C=O, C-N и C=N₂. Характерными реакциями диазоа-

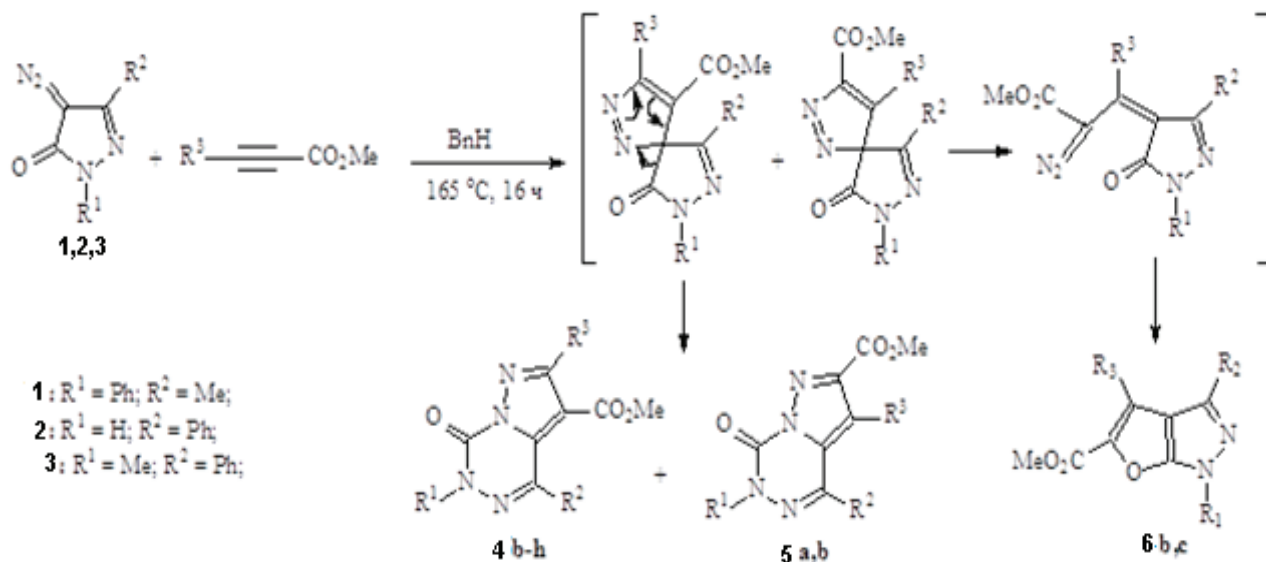
мидов, обусловленными наличием диазогруппы являются реакции изомеризации, 1,3-дипольного присоединения, каталитического и фотохимического внедрения, [2+1]-циклоприсоединения.

В работах [5, с. 1069–1074] показано, что сходные к диазопирролидонам диазопиразолиноны **1**, **2** и **3** вступают в реакции 1,3-дипольного присоединения к электронодефицитным алкенам. Судьба образующихся спиропиразолов во многом определяется природой заместителей и включает ароматизацию путем термически разрешенной 1,5-ацильной миграции (перегруппировка Ван-Альфена — Хюттеля) с образованием пиразолотриазинонов **4b-h** и **5a, b**, либо раскрытие цикла, ведущее к ациклическому диазоалкану, который при этих условиях быстро отщепляет азот и дает соответствующие фуropyпиразолы **6b, c** [6, с. 5969–5978].

При взаимодействии диазопиразолинонов **1** и **3** с метилакрилатом в кипящем толуоле с высоким выходом были получены соответствующие спироциклопропаны **7 a, b**.

Получение метилового эфира пара-метокси коричной кислоты

В круглодонную колбу емкостью 100 мл поместили раствор 3 г *n*-метоксибензальдегида, 2 г малоновой кис-



Исходный диазоамид	R ³	Продукты реакции	4 (%)	5 (%)	6 (%)
2	H	a	-	73	-
3	H	b	34	40	28
1	H	c	31	-	44
2	MeO ₂ C	d	86	-	-
3	MeO ₂ C	e	67	-	-
1	MeO ₂ C	f	87	-	-
3	Ph	g	51	-	-
1	Ph	h	45	-	-

Рис. 1

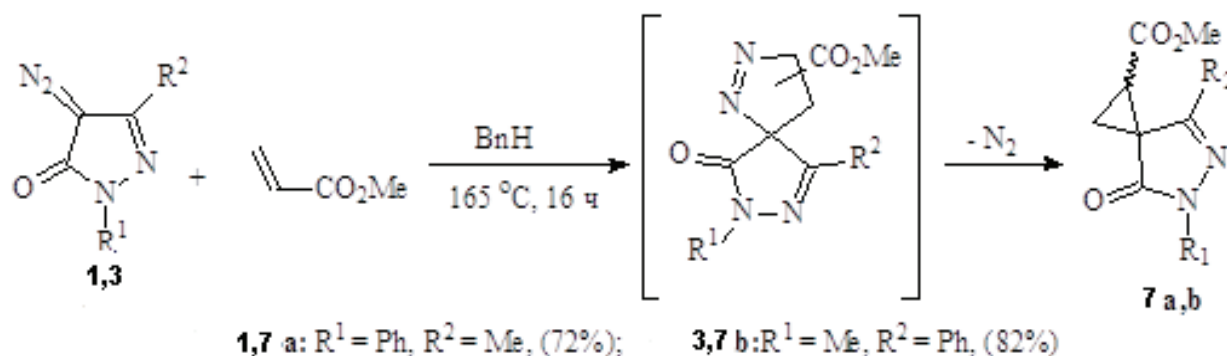
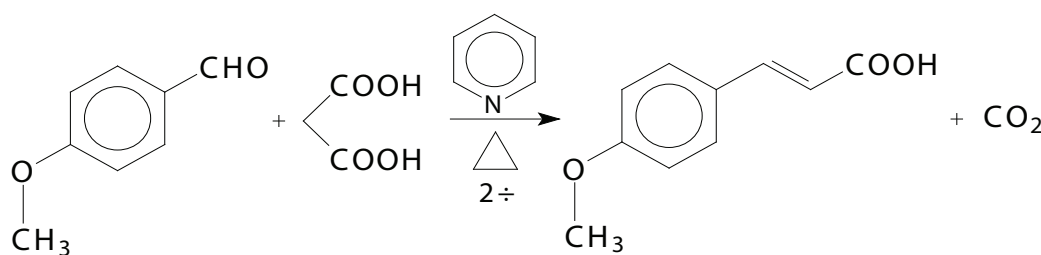


Рис. 2

лоты и 40 мл свежеперегнанного пиридина. Добавили две капели пиперидина и кипятили смесь в течение 2 часов с обратным холодильником. После охлаждения прилили 20 мл воды и подкислили разбавленной соляной кислотой до кислой реакции. Отфильтровывали выпавшую

n-метоксикоричную кислоту на воронке Бюхнера и перекристаллизовывали из 50%-го этилового спирта. Малоновую кислоту нужно хорошо растворить с повышением температуры. За ходом реакции следили по ТСХ. Выход 72%.



Выход кислоты несколько увеличивается, если вместо кипячения нагревать реакционную смесь в течение 2х часов на кипящей водяной бане, и только затем на краткое время (10 мин) довести до кипения; и дать остыть до комнатной температуры. Структуру соединения определяли по спектрам ИК и ЯМР ^1H , ^{13}C и ^{15}N .

Синтез метилового эфира 4- (п-метоксифенил) -пиразолин-3 карбоновой кислоты

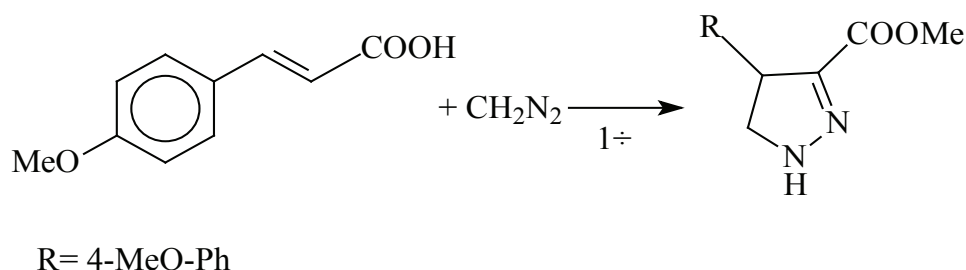
К раствору 2,91 г (1 моль) пара-метоксикоричной кислоты в 20 мл диэтилового эфира, при постоянном перемешивании и температуре -5°C прикапывали в течение 1 ч. 20 мл 0.5 М эфирного раствора CH_2N_2 (5 моль). Затем реакционную смесь нагрели до комнатной температуры и оставили на 72 ч. Растворитель удалили при по-

ниженном давлении, остаток сушили в вакууме до постоянной массы.

Получили 0,8123 г (81%) метилового эфира 4-(*p*-метоксифенил) -пиразолин-3 карбоновой кислоты в виде желтовато-белого кристалла с т. пл. $115-120^\circ\text{C}$. Структуру соединения определяли по спектрам ИК и ЯМР ^1H , ^{13}C и ^{15}N .

Спектры ЯМР ^1H , ^{13}C и ^{15}N были зарегистрированы на спектрометрах Bruker AM-300 (300.13 и 75.47 МГц соответственно) и Bruker Avance III (500, 126 и 51 МГц соответственно), внутренний стандарт — Me_4Si . ИК-спектры записаны на приборе IR Prestige-21 Shimadzu в тонком слое или вазелиновом масле.

Тонкослойную хроматографию проводили на пластинках TLC Siluca gel 60 F_{254} фирмы «Merck» при проявлении в йодной камере.



Выводы

1. Получен метиловый эфир пара-метоксикоричной кислоты. Проведена очистка продукта реакции методом перекристаллизации.

2. Осуществлен синтез пирозолинкарбоксилата реакцией взаимодействия метилового эфира пара-метоксикоричной кислоты с диазометаном.

3. Нарботана опытная партия метилового эфира 4-(*p*-метоксифенил) -пирозолин-3 карбоновой кислоты и отдана на испытания для первичного скрининга.

Литература:

1. Томилов, Ю. В., Шулишов Е. В., Нефедов О. М. Взаимодействие диазоалканов с непредельными соединениями. Сообщение 10. 1,3-Диполярное циклоприсоединение диазочиклопропана к напряженным циклоалкенам. // Изв. АН СССР, Сер. хим. — 1991. — № 5 — с. 1057–1062.
2. T. Ye, M. A. McKervey. Organic Synthesis with δ -diazocarbonyl compounds. // Chem. Rev. — 1994. — Vol. 94. — № 4. — P. 1091–1160.
3. Z. — Y. Cao, F. Zhou, Y. — H. Yu, J. Zhou. A highly diastereo- and enantioselective Hg (II) -catalyzed cyclopropanation of diazooxindoles and alkenes. // Org. Lett. — 2013. — Vol. 15. — № 1. — P. 42–45.
4. A. DeAngelis, O. Dmitrenko, J. M. Fox. Rh-Catalysed intermolecular reactions of cyclic δ -diazocarbonyl compounds with selectivity over tertiary CH-bond migration. // JACS. — 2012. — Vol. 134. — № 26. — P. 11035–11043.
5. A. Padwa, A. D. Woolhouse, J. J. Blount. 1,3-Dipolar cycloaddition reactions of diazopyrazolinones with electron-deficient dipolarophiles. // J. Org. Chem. — 1983. — Vol. 48. — № 7. — P. 1069–1074.
6. Z. Zhang X., Wang S., Tao S., Zhu. 1,3-Dipolar cycloaddition reaction of 3-trifluoromethyl-4-diazopyrazolinones with acetylenedicarboxylates. // Tetrahedron. — 2012. — Vol. 68. — № 30. — P. 5969–5978.

ИНФОРМАТИКА

Технологии и методы обеспечения комплексной защиты информации

Дудкина Ирина Александровна, студент
Дальневосточный федеральный университет

Ключевые слова: комплексная система защиты информации, несанкционированный доступ, программно-аппаратные меры защиты информации, информационные системы

Комплексная система защиты информации (КСЗИ) — совокупность организационных, нормативно — правовых и технических мер, направленных на исключение несанкционированного доступа к информации и обеспечение ее надежной защиты. [1, с. 211] Главными принципами построения КСЗИ являются надежность, достаточность для решения поставленных задач, простота и удобство в эксплуатации, технологическая и экономическая обоснованность.

Алгоритм проектирования комплексной системы защиты информации представлен на рисунке 1.

Основными составляющими комплексной системы защиты информации являются организационное обеспечение информационной безопасности, а так же программно — аппаратные средства, исключающие несанкционированный доступ к защищаемой информации.

Организационное обеспечение — это регламентация производственной деятельности, функционирования системы обработки данных, деятельности сотрудников организации с целью предотвращения или затруднения несанкционированного доступа к конфиденциальной информации.

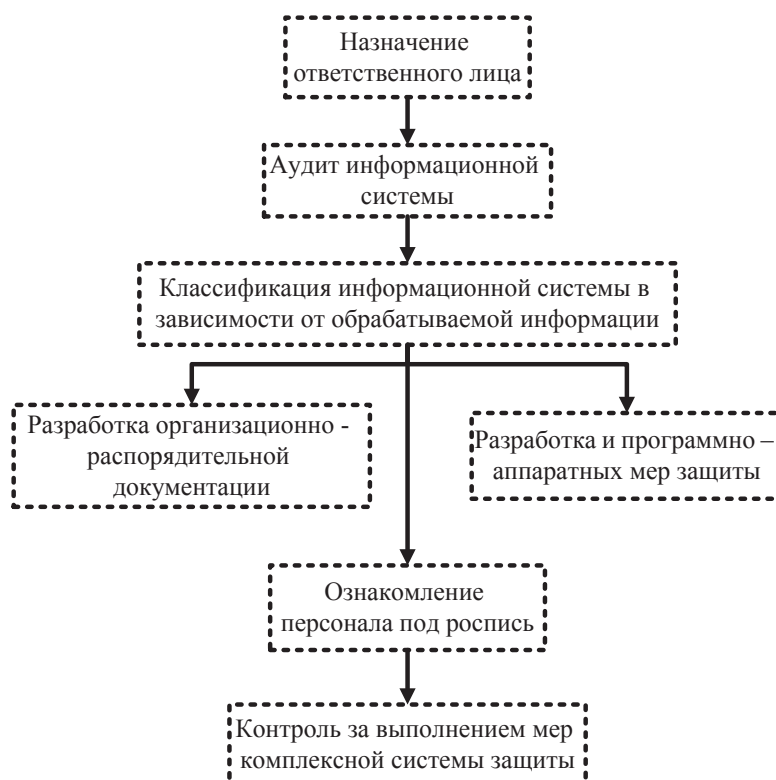


Рис. 1. Алгоритм проектирования комплексной системы защиты информации

Организационные мероприятия включают в себя:

- мероприятия, осуществляемые при проектировании, строительстве и оборудовании служебных и производственных зданий и помещений;
- мероприятия, проводимые при подборе персонала;
- организацию и поддержание надежного пропускного режима и контроля посетителей;
- надежную охрану помещений и территорий;
- назначение ответственного за защиту информации;
- проведение контроля за работой персонала с конфиденциальной информацией.
- учет, хранение, порядок выдачи носителей информации и документов;
- хранение и своевременная смена реквизитов доступа (паролей, ключей и т.д.)

При принятии необходимых организационных мер и разработке организационно-распорядительной документации, регламентирующей политику информационной безопасности организации, необходимо руководствоваться следующими нормативно-правовыми документами:

- законодательной базой РФ в области обеспечения информационной безопасности, включающей в себя: федеральные законы, указы, постановления, кодексы, ГОСТы;
- руководящими документами, такими как: приказы ФСТЭК и ФСБ, документы по защите информации, разработанные на предприятии (политика безопасности, модель угроз и т.д.).

Нормативно-правовые документы регламентируют:

- состав защищаемой информации;
- конфигурация и состав информационной системы;
- решаемые ИС задачи;
- перечень угроз ИС;
- требования к функционированию компонентов ИС;
- допустимые к использованию программно — аппаратные средства;
- описание полномочий пользователей;
- порядок предоставления и лишения привилегий пользователей;
- меры ответственности;
- обязанности руководства и персонала по обеспечению безопасности;
- отчетность и регистрация событий безопасности.

Организационные и нормативно-правовые методы являются неотъемлемой частью комплексной системы защиты информации, поскольку регламентируют как порядок действий сотрудников организации, так и порядок внедрения технических средств защиты информации.

Совокупность программно-аппаратных средств обеспечивает необходимую защиту информации от несанкционированного доступа.

Выбор программно-аппаратных средств обеспечения информационной безопасности зависит от масштаба защищаемой сети, распространенности и стоимости рассматриваемых средств защиты, видов атак, коммуникационного поля. Основными программно-аппаратными

средствами обеспечения информационной безопасности предприятия являются: антивирусные программы, распределенные программно-аппаратные средства, контролируемые информационные потоки (межсетевые экраны), средства анализа защищенности (сканеры безопасности), программно-аппаратные средства разграничения доступа, средства криптографической защиты информации.

1. Антивирусные программы — специализированное программное обеспечение (ПО), предназначенное для поиска и уничтожения вирусов и других вредоносных программ. Принцип работы антивирусов основан на сигнатурном анализе, то есть поиске и сравнении участка кода вируса с базами сигнатур. Так же в настоящее время получают распространение облачные технологии — технологии, основанные на искусственном интеллекте. Наиболее популярными антивирусными программами в настоящее время являются: Kaspersky, ESET NOD32, Dr.Web, F-Secure.

2. Межсетевые экраны (брандмауэры) — локальные или функционально-распределенные программные (программно-аппаратные) средства, контролируемые информационные потоки входящие в информационную систему, или исходящие из нее. Контроль информационных потоков состоит в их фильтрации трафика. Прохождение трафика настраивается по IP — адресу и идентификаторам пользователей. Примерами межсетевых экранов являются WinGate, NetLimiter, Eagle, ANS InterLock, Sidewinder Security Server.

3. Сканеры безопасности служат для мониторинга вычислительных сетей. Принцип работы основан на анализе защищенности сети, поиске уязвимостей. На основе полученных результатов создаются отчеты. Поиск уязвимостей осуществляется двумя способами: сканирование и зондирование. Сканирование — метод мониторинга, при котором сканер определяет наличие уязвимостей по косвенным признакам. Процесс представляет собой сканирование портов и анализ найденных заголовков. Каждый заголовок сравнивается с таблицей правил определения сетевых устройств, операционных систем, потенциальных угроз. Зондирование — механизм поиска уязвимости на анализируемом узле. Зондирование выполняется имитацией атаки с использованием искомой уязвимости. Полученная информация используется для детального анализа каждого сетевого устройства. В настоящее время наиболее популярными сканерами безопасности являются: Nessus, MaxPatrol, Internet Scanner, Retina Network Security Scanner, Shadow Security Scanner (SSS), NetClarity Auditor.

4. Программно-аппаратные средства разграничения доступа, которые определяют полномочия субъектов на доступ к объектам системы, то есть устанавливают порядок использования ресурсов информационной системы.

Работа средств разграничения доступа основаны на дискретном и мандатном управлении доступом.

При дискретном управлении происходит разграничение доступа между поименованными субъектами и поименованными объектами. Субъект с определенными

правами может передать их любому другому субъекту. Дискретное управление доступом организуется на базе методов разграничения по спискам или с помощью матрицы доступа.

При мандатном управлении доступом регламентируется разграничение доступа субъектов к объектам, основанное грифе секретности информации, содержащейся в объектах, и допуске субъектов к информации соответствующего уровня. Для реализации мандатного управления доступом каждому субъекту и каждому объекту присваиваются метки, определяющие их место в соответствующей иерархии. С помощью этих меток субъектам и объектам назначаются классификационные уровни, являющиеся комбинациями уровня иерархической классификации и иерархических категорий. Программно-аппаратными средствами разграничения доступа являются: Аккорд, Dallas Lock, SecretNet.

5. Средства криптографической защиты. В основе криптографической защиты информации лежит шифрование — преобразование данных к такой форме, при

которой их не могут прочитать те лица, для кого они не предназначены. Основным направлением использование средств криптографической защиты является кодирование и передача зашифрованных данных по каналам связи, хранение информации в зашифрованном виде. Криптографические средства защиты обеспечивают основные составляющие защищаемой информации: конфиденциальность, целостность и доступность, а так же обеспечение аутентификации (подлинности) и подтверждение авторства. Программно-аппаратными средствами криптографической защиты являются СКЗИ КристоПро CSP, VipNet.

Таким образом, назначение комплексного подхода проектирования системы защиты информации состоит в анализе всей системы в целом и принятии необходимых решений для ее оптимизации. При проектировании КСЗИ необходимо учитывать цели и задачи организации. Меры построения КСЗИ взаимосвязаны между собой и в совокупности позволяют снизить уровень угроз или минимизировать ущерб в случае их реализации.

Литература:

1. Грибунин, В. Г., Чудовский В. В. — Комплексная система защиты информации на предприятии, Академия, 2009.
2. Касперский, Е. В. — Компьютерное зловредство, Питер, 2007.

Экспертные системы

Миронов Андрей Сергеевич, студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

Экспертная система — это программное средство, использующее знания эксперта для обеспечения эффективного решения неформализованных задач в узкой предметной области. Основу экспертных систем составляет база знаний о предметной области, которая накапливается в процессе построения и эксплуатации экспертных систем.

База знаний хранит множество фактов и набор правил, полученных от экспертов, из специальной литературы. База знаний отличается от базы данных тем, что в базе данных единицы информации представляют собой не связанные друг с другом сведения, формулы, теоремы, аксиомы. В базе знаний те же элементы уже связаны как между собой, так и с понятиями внешнего мира. Информация в базе знаний — это все необходимое для понимания, формирования и решения проблемы. Она содержит два основных элемента: факты из предметной области и специальные эвристики или правила, которые управляют использованием фактов при решении проблемы. Знания могут быть представлены несколькими способами, называемыми моделями представления знаний:

— Логические модели представления знаний — реализуются средствами логики предикатов. Предикатом называется функция, принимающая только два значения — истина и ложь — и предназначенная для выражения свойств объектов или связей между ними. Выражение, в котором утверждается или отрицается наличие каких-либо свойств у объекта, называется высказыванием. Наиболее простым языком логики является исчисление высказываний, в котором отсутствуют переменные. Любому высказыванию можно приписать значение истинно или ложно. Отдельные высказывания могут соединяться связками И, ИЛИ, НЕ, которые называются булевыми операторами.

— Продукционные модели, или модели, основанные на правилах, позволяет представить знания в виде предположений типа: Если (условие), то (действие). Под условием понимается некоторое предложение-образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под действием — действия, выполняемые при успешном исходе поиска (они могут быть промежуточными, выступающими далее, как условия, и терминальными или целевыми, завершающими работу системы).

– Семантические сети Семантическая сеть — это ориентированный граф, вершины которого — понятия, а дуги — отношения между ними. Семантическая сеть описывает знания в виде сетевых структур. Например, «программист сел за компьютер и отладил программу». Объектами являются: программист (A1), компьютер (A2), программа (A3). Объекты связаны отношениями: сел за компьютер (p1), отладил (p2), загружена в компьютер программа (p3).

– Фреймовые модели. Фреймовые модели представляют собой систематизированную в виде единой теории технологическую модель памяти человека и его сознания. Под фреймом понимают минимальные структуры информации, необходимые для представления класса объектов, явлений или процессов. Фрейм можно представить в виде сети, состоящей из вершин и дуг (отношений), в которых нижние уровни фрейма заканчиваются слотами (переменными), которые заполняются конкретной информацией при вызове фрейма. Значением слота может быть любая информация: текст, числа, математические соотношения, программы, ссылки на другие фреймы. На заполнение слотов могут быть наложены ограничения, например, цена не может быть отрицательной.

Главным в экспертной системе является машина логического вывода, осуществляющая поиск в базе знаний для получения решения. Она манипулирует информацией из базы знаний, определяя в каком порядке следует выявлять взаимосвязи и делать выводы. Машины логического вывода используются для моделирования рассуждений, обработки вопросов и подготовки ответов.

При создании экспертных систем можно выделить следующие этапы:

– Этап идентификации проблем — определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки, определяются эксперты и типы пользователей.

– Этап извлечения знаний — проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач.

– Этап структурирования знаний — выбираются ИС и определяются способы представления всех видов знаний, формализуются основные понятия, определяются способы интерпретации знаний, моделируется работа системы, оценивается адекватность целям системы зафиксированных понятий, методов решений, средств представления и манипулирования знаниями.

– Этап формализации — осуществляется наполнение экспертом базы знаний. В связи с тем, что основой ЭС являются знания, данный этап является наиболее важным и наиболее трудоемким этапом разработки ЭС. Процесс приобретения знаний разделяют на извлечение знаний из эксперта, организацию знаний, обеспечивающую эффективную работу системы, и представление знаний в виде понятном ЭС. Процесс приобретения знаний осуществляется инженером по знаниям на основе анализа деятельности эксперта по решению реальных задач.

– Реализация ЭС — создается один или несколько прототипов ЭС, решающие требуемые задачи.

– Этап тестирования — производится оценка выбранного способа представления знаний в ЭС в целом.

Анализ предметной области и постановка задачи

Теория игр — математический метод изучения оптимальных стратегий в играх. Под игрой понимается процесс, в котором участвуют две и более сторон, ведущих борьбу за реализацию своих интересов. Каждая из сторон имеет свою цель и использует некоторую стратегию, которая может вести к выигрышу или проигрышу — в зависимости от поведения других игроков. Теория игр помогает выбрать лучшие стратегии с учётом представлений о других участниках, их ресурсах и их возможных поступках.

Чаще всего методы теории игр применяются в экономике, чуть реже в других общественных науках — социологии, политологии, психологии, этике и других. Очень важное значение она имеет для искусственного интеллекта и кибернетики, особенно с проявлением интереса к интеллектуальным агентам. В искусственном интеллекте, «интеллектуальный агент» — это разумные существности, наблюдающие за окружающей средой и действующие в ней, при этом их поведение рационально в том смысле, что они способны к пониманию и их действия всегда направлены на достижение какой-либо цели. Об интеллектуальности агента можно говорить, если он взаимодействует с окружающей средой и другими существностями примерно так же, как действовал бы человек. По сути, игра это и есть совокупность объектов (сущностей), обладающих какими-либо ресурсами, и с помощью их взаимодействующие с окружающей средой и с другими объектами. Помимо объектов и их ресурсов в игре присутствуют игроки, которые могут быть как человеком, так и компьютером, а если быть точнее, то программой, принимающей решение о том, как каждому объекту, принадлежащему ей, или их совокупности вести себя в конкретной ситуации и идти на достижение поставленной перед ней цели. Данная программа и есть экспертная система, выступающая в качестве игрока и заменяющая человека.

Из всех классов существующих игровых приложений был выбран класс пошаговым стратегий. Пошаговая стратегия — класс игр, основной особенностью которого является то, что игроки совершают ходы по очереди. В игровых приложениях класса пошаговых стратегий у игрока гораздо больше времени на размышление, во время совершения хода его ничто не торопит, это даёт ему возможность проявить способности к логическому мышлению.

В более широкой трактовке к пошаговым стратегиям относят вообще все пошаговые игры, так как все без исключения игры содержат стратегическую составляющую. В этой трактовке в число пошаговых стратегий попадают, например, такие известные большинству людей игры, как шахматы, шашки, преферанс и т.д.

Из всего многообразия пошаговых стратегий в качестве практического примера я выбрал Empire Deluxe. Empire Deluxe подходит под описание «пошаговой стратегии», а также имеет удобство для представления результатов и разнообразные правила.

Общие цели игры для данного класса:

В n -мерной среде (n равен 2 или 3) неоднородной среде существуют заданное множество разнообразных объектов, разделенных между несколькими игроками. Объекты, находящиеся в данной среде, подразделяются на юниты и города. Юниты — это подвижные объекты, которые управляются игроком, владеющим им. Города — стационарные объекты, которые могут находиться как под управлением игрока, так и быть «нейтральными», то есть не иметь владельца и быть неактивными, пока один из игроков не станет владельцем этого города. Общая задача каждого игрока — получить полный контроль, то есть такую ситуацию, что все объекты, находящиеся в пространстве игре принадлежат только этому игроку. Каждый ход все игроки совершают действия для достижения этой задачи, управляя объектами, которыми владеют.

Общий порядок игры.

Игроки совершают ходы поочередно. За ход каждый игрок может осуществить действие или перемещение каждым юнитом, которым он владеет, а также выбрать производство в каждом городе, которым владеет игрок. Изменение состояния объектов, ресурсов и среды происходит во времени дискретно. Координатная сетка имеет дискретную структуру (шаг дискретизации задается), и перемещение объектов может осуществляться только по узлам этой сетки. Допустимость нахождения различных объектов в одной точке среды регламентируется отдельно. Размерность и геометрия единой системы координат определяются параметрами игры.

С точки зрения доступности (для каждого из игроков) информации об общей ситуации возможны следующие режимы игры:

1. игрок имеет только ту информацию, которая была предоставлена ему его собственными объектами;
2. игрок имеет только информацию о среде и своих объектах;
3. игрок имеет всю информацию о среде, своих объектах и статических объектах противников;
4. игрок имеет всю полноту информации.

При любом из режимов объем предоставляемой игроку информации о не принадлежащих ему объектах и о не контролируемых им областях среды может варьироваться параметрами игры.

Таким образом, экспертная система должна принимать верное решение каждый ход, на основании данных базы знаний, включающей правила конкретной игры, а также входных данных, поступающих от игрока. Причем, решение, выдаваемое экспертной системой должно быть не только верным в условия одного конкретного хода, но

и всей игры в целом, то есть решение должно приближать игрока, под управлением системы к выполнению общей задачи. Создание такой системы является довольно сложной задачей, решение которой требует тщательного осмысления предметной области и обобщения механизмов взаимодействия объектов между собой и окружающей их средой и спецификации ресурсов, которыми данные объекты обладают и используют для достижения поставленных целей.

Основная задача — разработка инструментария экспертных систем соответствующего функционального профиля.

Обобщенная архитектура среды представлена на рисунках 1 и 2.

Машина игры осуществляет сам игровой процесс. Она выводит на экран игровые данные, доступные игроку, а также все средства управления для игрока-человека. Также каждый ход машина игры передает управление поочередно каждому из игроков, будь то человек или экспертная система и считывает действия, которые они выполняют. Считав их, машина игры изменяет данные, которые были изменены в результате этих действий, и затем выводит эти результаты. Все данные, в свою очередь, хранятся в хранилище данных, в базе данных игры.

Язык описания ЭС — это язык, с помощью которого программист совместно с экспертом будут описывать правила игры. Язык описания в достаточной мере открыт для того, чтобы программы, написанные на этом языке могли подходить под любые частные случаи игры класса «пошаговая стратегия».

В функции языка входят:

- описание основных параметров юнитов;
- описание основных параметров городов;
- описание основных параметров игроков;
- описание основных параметров игры;
- продукции, которые описывают поведение ЭС по правилам игры для победы.

Результатом трансляции языка будет код на C++, который в свою очередь будет передаваться в машину игры как действия игрока под управлением ЭС.

База знаний — это база данных, в которой хранятся все данные, которыми обладает экспертная система, как игрок. То есть, описания всех юнитов и городов, которыми обладает ЭС, а также описания всех юнитов, городов и клеток, которые находятся в зоне видимости юнитов, принадлежащих ЭС.

Игрок — это человек или экспертная система, которые осуществляют игровые действия. Человек выполняет их, используя интерфейс игрока. Экспертная система же, принимает решения с помощью машины вывода. Решения машины вывода основываются на продукциях, которые создает программист с помощью эксперта, используя язык описания ЭС.

Разработка базы данных для отдела кадров в программе «Erwin 4.0», «IB Expert»

Пузакова Анна Алексеевна, магистрант

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В данной статье рассматривается пример построения базы данных в программах «Erwin 4.0», «IB Expert» для отдела кадров и её дальнейшая практическая реализация. Для создания базы данных «Кадры» автором были определены и описаны основные сущности и атрибуты, заданы первичные и альтернативные ключи, построены связи между ними, описаны логическая и физическая модели базы данных, её генерация, создание и регистрация базы данных.

Ключевые слова: база данных, сущность, атрибут, отдел кадров, первичный ключ, внешний ключ

В качестве предметной области будем рассматривать деятельность отдела кадров. Определяем сущности и их атрибутный состав на интуитивном уровне, т.е. определяем, какими типами данных характеризуется наш объект исследований.

Сущность (рис.1) — объект любой природы данные, о котором хранятся в отношении (таблице, в которой содержатся данные). Каждая сущность в ER-модели изображается в виде прямоугольника с наименованием:

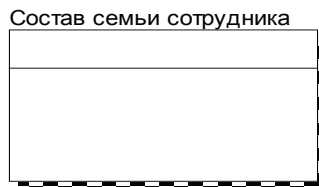


Рис. 1. Сущность — «Состав семьи сотрудника»

Сущности, содержат различные атрибуты. Атрибут (рис.2) — свойство сущности (заголовок столбца та-

блицы). Атрибуты изображаются в пределах прямоугольника, определяющего сущность:

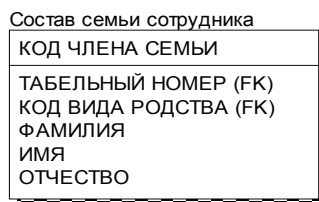


Рис. 2. Атрибуты — сущности «Состав семьи сотрудника»

Каждый экземпляр сущности должен быть уникален и отличаться от других экземпляров. Для выделения экземпляров, поиска их в базе данных, связи с другими таблицами используются атрибуты, однозначно определяющие тот или иной объект. Такие атрибуты называются ключами. Различают первичные ключи и внешние: **первичный ключ (primary key)** — это атрибут или группа атрибутов, однозначно идентифицирующие экземпляр сущности, атрибуты первичного ключа на диаграмме не требуют специального обозначения — это те атрибуты, которые находятся в списке атрибутов выше горизонтальной линии; **внешние ключи (Foreign Key)** создаются автоматически, когда связь соединяет сущности: связи образуют ссылку на атрибуты первичного ключа в дочерней сущности и эти атрибуты образуют внешний ключ

в дочерней сущности (миграция ключа). Атрибуты внешнего ключа обозначаются символом (FK) после своего имени [1].

Состав атрибутов и их описание, первичные и альтернативные ключи для разработки базы данных отдела кадров представлены в таблицах ниже.

Для создания базы данных «Кадры» были взяты только некоторые самые основные сущности в количестве достаточном для прослеживания основных закономерностей, конечно, этих данных намного меньше, чем может содержаться в реальной базе данных, посвящённой деятельности кадровой службы, вот некоторые из тех, что не рассмотрели: учёт личного состава (личные дела, личные карточки, анкеты); выданные справки; трудовые книжки (приём, заполнение, хранение и выдача трудовых

Таблица 1. Атрибуты сущности «Состав семьи сотрудника» (FAMILY_COMPOSITION_WORKER)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
КОД ЧЛЕНА СЕМЬИ	FAMILY_CODE	Порядковый номер родственника	Числовой	Ключевое	Поле
ФАМИЛИЯ	SURNAME	Фамилия родственника	Текстовой		Поле
ИМЯ	NAME	Имя родственника	Текстовой		Поле
ОТЧЕСТВО	PATRON	Отчество родственника	Текстовой		Поле
ТАБЕЛЬНЫЙ НОМЕР	OFFICER_CODE	Табельный номер сотрудника	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле
КОД ВИДА РОДСТВА	RELATION_CODE	Код вида родства	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле

Таблица 2. Атрибуты сущности «Вид родства» (KIND_OF_RELATIONSHIP)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
КОД ВИДА РОДСТВА	RELATION_CODE	Код вида родства	Числовой	Ключевое	Поле
СТЕПЕНЬ РОДСТВА	RELATION	Кем приходится данный человек сотруднику	Текстовой		Поле

Таблица 3. Атрибуты сущности «Семейное положение» (MAR_STATUS)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
КОД СЕМЕЙНОГО ПОЛОЖЕНИЯ	MAR_STATUS_CODE	Код семейного положения сотрудника	Числовой	Ключевое	Поле
СЕМЕЙНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ	MAR_STATUS	Семейное положение сотрудника	Текстовой		Поле

Таблица 4. Атрибуты сущности «Трудовой договор» (LABOR_CONTRACT)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
ТАБЕЛЬНЫЙ НОМЕР	OFFICER_CODE	Табельный номер сотрудника	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле
КОД ДОГОВОРА	CONTRACT_CODE	номер трудового договора	Числовой	Ключевое	Поле
ДАТА СОСТАВЛЕНИЯ	DATE_CONTRACT	дата составления договора	дата		Поле
ДАТА ПРИЕМА	DATE_APPOINTMENT	дата приёма сотрудника	дата		Поле
ДАТА УВОЛЬНЕНИЯ	TERMINATION_DATE	дата увольнения сотрудника	дата		Поле
КОД РАБОТЫ	CODE_OF_WORK	Код вида работы	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле

Таблица 5. Атрибуты сущности «Вид работы» (TYPE_WORK)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
КОД РАБОТЫ	CODE_OF_WORK	Код вида работы	Числовой	Ключевое	Поле
ВИД РАБОТЫ	TYPE_OF_WORK	Наименование вида работы	Текстовой		Поле

Таблица 6. Атрибуты сущности «Анкетные данные сотрудника» (DETAILS_WORKER)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
ТАБЕЛЬНЫЙ НОМЕР	OFFICER_CODE	Табельный номер сотрудника	Числовой	Ключевое	Поле
ФАМИЛИЯ	SURNAME	Фамилия сотрудника	Текстовый		Поле
ИМЯ	NAME	Имя сотрудника	Текстовый		Поле
ОТЧЕСТВО	PATRON	Отчество сотрудника	Текстовый		Поле
ПОЛ	SEX	Пол сотрудника	Текстовый		Поле
ДАТА РОЖДЕНИЯ	BIRTH_DATE	Дата рождения сотрудника	Дата/ Время		Поле
НАЦИОНАЛЬНОСТЬ	NATIONALITY	Национальность сотрудника	Текстовый		Поле
СТАЖ	EXPERIENCE	Стаж работы в организации сотрудника	Числовой		Поле
АДРЕС	ADDRESS	Домашний адрес сотрудника	Текстовый		Поле
ТЕЛЕФОН	TELEPHONE	Домашний телефон сотрудника	Числовой		Поле
КОД СЕМЕЙНОГО ПОЛОЖЕНИЯ	MAR_STATUS_CODE	Код семейного положения сотрудника	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле
КОД ШТАТНОГО РАСПИСАНИЯ	MANNING_TABLE_CODE	Порядковый номер записи	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле

Таблица 7. Атрибуты сущности «Штатное расписание» (MANNING_TABLE)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
ОКЛАД	SALARY	Оклад сотрудника	Числовой		Поле
СТАВКА	RATE	Количество ставок, занимаемых сотрудниками	Числовой		Поле
КОД ОТДЕЛА	DEPART_CODE	Код отдела	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле
КОД ДОЛЖНОСТИ	CUR_POST_CODE	Код должности	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле
КОД ШТАТНОГО РАСПИСАНИЯ	MANNING_TABLE_CODE	Порядковый номер записи	Числовой	Ключевое	Поле

Таблица 8. Атрибуты сущности «Структурное подразделение» (STRUCTURA_SUBDIVISION)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
КОД ОТДЕЛА	DEPART_CODE	Код отдела	Числовой	ключевое	Поле
ОТДЕЛ	DEPART	Отдел в котором работает сотрудник	Текстовый		Поле
ТЕЛЕФОН ОТДЕЛА	TEL_DEPART	Телефон отдела	Числовой		Поле

Таблица 9. Атрибуты сущности «Должность» (POST)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
КОД ДОЛЖНОСТИ	CUR_POST_CODE	Код должности	Числовой	ключевое	Поле
ДОЛЖНОСТЬ	CUR_POST	Занимаемая должность сотрудника	Текстовый		Поле

Таблица 10. Атрибуты сущности «Сотрудник в приказе» (WORKER_PRIKAZ)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
НОМЕР ПРИКАЗА	PRIKAZ_NUMBER	Номер приказа	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле
ТАБЕЛЬНЫЙ НОМЕР	OFFICER_CODE	Табельный номер сотрудника	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле

Таблица 11. Атрибуты сущности «Сотрудник в отпуске» (WORKER_HOLIDAY)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
ТАБЕЛЬНЫЙ НОМЕР	OFFICER_CODE	Табельный номер сотрудника	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле
НОМЕР ПРИКАЗА	PRIKAZ_NUMBER	Номер приказа	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле
КОД БОЛЬНИЧНОГО	HOSPITAL_CODE	Серия и номер больничного	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле
КОД ОТПУСКА	HOLIDAY_CODE	Код вида отпуска	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле
ДАТА НАЧАЛА	DATE_STARTED_HOLIDAY	Дата начала отпуска	Дата		Поле
ДАТА ОКОНЧАНИЯ	DATE_CLOSED_HOLIDAY	Дата окончания отпуска	Дата		Поле
КОЛИЧЕСТВО ДНЕЙ	AMOUNT_DAYS_HOLIDAY	Количество дней отпуска	Числовой		Поле

Таблица 12. Атрибуты сущности «Виды отпуска» (KIND_HOLIDAY)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
КОД ОТПУСКА	HOLIDAY_CODE	Код вида отпуска	Числовой	ключевое	Поле
ВИД ОТПУСКА	KIND_HOLIDAY	Наименование вида отпуска	Текстовой		

Таблица 13. Атрибуты сущности «Больничный» (HOSPITAL)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
КОД БОЛЬНИЧНОГО	HOSPITAL_CODE	Серия и номер больничного листа	Числовой	ключевое	Поле
КОЛИЧЕСТВО ДНЕЙ	AMOUNT_DAYS	Количество дней освобождения от работы	Числовой		Поле
ДАТА ВЫДАЧИ	DATE_HOSPITAL	Дата выдачи больничного листа	Дата/Время		Поле
ТАБЕЛЬНЫЙ НОМЕР	OFFICER_CODE	Табельный номер сотрудника	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле

Таблица 14. Атрибуты сущности «Приказ» (PRIKAZ)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
КОД ВИДА ПРИКАЗА	PRIKAZ_CODE	Код вида приказа	Числовой	Внешний ключ, FK	Поле
ДАТА ПРИКАЗА	DATE_PRIKAZ	Дата составления приказа	Дата		Поле
НОМЕР ПРИКАЗА	PRIKAZ_NUMBER	Номер приказа	Числовой	Ключевое	Поле

Таблица 15. Атрибуты сущности «Вид приказа» (VIEW_PRIKAZ)

Название на логическом уровне	Название на физическом уровне	Описание	Тип данных	Тип поля	Вид объекта
КОД ВИДА ПРИКАЗА	PRIKAZ_CODE	Код вида приказа	Числовой	Ключевое	Поле
ВИД ПРИКАЗА	NAME_ORDER	Наименование приказа	Текстовой		Поле

книжек); график отпусков; командировки (оформление и учёт командировок); табельный учёт; повышение квалификации; воинский учёт и др. Приведенный пример базы данных «Кадры», легко дополняется при необходимости разработки профессиональной базы данных.

Логический уровень представления модели данных — это уровень абстрактного, понятийного отображения информационных массивов, при котором подчёркивается предметная сторона рассматриваемой реальности. При высокоуровневом проектировании баз данных используется ER-модель. С её помощью можно выделить ключевые сущности и обозначить связи, которые могут устанавливаться между этими сущностями, модель представляется в виде диаграммы. На рис.3 отображена логическая модель данных описываемой системы. Линии между ними определяют наличие связей, а значки на концах — вид связи (рис.4).

Концепция зависимых и независимых сущностей усиливается типом взаимосвязей между двумя сущностями.

Если необходимо, чтобы внешний ключ передавался в дочернюю сущность (и, в результате, создавал зависимую сущность), то можете создать идентифицирующую связь между родительской и дочерней сущностью. Идентифицирующие взаимосвязи обозначаются сплошной линией между сущностями.

Неидентифицирующие связи, являющиеся уникальными, также связывают родительскую сущность с дочерней. Неидентифицирующие связи используются для отображения другого типа передачи атрибутов внешних ключей — передача в область данных дочерней сущности (под линией). Неидентифицирующие связи отображаются пунктирной линией между объектами. Так как переданные ключи в неидентифицирующей связи не являются составной частью первичного ключа дочерней сущности, то этот вид связи не проявляется ни в одной идентифицирующей зависимости.

Последний этап моделирования базы данных — переход к физическому уровню модели, на котором модель также представлена в виде диаграммы (рис.5).

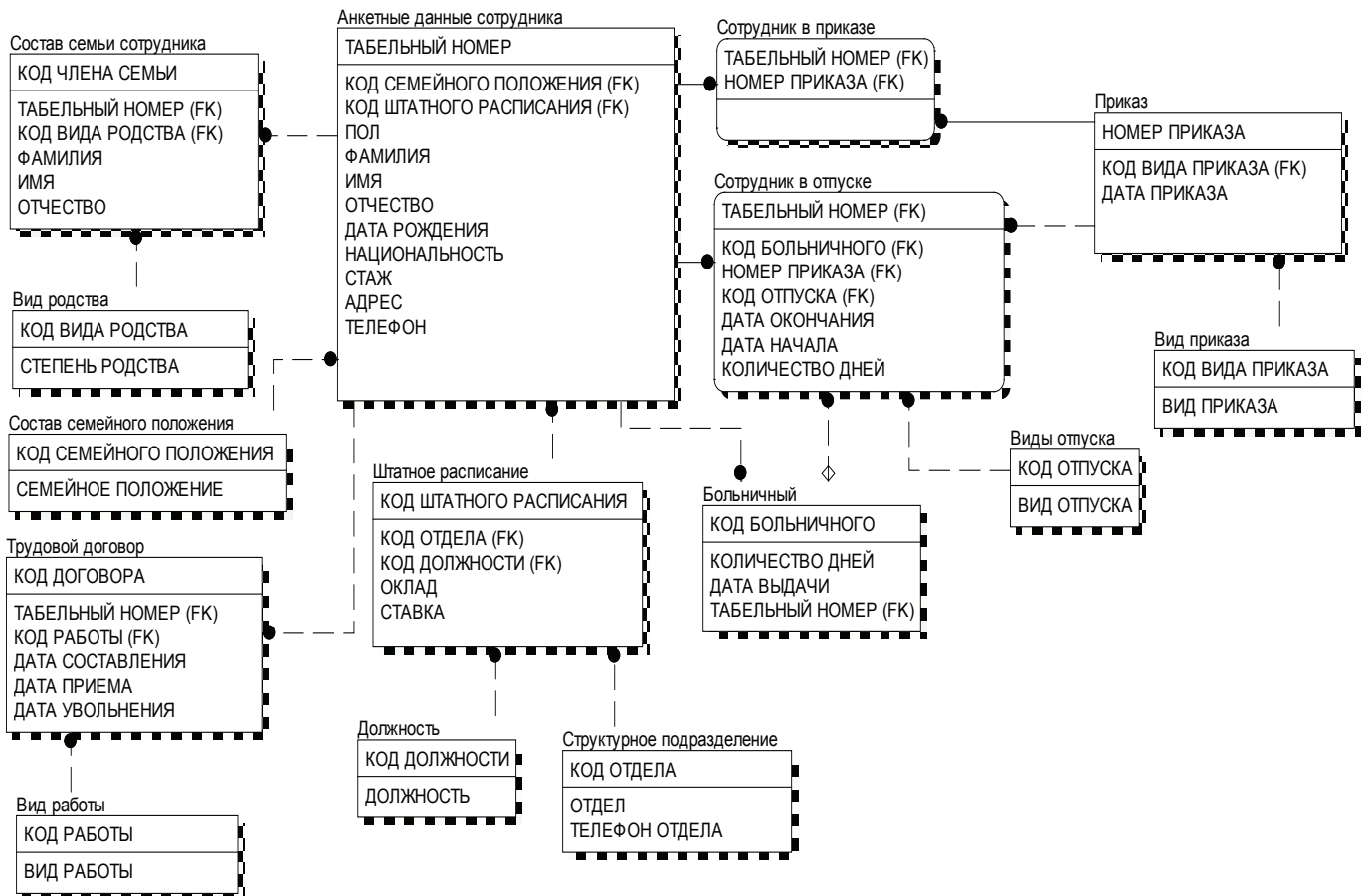


Рис. 3. Логическая модель



Рис. 4. Виды связей

Основной целью процесса проектирования является генерация физической схемы базы данных отдела кадров. Полученный SQL-скрипт:

```
CREATE TABLE DETAILS_WORKER (
    MAR_STATUS_CODE INTEGER NOT NULL,
    OFFICER_CODE INTEGER NOT NULL,
    MANNING_TABLE_CODE INTEGER NOT NULL,
    SEX VARCHAR(20),
    SURNAME VARCHAR(20),
    NAME VARCHAR(20),
    PATRON VARCHAR(20),
    BIRTH_DATE DATE,
    NATIONALITY VARCHAR(20),
    EXPERIENCE INTEGER,
    ADDRESS VARCHAR(20),
    TELEPHONE INTEGER
);
```

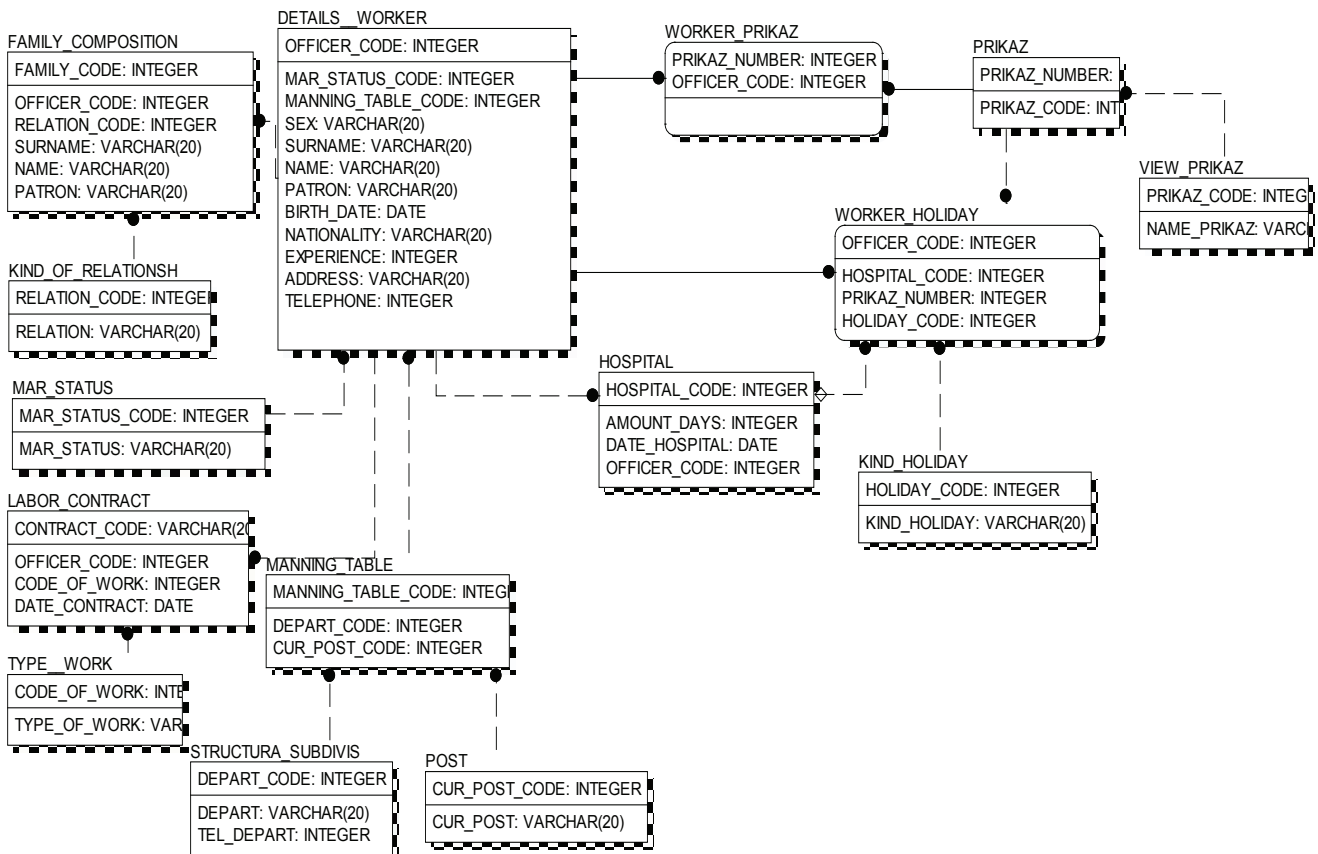


Рис. 5. Физическая модель

```
ALTER TABLE DETAILS_WORKER
  ADD PRIMARY KEY (OFFICER_CODE);

CREATE TABLE FAMILY_COMPOSITION (
  OFFICER_CODE    INTEGER NOT NULL,
  FAMILY_CODE     INTEGER NOT NULL,
  RELATION_CODE   INTEGER NOT NULL,
  SURNAME         VARCHAR(20),
  NAME            VARCHAR(20),
  PATRON          VARCHAR(20)
);

ALTER TABLE FAMILY_COMPOSITION
  ADD PRIMARY KEY (FAMILY_CODE);

CREATE TABLE HOSPITAL (
  AMOUNT_DAYS     INTEGER,
  HOSPITAL_CODE   INTEGER NOT NULL,
  DATE_HOSPITAL   DATE,
  OFFICER_CODE    INTEGER NOT NULL
);

ALTER TABLE HOSPITAL
  ADD PRIMARY KEY (HOSPITAL_CODE);

CREATE TABLE KIND_HOLIDAY (
  KIND_HOLIDAY    VARCHAR(20),
  HOLIDAY_CODE    INTEGER NOT NULL
);

ALTER TABLE KIND_HOLIDAY
  ADD PRIMARY KEY (HOLIDAY_CODE);

CREATE TABLE KIND_OF_RELATIONSH(
  RELATION        VARCHAR(20),
  RELATION_CODE   INTEGER NOT NULL
);

ALTER TABLE KIND_OF_RELATIONSH
  ADD PRIMARY KEY (RELATION_CODE);

CREATE TABLE LABOR_CONTRACT (
  OFFICER_CODE    INTEGER NOT NULL,
  CONTRACT_CODE   VARCHAR(20) NOT NULL,
  CODE_OF_WORK    INTEGER NOT NULL,
  DATE_CONTRACT   DATE,
  DATE_APPOINTMENT DATE,
  TERMINATION_DATE DATE
);

ALTER TABLE LABOR_CONTRACT
  ADD PRIMARY KEY (CONTRACT_CODE);

CREATE TABLE MANNING_TABLE (
  DEPART_CODE     INTEGER NOT NULL,
  MANNING_TABLE_CODE INTEGER NOT NULL,
  CUR_POST_CODE   INTEGER NOT NULL,
  SALARY          INTEGER,
  RATE            INTEGER
);
```

```
ALTER TABLE MANNING_TABLE
  ADD PRIMARY KEY (MANNING_TABLE_CODE);
```

```
CREATE TABLE MAR_STATUS (
  MAR_STATUS      VARCHAR(20),
  MAR_STATUS_CODE INTEGER NOT NULL
);
```

```
ALTER TABLE MAR_STATUS
  ADD PRIMARY KEY (MAR_STATUS_CODE);
```

```
CREATE TABLE POST (
  CUR_POST      VARCHAR(20),
  CUR_POST_CODE INTEGER NOT NULL
);
```

```
ALTER TABLE POST
  ADD PRIMARY KEY (CUR_POST_CODE);
```

```
CREATE TABLE PRIKAZ (
  PRIKAZ_CODE    INTEGER NOT NULL,
  PRIKAZ_NUMBER  INTEGER NOT NULL,
  DATE_PRIKAZ    DATE
);
```

```
ALTER TABLE PRIKAZ
  ADD PRIMARY KEY (PRIKAZ_NUMBER);
```

```
CREATE TABLE STRUCTURA_SUBDIVIS (
  DEPART      VARCHAR(20),
  DEPART_CODE INTEGER NOT NULL,
  TEL_DEPART  INTEGER
);
```

```
ALTER TABLE STRUCTURA_SUBDIVIS
  ADD PRIMARY KEY (DEPART_CODE);
```

```
CREATE TABLE TYPE_WORK (
  TYPE_OF_WORK  VARCHAR(20) NOT NULL,
  CODE_OF_WORK  INTEGER NOT NULL
);
```

```
ALTER TABLE TYPE_WORK
  ADD PRIMARY KEY (CODE_OF_WORK);
```

```
CREATE TABLE VIEW_PRIKAZ (
  NAME_PRIKAZ   VARCHAR(20),
  PRIKAZ_CODE   INTEGER NOT NULL
);
```

```
ALTER TABLE VIEW_PRIKAZ
  ADD PRIMARY KEY (PRIKAZ_CODE);
```

```
CREATE TABLE WORKER_HOLIDAY (
  HOSPITAL_CODE INTEGER,
  OFFICER_CODE  INTEGER NOT NULL,
  PRIKAZ_NUMBER INTEGER NOT NULL,
```

```
PRIKAZ_NUMBER    INTEGER NOT NULL,
HOLIDAY_CODE     INTEGER NOT NULL,
DATE_CLOSED_HOLIDA DATE,
DATE_STARTED__HOLI DATE,
AMOUNT_DAYS_HOLIDA INTEGER
);

ALTER TABLE WORKER_HOLIDAY
  ADD PRIMARY KEY (OFFICER_CODE);
CREATE TABLE WORKER_PRIKAZ (
  PRIKAZ_NUMBER    INTEGER NOT NULL,
  OFFICER_CODE     INTEGER NOT NULL
);
ALTER TABLE WORKER_PRIKAZ
  ADD PRIMARY KEY (PRIKAZ_NUMBER, OFFICER_CODE);
ALTER TABLE DETAILS__WORKER
  ADD FOREIGN KEY (MANNING_TABLE_CODE)
    REFERENCES MANNING_TABLE;
ALTER TABLE DETAILS__WORKER
  ADD FOREIGN KEY (MAR_STATUS_CODE)
    REFERENCES MAR_STATUS;
ALTER TABLE FAMILY_COMPOSITION
  ADD FOREIGN KEY (OFFICER_CODE)
    REFERENCES DETAILS__WORKER;
ALTER TABLE FAMILY_COMPOSITION
  ADD FOREIGN KEY (RELATION_CODE)
    REFERENCES KIND_OF_RELATIONSH;
ALTER TABLE HOSPITAL
  ADD FOREIGN KEY (OFFICER_CODE)
    REFERENCES DETAILS__WORKER;
ALTER TABLE LABOR_CONTRACT
  ADD FOREIGN KEY (CODE_OF_WORK)
    REFERENCES TYPE__WORK;
ALTER TABLE LABOR_CONTRACT
  ADD FOREIGN KEY (OFFICER_CODE)
    REFERENCES DETAILS__WORKER;
ALTER TABLE MANNING_TABLE
  ADD FOREIGN KEY (DEPART_CODE)
    REFERENCES STRUCTURA_SUBDIVIS;
ALTER TABLE MANNING_TABLE
  ADD FOREIGN KEY (CUR_POST_CODE)
    REFERENCES POST;
ALTER TABLE PRIKAZ
  ADD FOREIGN KEY (PRIKAZ_CODE)
    REFERENCES VIEW_PRIKAZ;
ALTER TABLE WORKER_HOLIDAY
  ADD FOREIGN KEY (HOLIDAY_CODE)
    REFERENCES KIND_HOLIDAY;
ALTER TABLE WORKER_HOLIDAY
  ADD FOREIGN KEY (HOSPITAL_CODE)
    REFERENCES HOSPITAL;
ALTER TABLE WORKER_HOLIDAY
  ADD FOREIGN KEY (OFFICER_CODE)
    REFERENCES DETAILS__WORKER;
ALTER TABLE WORKER_HOLIDAY
  ADD FOREIGN KEY (PRIKAZ_NUMBER)
    REFERENCES PRIKAZ;
ALTER TABLE WORKER_PRIKAZ
```



```
ADD FOREIGN KEY (OFFICER_CODE)
REFERENCES DETAILS__WORKER;
ALTER TABLE WORKER_PRIKAZ
ADD FOREIGN KEY (PRIKAZ_NUMBER)
REFERENCES PRIKAZ;
```

Для каждой таблицы, входящей в модель, генерируются запросы, заданные в опциях объекта Table. В данном случае это:

```
CREATE TABLE — создание таблицы;
ALTER TABLE... ADD PRIMARY KEY — добавление
первичного ключа;
ALTER TABLE... ADD FOREIGN KEY — добавление
внешнего ключа.
```

После генерации SQL-скрипта переходим к созданию базы данных Interbase (IB Expert) и заполнению таблиц данными.

1. Создаём и регистрируем пустую базу данных, путь имя файла базы данных — **C\КАДРЫ.gdb**

2. При помощи буфера обмена копируем сгенерированный SQL-скрипт из окна просмотра генератора схем ERwin в окно редактора скриптов IB Expert, запускаем скрипт, чтобы создать объекты базы данных (таблицы, первичные и внешние ключи). Скрипт выполнялся успешно, создано 15 таблиц:

- **FAMILY_COMPOSITION** (Состав семьи сотрудника)
- **KIND_OF_RELATIONSHIP** (Вид родства)
- **MAR_STATUS** (Семейное положение)
- **LABOR_CONTRACT** (Трудовой договор)
- **TYPE_WORK** (Вид работы)
- **DETAILS_WORKER** (Анкетные данные сотрудника)
- **MANNING_TABLE** (Штатное расписание)
- **STRUCTURA_SUBDIVISION** (Структурное подразделение)
- **POST** (Должность)
- **WORKER_PRIKAZ** (Сотрудник в приказе)

Литература:

1. ВРwin и Егwin. CASE-средства для разработки информационных систем: Сергей Маклаков [Электронный ресурс] — [URL: http://programming-lang.com/ru/comp_db/maklakov/0/j92.html] (дата обращения 12.05.2016).
2. Информационное обеспечение систем управления. Построение запросов при работе с базой данных: учебное пособие/И. А. Шмидт. — Пермь, Изд-во Пермского государственного технического университета, 2008—59 с.

- **WORKER_HOLIDAY** (Сотрудник в отпуске)
- **KIND_HOLIDAY** (Виды отпуска)
- **HOSPITAL** (Больничный)
- **VIEW_PRIKAZ** (Вид приказа)
- **PRIKAZ** (Приказ)

3. Заполняем созданные таблицы данными.

База данных «Кадры» предназначена для учёта личного состава, что необходимо на любом, даже на самом маленьком предприятии, она дает возможность облегчить работу отдела кадров и применять различные запросы для поиска необходимых сведений о сотрудниках.

Для создания базы данных мы определили и описали самые основные сущности, атрибуты, задали первичные ключи, построили связи между ними, описав логическую и физическую модель, сгенерировали скрипт, создали и зарегистрировали базу данных, заполнив все созданные таблицы, спроектировали запросы.

База данных «Кадры» предназначена для учёта личного состава, что необходимо на любом, даже на самом маленьком предприятии, она дает возможность облегчить работу отдела кадров и применять различные запросы для поиска необходимых сведений о сотрудниках. Для создания базы данных мы определили и описали самые основные сущности, атрибуты, задали первичные ключи, построили связи между ними, описав логическую и физическую модель, сгенерировали скрипт, создали и зарегистрировали базу данных. Результатом стало разработанное приложение баз данных, позволяющее автоматизировать операции учета и процессы составления отчётных документов в отделе кадров.

Некоторые особенности поэтапного алгоритма программы для проверки дипломных работ на нормоконтроль

Самойлова Ирина Алексеевна, магистр, старший преподаватель
Карагандинский государственный университет имени Е. А. Букетова

Система программирования Visual Basic for Applications позволила автоматизировать процесс проверки

дипломных работ на соответствие требований, предъявляемых к оформлению выпускных работ студентов Кара-

гандинского государственного университета имени академика Е. А. Букетова [1]. Программа «Нормоконтроль» запускается при помощи макроса Start, сохраненного в документе Нормоконтроль.doc, то есть его можно вызывать лишь из этого документа.

Приложение «Нормоконтроль» обеспечивает выполнение следующих функций: проверка документа Word; занесение сведений в журнал Нормоконтроль (указывается путь к файлу, дата и время проверки, количество ошибок); получение файла с подробным описанием ошибок; получение файла «Нормоконтроль» с проставленными отметками на соответствие (+/-).

Сложность реализации данной работы заключается в том, что предъявляемые требования основываются на чисто визуальных показателях, не учитывая ни среду набора документа, ни ее программную структуру. Разработка программы, универсальной для всех операционных систем и видов текстовых редакторов, является чрезвычайно сложной задачей, поэтому разработанная программа проверяет только документы, созданные в среде MS Word под Windows [2].

Особенности поэтапного алгоритма работы программы.

Перед началом собственно проверки требований, был разработан алгоритм сохранения результатов каждой проверки. Проверять одно из требований и тут же выводить результат куда-либо не очень хорошая идея. Поэтому необходимо формирование минимум трех документов, в которых нужно вывести результат проверки: журнал Нормоконтроль, файл с описанием ошибок для студента, файл «Нормоконтроль» с проставленными отметками.

Занесение результатов параллельно в несколько документов требует их одновременного открытия, постоянного переключения и позиционирования в них. Это, конечно, усложняет программу и снижает как скорость работы, так и читаемость ее кода.

Для упрощения и читаемости программы разработан механизм параллельного логирования результатов проверки. Кроме того, нужно учесть тот факт, что сами требования могут со временем меняться. Так как количество требований не очень велико, то они легко организируются при помощи именованных констант, сведенных в один модуль. Небольшое количество требований и также тот факт, что интерес представляет лишь отклонение от них, позволяют обойтись без подключения специальных баз данных.

Для хранения ошибочных результатов просто создан глобальный двумерный массив и принято как предположение следующее: наличие огромного числа ошибок в документе связано с повторяемостью одинаковых ошибок. То есть каждая ошибка в отдельности уже не интересна, поэтому при нахождении 100 первых ошибок, проверка документа прекращается, формируется список первых ошибок, а работа студента должна быть исправлена до повторной проверки.

В программе предусмотрено, что проверки могут быть не статичными и меняться со временем. Поэтому все критерии проверок вынесены в отдельный блок констант — модуль Constants. Здесь собраны все требования и глобальные настройки программы в виде констант или глобальных переменных. И при необходимости большинство критериев проверок можно быстро перенастроить, не изменяя кода программы.

Все проверки требований к документу собраны в процедуре CheckStandards. Из нее последовательно вызываются процедуры, отвечающие за проверку отдельных требований. В первую очередь проверяется требование к нумерации в документе. Оно заключается в следующем: обложка, титульный лист и задание на дипломную работу не нумеруются, но включаются в общую нумерацию страниц; содержание и первый лист введения не нумеруются, но также входят в общую нумерацию страниц; нумерация страниц начинается со второго листа введения с номера 7 и далее по тексту.

Сложность проверки состоит в том, что требования к нумерации дипломной работы не привязаны к стандартным алгоритмам MS Word. Самый простой способ реализации, визуально отвечающий требованию, — это разбивка документа на две секции (раздела). Более сложные варианты с разбивкой на большее количество секции нумерации, а также вариант с набором номеров страниц вручную, программа не рассматривает. В результате проверяющему, необходимо визуально убедиться, что найденная программой ошибка нумерации действительно существует.

Большинство проверок связаны с оглавлением дипломной работы. На основании оглавления определяется количество глав, их размер, а также размеры основных частей документа. Основная проблема работы с оглавлением заключается в способах его построения. При ручном и автоматическом создании оглавления получается различный программный объект. И если автоматическое оглавление гарантирует как минимум наличие раздела в тексте, описанного в оглавлении и совпадение наименований, то для ручного оглавления вынуждены искать раздел по совпадению наименования. На основе обязательных наименований, таких как «Введение», «Список использованной литературы», «Приложения», оценивается как наличие самого содержания, так и объем работы и алгоритм проверок. Для каждого пункта оглавления ищется соответствующая глава в документе. Совпадение пункта оглавления и наименование раздела должно быть полным. Также проверяется наличие точки в конце наименования части. На основании начала текущего раздела и начала следующего за ним нового раздела вычисляется объем главы. Для каждого раздела также проверяется, что он начинается с новой страницы и после наименования пропущены две строки. Здесь же проверяется наличие в работе приложений и соответствие нормам количества основных глав. Все возможные отклонения от норм логируются как ошибки.

Процедура CheckMarginsDoc () выполняет проверку всех отступов (полей) на страницах в документе согласно заданным условиям. Ошибки по каждому полю сохраняются и выводятся отдельно.

Размер и название шрифта, а также отступ первой строки проверяется по всему документу циклом по всем параграфам в процедуре CheckParagraph (). Из этого цикла исключена проверка приложений, так как шрифт приложений может отличаться от Times New Roman. Проверка по параграфам позволяет не просто обнару-

жить отклонение от требований, но и указать место (или множество) такой ошибки. Кроме того, проверка по параграфам позволяет избежать ошибки приложения MS Word, когда при выделении всего текста приложение не всегда верно определяет наименование и размер шрифта в пустых строках.

Так как программа написана в виде отдельных процедур, то порядок проверки норм (требований) достаточно быстро можно изменить, исключить какие-то нормы из проверки или дополнить новыми блоками проверок.

Литература:

1. Методические указания по выполнению дипломной работы (проекта) / Сост. С.Т. Каргин, С.В. Гаголина, С.А. Смаилова, К.Ж. Садвокасова, Н.К. Сыздыкова. — Караганда Изд-во КарГУ, 2009. — 25 с.
2. Самойлова, И.А. Сложность реализации автоматизированной проверки дипломных работ на соответствие техническим нормам // Молодой ученый. — 2016. — № 15. — с. 149–152.

Построение обобщенной модели контроля доступа на основе матрицы контроля доступа, ролевой и атрибутной моделей

Чхаус Евгений Александрович, аспирант, преподаватель
Российский новый университет

Доступ к информации и ее контроль является важнейшей задачей в области информационной безопасности в распределенных компьютерных системах. Существует несколько моделей контроля доступа, принципиальное различие которых проявляется в подходах к реализации механизмов безопасности.

В данной статье предпринимается попытка разработать обобщенную модель контроля доступа на основе таких подходов, как:

- матрица контроля доступа (ACM, Access Control Matrix);
- ролевая модель (Attribute-Based Access Control);
- атрибутная модель (Attribute-Based Access Control).

Для каждой из указанных моделей представлен математический аппарат и графическое представление, выполнен анализ особенностей их реализации для управления доступом в распределенных системах, указаны достоинства и недостатки. В реальных системах при условии, что модели контроля доступом не противоречат друг другу, возможно комбинирование моделей. С учетом данной возможности в работе предложена обобщенная модель, которая разработана на основе комбинирования свойств и характеристик классических моделей с целью оптимизации и повышения уровня безопасности систем контроля доступа.

Указанная цель реализуется с учетом требований к обеспечению безопасности распределенных систем и предотвращения несанкционированных действий, которые могут нанести вред системе.

Ключевые слова: модель контроля доступа, механизм безопасности, права доступа

The construction of a generalized model access control based on the matrix of access control, role-based and attribute-based models

Chaus Evgeny, post graduate student
Russian New University

Access to information and its control is an important task in the field of information security in distributed computer systems. There are several models of access control, a fundamental difference which manifests itself in approaches to the implementation of security mechanisms.

This article attempts to develop a generalized model of access control based on such approaches as:

- control matrix (ACM Access Control Matrix);
- role model (Attribute-Based Access Control);
- attribute model, Attribute-Based Access Control).

For each of these models presents the mathematical tools and graphical representation made the analysis of features of their implementation for access control in distributed systems and discusses the advantages and disadvantages. In real systems, provided that the models of access control do not contradict each other, it is possible to combine models. Given this work a generalized model, which is developed on the basis of combinations of properties and characteristics of classic models to optimize and increase security of access control systems.

This goal is implemented taking into account requirements for security distributed systems and prevent unauthorized actions that could harm the system.

Keywords: model of access control, security mechanism, the access rights

При использовании нескольких подходов, ряд методов и средств реализации информационной безопасности дублируются моделями разграничения доступа. Дублирование в данном случае является негативным фактором, увеличивая нагрузку на вычислительные мощности информационной системы и увеличивая задержку на выдачу прав доступа субъекту.

В качестве одних из наиболее распространенных моделей управления доступом в распределенных системах следует выделить:

- модель на основе матрицы контроля доступа (ACM, Access Control Matrix);
- ролевую модель (Attribute-Based Access Control);
- атрибутную модель (Attribute-Based Access Control).

Согласно модели на основе матрицы контроля доступа для каждого файла в системе хранится набор правил (субъект-объект-привилегия). В частности, контроль доступа к файлам в операционных системах реализован таким образом, что каждый файл обладает атрибутами, описывающими разрешенные действия для разных типов пользователей [1].

Матрица контроля доступа представляет собой структуру, содержащую данные о парах субъект-объект. При этом столбцы соответствуют объектам, а строки — субъектам. На пересечении строк и столбцов указаны привилегии в паре субъект-объект.

Для матрицы доступа математическая модель может быть представлена следующим образом [1]:

$$\begin{array}{cccc}
 \varepsilon & o_0 & o_1 & \dots & o_j \\
 s_0 & p_{00} & p_{01} & \dots & p_{0j} \\
 s_1 & p_{10} & p_{11} & \dots & p_{1j} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 s_i & p_{i0} & p_{i1} & \dots & p_{ij}
 \end{array} \quad (1)$$

$$\begin{array}{l}
 M = M[s_i, o_j] \subset P \\
 M \subset P
 \end{array} \quad (2)$$

где M — матрица доступа

$S = \{s_0 \dots s_{i-1}\}$ — конечное множество субъектов;

$O = \{o_0 \dots o_{i-1}\}$ — конечное множество объектов;

$P = \{p_0 \dots p_{i-1}\}$ — конечное множество привилегий.

На основе матрицы управления доступом возможна максимальная детализация прав субъекта доступа по выполнению разрешенных операций над объектами доступа. Кроме того, данный подход нагляден и легко реализуем. Основным же недостатком матрицы контроля доступа в реальных системах является ее большая размерность, которая определяется значительным количеством субъектов и объектов, что затрудняет ее поддержку в адекватном состоянии.

Ролевая модель основана на создании ролей, которые отражают функциональные возможности субъекта. То есть для каждого субъекта существует пара объект-привилегия или привилегии, которые, в свою очередь, зависят от роли субъекта (рис. 1) [3].

Из выше сказанных утверждений следует:

$$\begin{array}{l}
 S = R \times P \\
 p_m \subseteq O
 \end{array} \quad (3)$$

где $S = \{s_0 \dots s_{i-1}\}$ — конечное множество субъектов;

$O = \{o_0 \dots o_{i-1}\}$ — конечное множество объектов;

$P = \{p_0 \dots p_{i-1}\}$ — конечное множество привилегий;

$R = \{r_0 \dots r_{i-1}\}$ — конечное множество ролей.

В качестве основных достоинств ролевой модели следует выделить:

- простота администрирования;
- возможность построения иерархии ролей;
- реализация принципа наименьшей привилегии;
- разделение ролей.

Атрибутная модель основана на взаимодействии пары объект — субъект через определенные атрибуты, предоставленные политикой безопасности. Фактически, как субъект, так и объект имеют конечное множество атрибутов, характеризующих их индивидуально. Данный подход позволяет создавать правила с динамическими

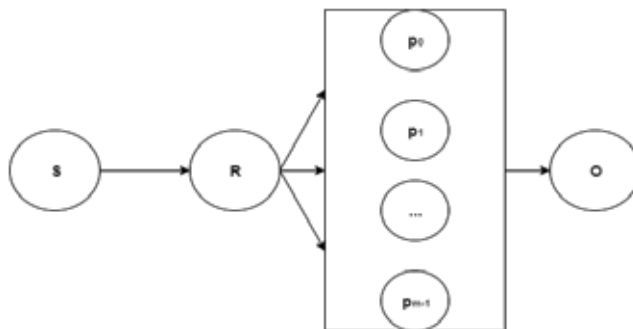


Рис. 1. Ролевая модель контроля доступа

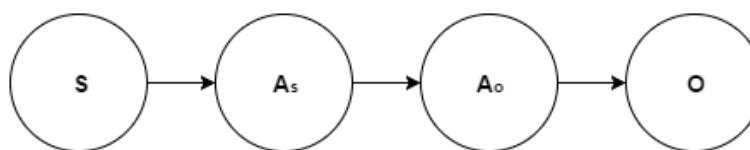


Рис. 2. Атрибутная модель контроля доступа

параметрами, которые невозможно в ролевой модели. Схематично атрибутная модель показана на рисунке 2 [2].

Исходя из указанных особенностей, математически атрибутная модель может быть представлена следующим образом [2]:

$$\begin{aligned}
 S &\xrightarrow{\varphi} A_s \\
 A_0 &\xrightarrow{\varphi} O \\
 A &= A_s \Delta A_0
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

где $S = \{s_0 \dots s_{i-1}\}$ — конечное множество субъектов;
 $O = \{o_0 \dots o_{i-1}\}$ — конечное множество объектов;
 $A_s = \{as_0 \dots as_{n-1}\}$ — конечное множество атрибутов субъекта;
 $A_0 = \{ao_0 \dots ao_{m-1}\}$ — конечное множество атрибутов объекта.

Для атрибутной модели управления доступом характерна высокая степень динамичность и гибкость, что позволяет использовать более сложные правила контроля. В то же время следует отметить, что в реальных системах использование только лишь правил атрибутной модели значительно усложняет поддержку и управление системы. Поэтому, чаще всего, гибкость атрибутной модели используют для расширения возможностей ролевой модели доступа.

На основе анализа указанных моделей контроля доступа автором предлагается использование обобщенной модели, основу которой составляет отношение объект-субъект.

Любая модель доступа подразумевает диалог с выполнением определенной операции (чтение, редактирование, удаление и т.д.). В предыдущих моделях диалог осуществлялся при помощи привилегий, ролей и атрибутов. Фактически диалог можно рассматривать как множество всех возможных вариантов взаимодействия между объектом и субъектом. Данное суждение позволяет представить обобщенную модель следующим образом:

$$\begin{aligned}
 P &\subset D \\
 R &\subset D \\
 A &\subset D \\
 D &= P \cup R \cup A \\
 M &= O \xrightarrow{\varphi} D \xrightarrow{\varphi} S
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

где M — обобщенная модель безопасности;
 $O = \{o_0 \dots o_{i-1}\}$ — конечное множество объектов
 $D = \{d_0 \dots d_{n-1}\}$ — конечное множество вариантов диалога
 $S = \{s_0 \dots s_{i-1}\}$ — конечное множество субъектов.

Реализация предложенной обобщенной модели контроля доступа позволит оптимизировать процесс управления на основе достоинств указанных классических моделей и повысит уровень безопасности системы.

Литература:

1. Амелин, Р. В. Информационная безопасность [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.telecomlaw.ru/studyguides/ib\(amelin\).pdf](http://www.telecomlaw.ru/studyguides/ib(amelin).pdf)
2. Майоров, А. В. Улучшенная ролевая модель управления доступом к объектам. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.interface.ru/iarticle/files/1696_1.pdf

3. Медведев, Н. В., Гришин Г. А. Модели управления доступом в распределенных информационных системах // Электронный журнал «Наука и образование». — 2011. — № 1. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/>.

Исследование влияния роли сотрудника компании при внедрении CRM-системы

Широкова Алена Сергеевна, студент;
Маслова Анастасия Владимировна, студент
Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта

Усовершенствование информационных систем происходит непрерывно и с каждым днем набирает все большие обороты. Однако даже самые современные системы не способны функционировать без участия персонала организации, поэтому крайне важно понять психологию сотрудников для успешного внедрения и использования системы.

CRM (Customer Relationship Management — Управление взаимоотношениями с клиентами) — это определенная модель ведения бизнеса, при которой смыслом деятельности компании является удовлетворение потребностей клиента. Данный подход называется клиентоориентированным. То есть, в основе стратегии CRM располагается принцип создания в компании механизма взаимодействия с клиентами, наделяющего потребности клиента наивысшим приоритетом. Клиентоориентированность затрагивает не только общую стратегию ведения бизнеса в компании, но и корпоративную культуру, бизнес-процессы, операции.

С технологической стороны, CRM является совокупностью приложений, связанных общей логикой. Специальное программное обеспечение позволяет осуществлять автоматизацию соответствующих бизнес-процессов в маркетинге, продажах и обслуживании. Как результат, компания может обратиться к нужному заказчику в подходящий момент времени, с максимально эффективным предложением и по наиболее удобному для заказчика каналу взаимодействия.

На практике CRM позволяет грамотно организовать совместную работу различных отделов. Кроме того, CRM помогает исправить ситуацию, когда отделы маркетинга, продаж и сервиса действуют несогласованно.

Повышение уровня работы с существующими клиентами прямо пропорционально влияет на их лояльность, а значит, на развитие и прибыльность бизнеса. С финансовой точки зрения, лояльность приводит к следующим результатам:

- Клиент становится менее чувствительным к повышению цены.
- Компания может предлагать ряд сопутствующих товаров или услуг существующему клиенту, тем самым повышая оборот компании.
- Вероятность получения заказа от существующего клиента выше, так как у клиента сформировалось доверие в ходе поставки продукции или предоставлении услуг.

На первоначальной стадии внедрения CRM-системы, поддержка персонала необходима, так как от этого в большой степени зависит выживаемость проекта. Поэтому так важно сформировать правильное восприятие работников к изменениям.

Процесс восприятия внедрения CRM в компании очень неоднороден, но опытным путем выявлен определенный макет поведения сотрудников. Поскольку организационные изменения требуют времени на реализацию, то и отношение сотрудников меняется по мере преодоления различных этапов внедрения. Обычно все начинается с “неинформированного оптимизма” после получения первичной информации о грядущих изменениях, здесь информация может быть неполной или недостоверной, но она получена. По мере роста информированности, пессимизм кадров обычно нарастает, персонал уже осознает грядущие изменения, некоторые из работников начинают сопротивляться, но при грамотной стратегии руководства, стадия сопротивления перерастает в доверие новой системе и оптимизм начинает расти. Вскоре они входят в стадию “стабильной работы”.

Можно выделить два основных класса причин, вызывающих у пользователя негативное отношение к CRM-системе. Первым из них является инстинктивная боязнь изменений.

Подсознательно изменения, последствия которых мы не можем предугадать, воспринимаются как угроза ухудшения текущего положения дел. Это стандартная защитная реакция человеческого сознания. В большей степени такую реакцию вызывает недостаток знаний или недостоверная информация о целях внедрения CRM системы.

Чтобы снизить уровень негатива по отношению к системе, необходимо выслушивать и учитывать опасения и страхи сотрудников. Данный вид коммуникации дает возможность не только снизить сопротивление, но и обнаружить скрытые риски проекта, которые, чаще всего, возможно выявить на этапе эксплуатации CRM системы, когда их устранение обходится максимально дорого.

В качестве второго класса причин можно выделить нежелание повысить прозрачность работы. Данная причина является наиболее опасной при внедрении CRM. В первую очередь, в организации создается единая база

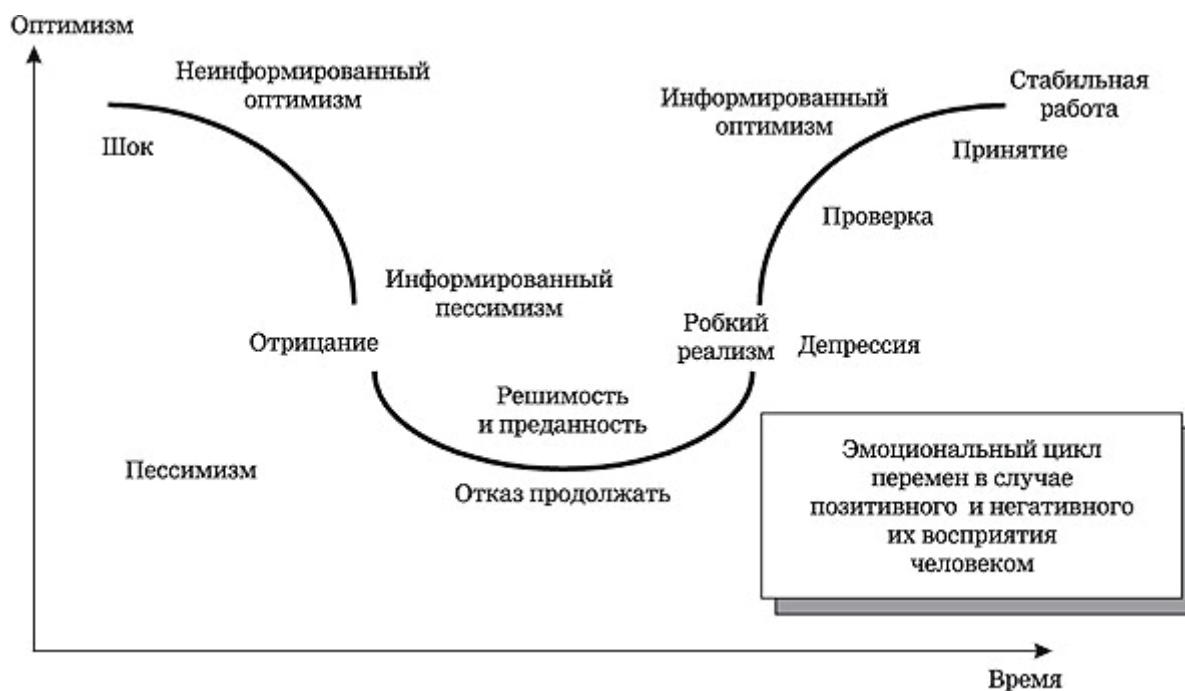


Рис. 1. Стадии восприятия изменений сотрудником

данных с информацией о контактных лицах и их реквизитах, об истории контактов, о планах работы, об оценке потенциальных продаж и перспективе удачного завершения сделок. Помимо этого, CRM будет контролировать корректность введенных данных, их качество и количество.

Можно прийти к выводу, что наличие систематизированной информации о клиентах позволяет минимизировать риски потери данных при увольнении менеджеров, а также сравнивать результаты работы сотрудников, таким образом выявляя звенья, снижающие эффективность работы компании.

Сотрудник, осознавая, что его деятельность становится более прозрачной, старается различными способами сопротивляться изменениям.

Можно выделить две основные причины, по которым сотрудники пытаются сделать свою работу максимально непрозрачной для коллег и руководства:

Во-первых, это «незаменимость» сотрудника.

При использовании CRM-систем незаменимых сотрудников больше нет, так как все данные о клиентах и заключенных с ними сделках остаются в системе, а не в личном владении менеджера или другого сотрудника.

На рынке труда исполнители из сфер маркетинга, продаж и обслуживания, имеющие свою наработанную базу клиентов, имеют более высокую ценность, поэтому стремятся минимально публиковать клиентские данные. Очевидно, что CRM система начинает казаться серьезной угрозой.

Во-вторых, «видимость работы».

В большинстве крупных компаний найдется пара-тройка сотрудников, которые бесконечно заняты подготовкой «перспективных» проектов, все время перегружены работой, создают суету и аврал, постоянно

привлекают внимание руководителей, чтобы выделить важность своей работы для компании.

Очевидно, что сотрудник, который нашел себе удобное место, ни при каких условиях не захочет документировать свою работу, чтобы была возможность честно оценить причины неудачного завершения сделки. Поэтому сотрудник будет прилагать максимальные усилия, дабы CRM система не была внедрена.

«Незаменимость», и «видимость работы» можно победить только верной политикой компании и наличием жесткой воли руководителей самого высшего ранга.

Необходимо отметить, что как бы тщательно ни были спланированы изменения, сопротивление со стороны сотрудников, скорее всего, проявится. Поэтому целесообразно его ожидать, чтобы быть готовым вовремя среагировать.

Теперь рассмотрим причины, из-за которых сотрудник, осознавая свои действия, отказывается работать с системой.

Самая распространенная причина сопротивления пользователей внедрению и использованию CRM системы связана с неудобством использования.

CRM системы относятся к тому классу информационных систем, которыми придется пользоваться постоянно в течение дня, поэтому удобство использования играет ключевую роль для пользователя. Можно выделить основные пункты, создающие сотрудникам неудобства в работе с системой:

- Смена привычных режимов работы
- Необходимость ввода первичных данных вручную
- Многократный ввод одних и тех же данных в разных системах
- Данные недоступны вне офиса

- Отсутствие эффективной системы уведомлений
- Неумение пользоваться

1. Смена привычных режимов работы и необходимость ввода руками первичных данных для нормальной работы.

Как и всякая информационная система, CRM система будет полезна только в том случае, если она будет содержать данные и эти данные будут качественными. Потребность во вводе качественных данных меняет привычную структуру работ. CRM система при правильном использовании способна снизить затраты на поиск и обработку данных, но в 4, а иногда и 5 раз увеличивает объем работы по вводу данных. Очевидно, что пользователь экономит от 10 до 20% своего времени. Но существует небольшой нюанс психологического характера. Сотрудники считают поиск и преобразование данных полезной работой, то ввод данных, по их мнению, является бесполезным. При первичном использовании системы, данные в систему еще не введены, поэтому функция поиска сработает некорректно, и будет необходимо вносить их вручную. Соответственно, чем больше данных и сложнее их структура, тем более трудоемким окажется процесс внесения данных.

2. Данные недоступны вне офиса

Некоторым сотрудникам по роду своей деятельности необходимо часто находиться вне офиса или пребывать в командировках, поэтому отсутствие доступа к информации вне офиса является очень серьезным неудобством. Для того чтобы предотвратить появление дискомфорта при использовании CRM, необходимо выявить потребность в удаленной работе с данными. Существует несколько способов решения этой задачи:

– Off-line-клиент — дорогой, но весьма удобный способ, предоставляющий возможность работать удаленно без подключения к центральному серверу и по возвращению в офис синхронизировать свои данные с основной базой CRM системы.

– WEB-доступ — в основе этого способа находится возможность подключаться к CRM через Интернет с помощью электронных устройств. Данный способ является достаточно сложным, так как уже необходимо обеспечить защиту доступа в сеть компании и сохранность данных. Кроме того, выход в Интернет не везде возможен, а скорость доступа будет влиять на удобство работы. Также затраты на электронные устройства повысят стоимость CRM-платформы.

– Административно-техническое решение — работа с данными CRM системы без использования CRM системы. Методика такой работы может включать использование Excel или других офисных приложений или работу с печатными отчетами. Конечно не самый удобный способ, но дешевый и проверенный.

Литература:

1. Почему сотрудники сопротивляются внедрению и использованию CRM-системы, и как с этим бороться?: [Электронный ресурс]. Портал Integros, 2015, URL: <http://www.integros.com.ua/presscenter/detail.php?ID=208#Vy-ZmqiLTIU>

3. Отсутствие эффективной системы уведомлений

Забывать — процесс естественный для человеческой памяти. Наличие уведомлений о наступлении важных событий является очень удобной для пользователя функцией.

Существует несколько типов уведомлений, например, уведомления пользователю, который находится в системе и уведомление пользователю, который не вошел в систему.

Как правило, базовый функционал для большинства CRM-продуктов содержит уведомления о различных событиях, только для пользователей, которые вошли в систему.

Настройка дополнительного инструментария повысит стоимость внедрения проекта и потребует навыки программирования. Особенно сложным окажется процесс настройки системы уведомлений для пользователя, не вошедшего в систему. Такие уведомления могут формироваться в виде E-mail сообщений или SMS.

4. Неумение пользоваться

Обучение кадров играет максимально важную роль, так как CRM-система не может эффективно функционировать без грамотной работы пользователя.

Среди руководителей распространено мнение о том, что инструкция пользователя, поставляемая с CRM системой, позволит пользователю самостоятельно освоить работу с системой, поэтому на обучении сотрудников можно сэкономить. Как показывает практика, инструкцию читает только один человек из десяти и причиной тому является вовсе не лень. В основном, в руководстве описываются функции системы, а не приемы эффективного выполнения процессов. [1]

Обобщая изложенное выше, можно прийти к выводу, что влияние сотрудника играет огромную роль при внедрении CRM-системы, однако, к сожалению, данное влияние не всегда является положительным. Сотрудники порой не принимают CRM-систему из-за повышения «прозрачности» деятельности и ужесточения контроля над выполнением работы.

Для успешного внедрения и использования CRM-системы руководство компании обязано изменить корпоративную культуру сотрудников, выносить на открытое обсуждение впечатления от работы с системой, чтобы снизить вероятность проявления сопротивления в пассивной (непрямой) форме.

Установка CRM-системы должна быть подготовлена на всех уровнях организации — от акционеров и высшего руководства до сотрудников, которым предстоит работать в этой системе. Практика показывает, что в тех случаях, когда высшее руководство принимало участие в разработке CRM-стратегий и внедрении их в компанию, были достигнуты отличные результаты.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Способы возведения первичной дамбы обвалования хвостохранилища и обоснование технологических параметров картового намыва, на примере Лебединского горно-обогатительного комбината

Аргимбаев Каербек Рафкатович, кандидат технических наук, ассистент;
Бовдуй Майя Олеговна, студент;
Миронова Кристина Владимировна, студент
Санкт-Петербургский горный университет

Вопросы возведения первичных дамб хвостохранилищ, а также технологических параметров картового намыва техногенных месторождений с учетом промышленной и экологической безопасности формируют самостоятельную актуальную задачу, имеющую большое научно-практическое значение [1].

Возведение упорных призм первичных ограждающих дамб из скальной вскрыши карьеров рассматривалось в настоящей статье в 3-х вариантах.

Вариант 1 — упорные призмы первичных дамб возводятся традиционным способом гидротехнического строительства с доставкой грунта из ближайшего отвала карьерной вскрыши в тело дамбы с последующим разравниванием и уплотнением.

Вариант 2 — упорные призмы первичных дамб возводятся методом отвалообразования с доставкой грунта из действующего карьера железнодорожным транспортом; укладка грунта в тело дамбы осуществляется ярусами 15–20м без дополнительного уплотнения.

Вариант 3 — упорные призмы первичных дамб возводятся методом отвалообразования с доставкой грунта из действующего карьера ленточными конвейерами; укладка дамбы в тело дамбы осуществляется отвалообразованием без дополнительного уплотнения.

Для всех трех вариантов строительство первичных насыпей противofильтрационных дренажных сооружений рекомендуется осуществляться традиционными методами гидротехнического строительства с доставкой грунта автотранспортом, послойной укладкой и уплотнением.

Технология строительства по варианту № 1 уже применялась при строительстве ограждающих дамб существующих хвостохранилищ Лебединского горно-обогатительного комбината и других ГОКов в мире.

Несмотря на то, что технология строительства ограждающих дамб из скальной вскрыши по варианту № 1 освоена строительными организациями, она обладает рядом

недостатков. Для ее осуществления необходимо предусматривать дополнительные работы по погрузке грунта в ближайшем отвале на самосвалы, транспортировку и послойную укладку в тело дамбы и ее уплотнение.

Технология строительства ограждающих дамб по вариантам № 2 и № 3, предусматривающая доставку грунта из карьера непосредственно к месту строительства ограждающих дамб большегрузным карьерным транспортом и укладку его в тело дамбы без дополнительного уплотнения, позволяет исключить эти затраты на возведение упорных призм и тем самым значительно удешевить строительство хвостохранилища.

В связи с изложенным, рекомендуется для строительства упорных призм рассматривать методы отвалообразования, сохраняя методы гидротехнического строительства только для противofильтрационных и дренажных элементов и устройства первичных насыпей ярусов отвалов.

Однако, переход к методам отвалообразования при возведении первичной дамбы потребовал пересмотра решений при организации противofильтрационной защиты, а также не позволил использовать насыпные противofильтрационные конструкции, т.к. возможны неравномерные осадки упорной призмы, отсыпанной из скальной вскрыши без уплотнения, и, следовательно приведет к нарушению сплошности экрана. В традиционных способах возведения ограждающих дамб противofильтрационная защита как правило, осуществляется в виде экрана, уложенного на верхнем откосе первичной дамбы [2].

Поэтому в качестве противofильтрационного элемента первичной дамбы, возведенной методами отвалообразования, нами рекомендуется центральное ядро из уплотненного суглинка. В зависимости от геологических условий основания центральное суглинистое ядро опирается либо на слой глин ИГЭ-10, либо на экран из укатанного суглинка, расположенный под верхним клином плотины и переходящей в щасе хвостохранилища в экран чаши (рис. 1).

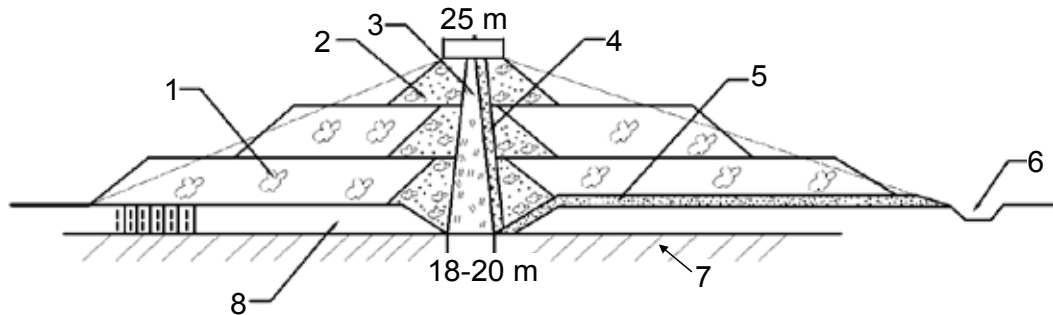


Рис. 1. Сечение 1–1 Поперечный профиль дамбы обвалования хвостохранилища от ГК-0 до ГК-50 I отсека и от ГК-0 до ГКII+50 II отсека: 1 — рядовая скальная вскрыша; 2 — любой минеральный грунт; 3 — ядро из суглинка; 4 — переходной слой толщиной 3,0м из щебня; 5 — переходной слой толщиной 3,0 м из песка; 6 — дренажный канал; 7 — глины; 8 — пески и лессовидные суглинки

Кроме этого сравнения объемов суглинка, необходимого для укладки в ядро и в экран, показало меньшие затраты суглинка при варианте с ядром.

Основные решения по технологии отсыпки ограждающих дамб методом отвалообразования с применением конвейерного транспорта приведены на рис. 2 и 3.

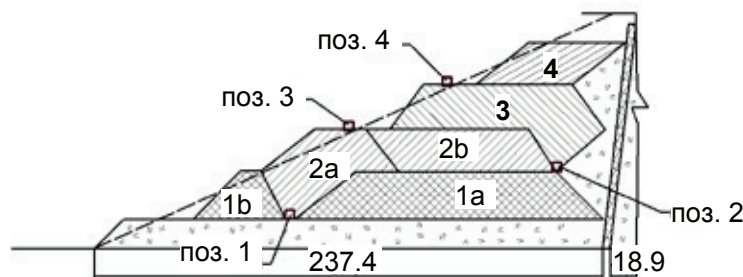


Рис. 2. Схема укладки скальной вскрыши в тело дамбы отвалообразователями с конвейерной подачей (I отсек, ПК 43 + ПК 60): 1а, 1б — массивы грунта, отсыпанные с позиции ковейера 1; 2а, 2б — массивы грунта, отсыпанные с позиции ковейера 2; 3 — массив грунта, отсыпанный с позиции ковейера 3; 4 — массив грунта, отсыпанный с позиции ковейера 4

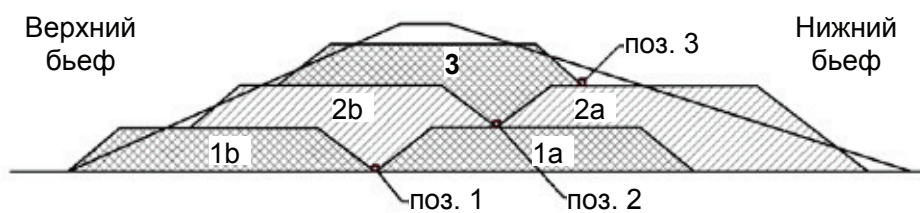


Рис. 3. Схема укладки скальной вскрыши в тело дамбы отвалообразователем с конвейерной подачей (II отсек, ПК 20 + ПК 40): 1а, 1б — массивы грунта, отсыпанные с позиции ковейера 1; 2а, 2б — массивы грунта, отсыпанные с позиции ковейера 2; 3 — массив грунта, отсыпанный с позиции ковейера 3

Применение конвейерного транспорта требует создание центральной первичной насыпи, включающей и ядро ограждающей дамбы. На этой насыпи должны располагаться как железнодорожное полотно, так и все конструкции конвейера с отвалообразователем.

Гребень такой первичной насыпи рекомендуется располагать на отметке 90.5 м, а участок первичной насыпи,

где будет работать конвейер рекомендуем разместить на прямолинейном участке ограждающей дамбы первого отсека между пикетами 43 и 60.

Отсыпку ограждающей дамбы первого отсека с помощью отвалообразователя рекомендуем осуществлять только в сторону верхнего бьефа. Отсыпку в сторону нижнего бьефа рекомендуем осуществлять грунтом,

доставленным из карьера железнодорожным транспортом.

Для второго отсека отсыпку вскрыши с помощью конвейерного транспорта с отвалообразователем рекомендуем производить на прямолинейном участке ограждающей дамбы длиной 2 км, расположенной в пойме реки Ингулец.

Основные решения по технологии отсыпки ограждающих дамб методом отвалообразования с применением конвейерного транспорта приведены на рисунке 3 и 4.

Крупность хвостов намывных в карты несгущенной пульпой, может быть охарактеризована величиной средневзвешенного диаметра d_{cv} . При этом в качестве материала для основания и тела дамб пригодны хвосты, у которых d_{cv} больше или равен 0,05 мм. Результаты исследований [3], позволяют предположить, что хвосты указанной крупности, намывные в карты сгущенной пульпой, так же окажутся пригодными для возведения ограждающих дамб хвостохранилищ.

Картовый намыв целесообразно применять, если отношение содержаний частиц хвостов 0.05 мм к 0.1 мм

$$\left(\frac{\sum F_{>0.05}}{\sum F_{>0.1}} \right) \text{ больше } 1,5. \text{ На данной стадии изученности}$$

гранулометрического состава исходных хвостов Лебединского горно-обогатительного комбината соотношения значения $\sum F_{>0.05}$ и $\sum F_{>0.1}$ равно 1,8 и следовательно, метод картового намыва может быть применен при строительстве нового хвостохранилища.

Для его осуществления на расстоянии от первичной дамбы l_k в чаше хвостохранилища по длине контура B_k отсыпятся внутренние (верховые) ограждающие дамбочки. Намываемый контур разбивается на карты, с шириной фронта намыва — b_k .

Расчет параметров рекомендуется проводить по выражению:

$$l_k \cdot B_k \cdot h_k = \frac{Y_c \cdot \sum F_{>0.05}}{\delta_{ck}} = W_k, \quad (1)$$

где W_k — величина характеризующая оптимальность подобранных технологических параметров картового намыва на расчетном ярусе; h_k — слой хвостов, намываемых в год на расчетном ярусе намыва карт, м/год; Y_c — суммарный выход твердой части хвостов млн. т / год; который составил $Y_c = 39,1$ млн.м³/год; δ_{ck} — плотность сухих хвостов, т/м³ (по результатам исследований [3], на данной стадии проектирования рекомендуется для расчета карт принимать равной 1,7 т/м³).

При расчете карт, как правило, заданной бывает максимально возможная из условия устойчивости высота наращивания хвостохранилищ H выше верха первичной дамбы.

В рассматриваемом случае для обоих отсеков хвостохранилищ величина B_k была заранее задана равной 3 км и, следовательно, искомой являлась величина H максимально возможная из условия картового намыва.

При проектировании новых хвостохранилищ расчет ведут для двух случаев:

1. определяют длину карт на последнем ярусе намыва ниже верха гребня первичной дамбы. Величину h_k для этого случая определяют по выражению

$$h_{ko} = h_b + h_1 \quad (2)$$

где h_{ko} — слой хвостов, намываемых в год на начальном этапе намыва карт, м/год; h_b — рост уровня воды в хвостохранилище в год, м; h_1 — высота опережения роста поверхности хвостов в картах по сравнению с темпом роста уровня зашламования, величину h_1 рекомендуется принимать равной 1 м.

2. задаваясь величиной коэффициента заложения верхового откоса в зависимости от материала верхних ограждающих дамбочек равной от 1 до 2, определяют длину карт первого яруса намыва и вычисляют величину.

$$W_{k1} = l_{k1} \cdot B_k \cdot h_{k1} \quad (3)$$

где W_{k1} — величина характеризующая оптимальность подобранных технологических параметров картового намыва на первом ярусе; l_{k1} — расстояние характеризующее удаление от первичной дамбы первого яруса, м; h_{k1} — необходимый темп замыва карт первого яруса, опережающий темп роста уровня зашламования хвостохранилища в первый год его эксплуатации, м/год.

$$h_{k1} = h_y + h_b + h_1 \quad (4)$$

где h_y — глубина воды в придамбовой зоне хвостохранилища в начале его эксплуатации, м.

Если окажется, что $W_{k1} \leq W_k$ то расчет сделан верно, если же $W_{k1} > W_k$, то, необходимо сокращать величину l_{k1} путем снижения величины коэффициента заложения верхового откоса, либо уменьшить длину характеризующее удаление от первичной дамбы начального яруса хвостохранилища l_{ko} .

Расчеты повторяют, пока не будут подобраны значения h_{k1} и h_{ko} удовлетворяющие условию

$$0,95W_k \leq W_{k1} \leq W_k. \quad (5)$$

После этого вычисляют величину H по выражению

$$H = \frac{l_{ko} \cdot b}{M_b + M_n}, \quad (6)$$

где b — ширина по гребню ограждающего сооружения после завершения его наращивания; м, M_b и M_n средние значения коэффициентов заложения соответственно верхового и низового откосов.

При проектировании картового намыва не рекомендуется величину на последних ярусах намыва задавать меньшей 40,0 м.

Согласно расчетам, картовый намыв по всему контуру первого отсека можно осуществить только от отм. 90,5 до отм. 112,0 м. От отметки 90,5 до 150,0 м картовым способом можно осуществить наращивание ограждающих сооружений на длине контура, равной 3,5 км.

При замыве наиболее длинных карт одним пульповодом отношение $\frac{l_{ko}}{b_k}$, не должна быть больше 2. По мере роста сооружения соотношение $\frac{l_k}{b_k}$, уменьшается, но не

должно быть меньше 0,2. Площадь одной карты не рекомендуется задавать больше 7 га.

Замыв карт ведется из выпусков того же диаметра, что и технологический пульповод. Выпуски оборудуются запорной арматурой и располагается на удалении, не превышающим 150,0 м. Каждый пульповод должен иметь концевой выпуск, выведенный по разделительной дамбке в хвостохранилище.

Для сброса пульты с карт необходимо спроектировать сбросы шахтного типа, обеспечивающие пропуск расхода, равного расходом, поступающим на карту. Каждый колодец оборудуется шандорами, обеспечивающими ре-

гулировку уровня пульпы в карте. Шаг между шандорами по вертикали не более 0,3 м. В начальный период эксплуатации хвостохранилища, когда глубина воды в картах превышает 2 м, допускается отвод пульпы через прораны.

Вопросы управления надежностью процессов возведения и эксплуатации намывных техногенных месторождений с учетом промышленной и экологической безопасности формируют самостоятельную актуальную задачу, имеющую большое научно-практическое значение.

В данной работе были рассмотрены и предложены рациональные конструкции, профили первичных дамб, а также рассмотрен вариант возведения упорных призм первичных ограждающих дамб с использованием конвейерного транспорта.

Обоснованы технологические параметры картового намыва при наращивании дамб обвалования обеспечивающие экологичную и безопасную эксплуатацию хвостохранилища.

Литература:

1. Макаров, А. Б., Техногенные месторождения // Соросовский Образовательный журнал — 2000. — № 9/10. — с. 65–74.
2. Горлова, О. В. Техногенные месторождения. — Магнитогорск: МГМА: 1997 — с. 68.
3. Аргимбаев, К. Р. Определение физико-механических свойств хвостов железосодержащих хвостохранилищ / Холодняков Г. А., Аргимбаев К. Р., Иконников Д. А. // Горный информационно-аналитический бюллетень — Москва: Горная книга, 2011. — с. 93–98.

Разработка стандартного образца предприятия для ультразвукового контроля металлов

Асеев Александр Александрович, студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

Для настройки длительности развертки и проверки предельной чувствительности дефектоскопа используются стандартные образцы предприятия, изготовленные из бездефектных частей заготовок того же самого материала, который будет контролироваться, с предварительно нанесенными искусственными дефектами. В данной работе рассмотрена разработка стандартного образца типа Б для настройки дефектоскопа и пьезоэлектрического преобразователя при контроле, как пример, бериллиевых заготовок. Для достижения данной цели была рассчитана величина ближней зоны, угол раскрытия основного лепестка диаграммы направленности и ширина звукового пучка в материале. На основе полученных результатов определен радиус, ширина, глубина плоскодонного отражателя и необходимый отступ от края заготовки при контроле ультразвуковым преобразователем.

Ключевые слова: ультразвуковой контроль, стандартный образец предприятия, акустическое поле, чувствительность, длительность, толщина

При разработке стандартного образца предприятия (далее СОП) толщину следует выбрать такую, чтобы плоскодонное отверстие находилось на максимальном расстоянии от преобразователя, а если прозвучивание производится с двух противоположных

сторон — то на расстоянии равном половине толщины прозвучиваемой заготовки. Также необходимо рассчитать ширину звукового пучка — необходимо для определения расстояния которое нужно выдерживать при контроле изделия, чтобы ультразвук не отражался от

стенок, так как в противном случае он будет восприниматься как дефект.

Произведем расчет ширины звукового пучка в бериллиевой заготовке, в качестве примера, диаметром 400 мм и толщиной 250 мм. Поскольку имеется свободный доступ с противоположных сторон, будем определять ширину звукового пучка при контроле с торцевой поверхности, принимая максимальное расстояние до дефекта равное половине толщины — 125 мм. Контроль производится прямым ультразвуковым преобразователем с частотой 5 МГц и диаметром 12 мм.

Определим длину волны в заготовке [1, с. 20]:

$$\lambda = \frac{c}{f} = 0.00251 \text{ м} \quad (1)$$

Где: c — скорость продольных волн в металле; f — частота ультразвукового пьезоэлектрического преобразователя.

Определим величину ближней зоны:

$$r_0 = \frac{a^2}{\lambda} = 0.014 \text{ м} \quad (2)$$

Где: a — радиус преобразователя; λ — длина волны.

За пределами ближней зоны начинается дальняя зона излучателя, в которой акустическое поле описывается диаграммой направленности [2, с. 176]. Для определения ширины звукового пучка найдем угол раскрытия основного лепестка диаграммы направленности.

$$\theta = \arcsin\left(0.61 \frac{\lambda}{a}\right) = 14.77^\circ \quad (3)$$

Рассмотрим распространение акустического поля в заготовке для контроля торцевой поверхности толщиной 125 мм, учитывая ход отраженных волн, поскольку при контроле эхо методом излучатель и приемник находится с одной стороны изделия.

Ширина звукового пучка в изделии для контроля торцевой поверхности равна 69.62 мм. Специально изготовленный СОП должен иметь ширину большую чем ширина звукового пучка в нём или равную ей. Исходя из определенной на рисунке ширины звукового пучка следует, что отступ от края прозвучиваемой поверхности должен быть больше половины ширины звукового пучка на максимальной глубине в изделии. Для глубины в 125 мм отступ будет равен 35 мм.

Диаметр образца для настройки предельной чувствительности должен быть больше ширины звукового пучка. В целях улучшения качества контроля необходимо взять диаметр с запасом в 10 мм.

Диаметр СОП № 1 (рисунок 2) — 80 мм

Толщину отверстия следует выбирать равной минимальному размеру выявляемого дефекта на заданной глубине, данное значение может быть получено путем расчета АРД-диаграммы для заранее выбранного преобразователя и объекта контроля.

Для определения глубины плоскостонного отражателя требуется выбрать такое расстояние, за которое, при скорости волн в бериллии равной 12550 м/с, пройдет ультразвуковой импульс оптимальной длительности. В противном случае донный сигнал, регистрируемый дефектоскопом, придёт до окончания сигнала от дефекта, сложится с ним и разрешаться не будет.

Генератор зондирующих импульсов вырабатывает звуковые импульсы высокочастотных электрических колебаний для возбуждения пьезопластины ПЭП. Форма огибающей звукового импульса квазиколоколообразная (рисунок 3). Длительность зондирующего импульса ограничивается снизу условием сохранения спектральных свойств, т.е. должно иметься хотя бы несколько периодов (примерно 5–10 колебаний) с требуемой частотой. Но с точки зрения уменьшения «мертвой» зоны и улучшения

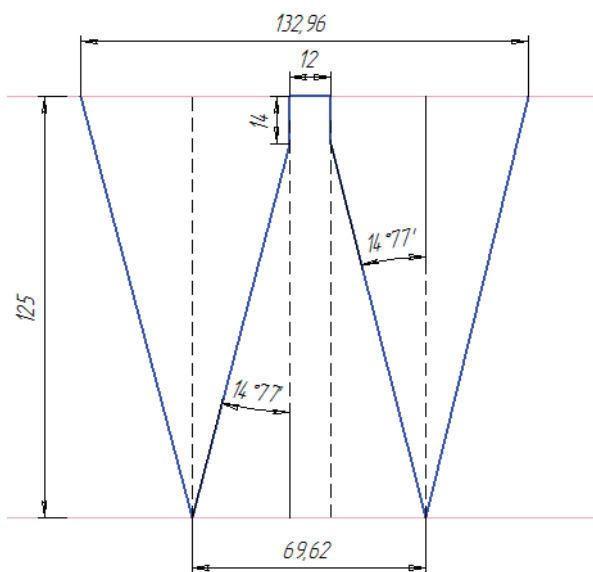


Рис. 1. Распространение акустического поля в заготовке для контроля боковой поверхности толщиной 125 мм с учетом отраженных волн

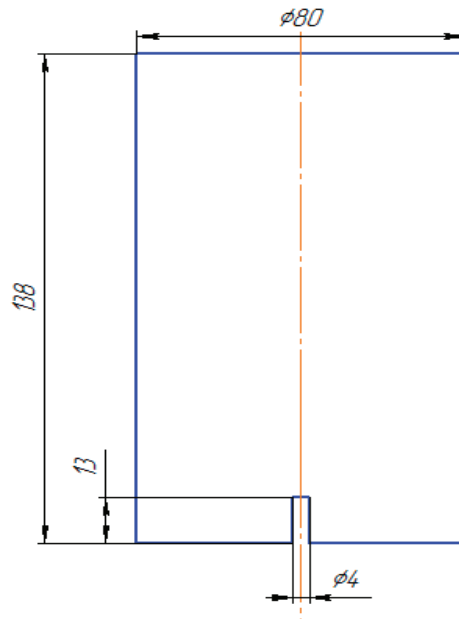


Рис. 2. СОП

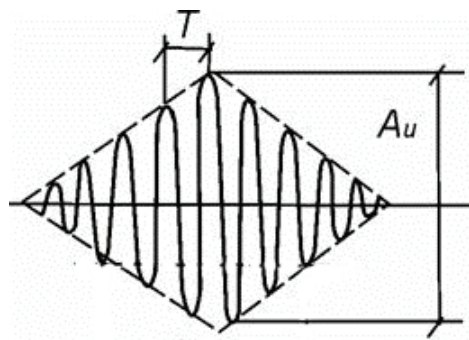


Рис. 3. Форма звукового импульса

разрешающей способности длительность ЗИ должна быть как можно меньше [2, с. 110].

Длительность импульса в пять периодов колебаний равна:

$$5T = 5 \cdot \frac{1}{f} = \frac{5}{5 \cdot 10^6} = 10^{-6} \text{ с} \tag{4}$$

При такой длительности звуковая волна пройдет расстояние s равное:

$$s = c \cdot 5T = 12550 \cdot 10^{-6} = 12.5 \text{ мм} \tag{5}$$

Ввиду большой скорости распространения звуковых волн в бериллии большую длительность брать нецелесообразно, так как длина отверстия на данной глубине уже превышает длину мертвой зоны. Для удобства изго-

товления отверстия в СОП взято округленное значение равное 13 мм.

Толщину образца следует выбрать такую, чтобы отверстие длиной 13 мм находилось на максимальном расстоянии от преобразователя, а так как прозвучивание производится с двух противоположных сторон — то на расстоянии равном половине толщины прозвучиваемой заготовки — 125 мм, следовательно, толщина образца будет равна 138 мм.

Таким образом зная толщину объекта контроля, значение частоты и диаметра преобразователя, возможно определить ширину СОП и глубину плоскостного отверстия, рассчитав размер ближней зоны, значение угла раскрыва основного лепестка диаграммы направленности, ширину звукового пучка и длительность звукового импульса.

Литература:

1. Ермолов, И. Н. Расчеты в ультразвуковой дефектоскопии (краткий справочник). / И. Н. Ермолов, А. Х. Вopilкин, В. Г. Бадалян. — Москва: ООО НПЦ НК «ЭХО+», 2004. — 108 с.
2. Ермолов, И. Н. Ультразвуковой контроль: учебник для специалистов первого и второго уровней квалификации / И. Н. Ермолов, М. И. Ермолов. — Изд. 2-е, испр. — М., 1998. — 208 с.

3. Кретов, Е. Ф. Ультразвуковая дефектоскопия в энергомашиностроении / Е. Ф. Кретов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: СВЕН, 2007. — 296 с.

Определение оптимального размера и частоты пьезоэлектрического преобразователя для ультразвукового неразрушающего контроля бериллиевых слитков

Асеев Александр Александрович, студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

При ультразвуковом неразрушающем контроле металлов необходимо руководствоваться заранее написанной методикой контроля, частью которой является определение оптимального размера и частоты пьезоэлектрического преобразователя. Для нахождения данных параметров было экспериментально получено значение коэффициента затухания ультразвука и его зависимость от частоты, произведен расчет уравнения ультразвукового тракта для различных размеров преобразователя. На основе полученных данных был выбран оптимальный размер и частота преобразователя, исходя из ряда стандартных датчиков.

Ключевые слова: дефект, пьезоэлектрический преобразователь, частота, уравнение акустического тракта

Е. Ф. Кретов в своей книге [3, с. 121] предложил уравнение акустического тракта для глухого отверстия с плоским дном, приняв за модель дефекта диск площадью s , при $r \geq 3r_0$

$$\frac{U}{U_0} = (S_a s / \lambda^2 r^2) e^{-2\delta r} \quad (1)$$

где: r — расстояние от излучателя до дефекта; r_0 — расстояние от излучателя до конца ближней зоны; S_a — площадь излучателя; s — площадь отражателя; λ — длина волны; δ — коэффициент затухания; U — амплитуда зондирующего сигнала; U_0 — амплитуда сигнала, отраженного дефектом и принятого преобразователем.

$$\delta = \frac{U_1 - U_2 - 20lg \left[\frac{F(2h)}{F(4h)} \right]}{17.36h} \quad (2)$$

U_1 и U_2 — амплитуды первого и второго донного импульса соответственно; h — толщина исследуемого образца; F — функция учитывающая дифракционные расхождения звукового пучка, зависящая от расстояния $2h$, пройденного импульсом, и волнового размера преобразователя λ .

Для нахождения коэффициента затухания был проведен эксперимент, основываясь на методических указаниях [1, с. 17–25], [2, с. 11]. Цилиндрическая заготовка из бериллия с радиусом и толщиной равной 80 мм была прозвучена поочередно четырьмя прямыми преобразователями с частотой 1.25, 2.5, 5 и 10 МГц соответственно. Для более точного определения коэффициента затухания прозвучивание осуществлялось с торцевой поверхности в двух противоположных направлениях (рисунок 1).

Для измерения затухания использовались преобразователи, параметры которых приведены в таблице 1.

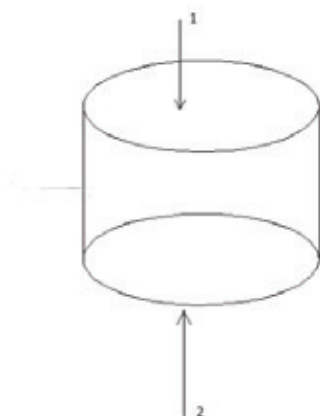


Рис. 1. Схема прозвучивания экспериментальной заготовки

Таблица 1. Диаметр и частота преобразователей использованных в эксперименте

Преобразователь	Рабочая частота f, МГц	Диаметр пьезоэлемента, 2a, мм
П1	1.25	20
П2	2.5	12
П3	5.0	6
П4	10.0	6

При проведении расчетов значение скорости продольных волн вычислялось по формуле (3):

$$C_l = \frac{2H}{t} \tag{3}$$

Где: H — толщина образца; t — время между первым и вторым донными отражениями.

Импульсный метод определения коэффициента затухания ультразвука основан на измерении изменения амплитуды импульса при прохождении некоторого расстояния. Чаще всего измеряются амплитуды сигналов, многократно отраженных от граней образца. На экране дефектоскопа будет наблюдаться экспоненциально уменьшающаяся последовательность импульсов (рисунок 2)

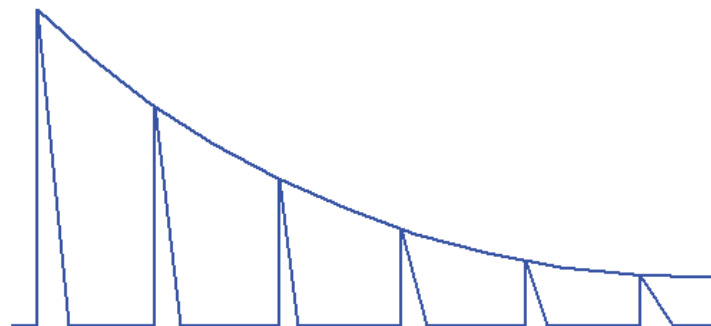


Рис. 2. Экспоненциально убывающая последовательность импульсов на экране дефектоскопа

Были измерены в децибелах амплитуды донных импульсов U_1 и U_2 , а также время между первым и вторым донным отражением в 5 различных точках торцевой поверхности, аналогичная процедура была сделана и для противоположной поверхности.

По результатам измерения по формуле (2) были рассчитаны среднеарифметические значения коэффициентов затухания для различных частот ПЭП (таблица 2).

Таблица 2. Численные значения коэффициентов затухания и их случайных погрешностей при различных частотах ПЭП

Частота ПЭП, МГц	Затухание, Дб/м
1.25	3.0±0.6 (Δδ = 13%)
2.5	4.5±0.4 (Δδ = 11%)
5	6.1±0.6 (Δδ = 9%)
10	9.7±0.7 (Δδ = 7%)

Была оценена случайная погрешность:

$$\Delta\delta = t_{\alpha,n} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i - \bar{\delta})^2}{n(n-1)}} \tag{4}$$

Где коэффициент Стьюдента $t_{\alpha,n}$, при 10 измерениях и доверительной вероятности $\alpha = 0.95$, равен 2.26.

Вычисления были произведены в программе Excel.

Данная зависимость была использована в уравнении акустического тракта для определения оптимального размера и частоты преобразователя. С учетом того, что дефект находится на максимальном расстоянии от преобразователя — 80мм и является плоскодонным отверстием с диаметром 2 мм.

На рисунке 4 для семейства кривых, соответствующих диаметру преобразователя 6, 10, 12 и 20 мм соответственно, максимум чувствительности достигается при ча-

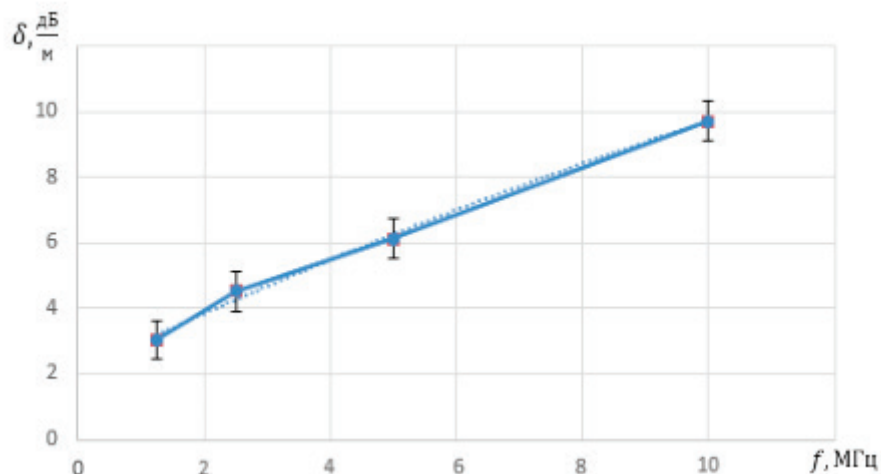


Рис. 3. График зависимости коэффициента затухания от частоты

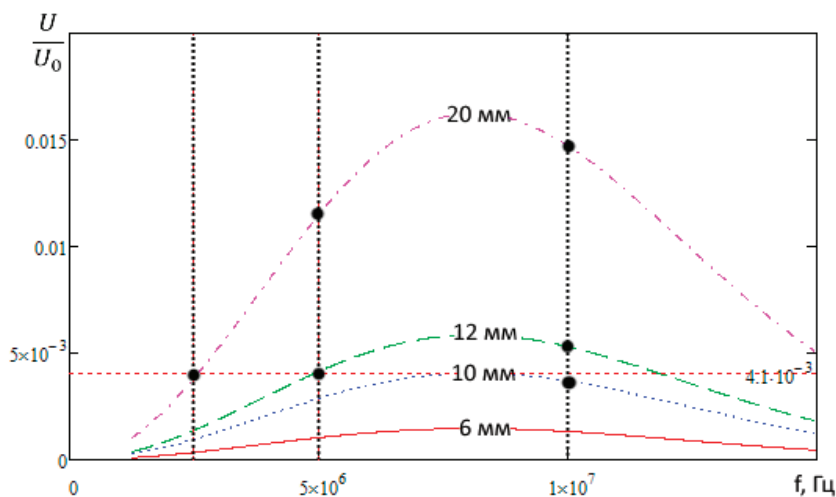


Рис. 4. Расчет уравнения акустического тракта для различных диаметров пьезоэлектрического преобразователя

стоте $f = 8$ МГц. Однако российский ряд стандартных датчиков имеет частоту $f = 5$ МГц или $f = 10$ МГц. Точками обозначены значения чувствительности для датчиков входящих в стандартный список.

Несмотря на то, что максимальная чувствительность достигается при диаметре преобразователя равным 20 мм, целесообразно взять размер меньше — для уменьшения размера ближней зоны и улучшения качества контроля.

Стоит отметить, что исходя из ГОСТ 20415–82 «Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие по-

ложения» [4, с.3] следует, что изделия с мелкозернистой структурой следует контролировать на частотах 2–5 МГц, следовательно, был выбран датчик с частотой 5 МГц и диаметром 12 мм. (П111–5-К12).

В данной статье был произведен расчет коэффициента затухания звуковых волн в бериллии, была определена его зависимость от частоты. На основе этого, используя уравнение акустического тракта, были получены значения чувствительности, которые были использованы для определения оптимальной частоты и диаметра пьезоэлектрического преобразователя.

Литература:

1. Аббакумов, К.Е. Ультразвуковой контроль полуфабрикатов и изделий из металлов: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Неразрушающий контроль в производстве и его организация» / К.Е. Аббакумов. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2001. — 36 с.
2. Аббакумов, К.Е. Ультразвуковые методы измерений и контроля: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Акустические методы и аппаратура неразрушающего контроля» / К.Е. Аббакумов, СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2000. — 28 с.
3. Кретов, Е.Ф. Ультразвуковая дефектоскопия в энергомашиностроении. — 3 изд. — М.: СВЕН, 2007. — 296 с.

4. ГОСТ 20415–82 «Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения» — Москва: Изд-во стандартов, 1982. — 5 с.

Построение АД-диаграммы в программе Mathcad

Асеев Александр Александрович, студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

На практике АД-диаграмма (или шкала) обеспечивает пересчет амплитуды сигнала от какого-либо опорного уровня, например, донного сигнала, к сигналу от плоскодонного отражателя заданных размеров, находящегося на определенной глубине, что позволяет настроить дефектоскоп на браковочный, поисковый и др. уровни чувствительности. Поскольку вручную на бумаге составить диаграмму крайне затратно по времени, а специально созданные для этого программы находятся в платном доступе, актуальным решением проблемы является построение АД-диаграммы в программе Mathcad.

Ключевые слова: АД-диаграмма, уравнение акустического тракта, Mathcad

Для расчета амплитуды эхо-сигнала от дефекта в широком диапазоне расстояний и размеров дефектов применяются АД-диаграммы — семейство кривых, устанавливающих зависимость между амплитудой эхо-сигнала от дискового отражателя, ориентированного перпендикулярно акустической оси ПЭП и отражающего до 100% падающей на него ультразвуковой энергии, расстоянием от излучателя до отражателя и размером — площадью или диаметром отражателя. Отложив по горизонтальной оси расстояние между отражателем (дефектом) и излучателем (ПЭП), отнесенное к расстоянию от преобразователя до дефекта, получим группу кривых, показывающих зависимость от расстояния до дефекта. Каждой кривой соответствует определенный размер (диаметр) отражателя, отнесенный к диаметру пьезоэлемента.

Как пример в данной работе будет рассчитана АД-диаграмма для бериллиевого слитка длиной и шириной 100 мм, скорость продольных волн в бериллии — $c_l = 12550 \frac{м}{с}$.

Контроль будет производиться прямым совмещенным преобразователем с частотой $f = 5 МГц$, радиус преобразователя $a = 6$ мм. Коэффициент затухания звука на заданной частоте равен 6 Дб/м.

Математически кривые задаются с помощью уравнений акустического тракта, при экспериментах модели дефектов заменяются искусственными отражателями, типовые модели и уравнения приведены на рисунке 1.

Где: r — расстояние от излучателя до дефекта; r_0 — расстояние от излучателя до конца ближней зоны; S_a — площадь излучателя; s — площадь отражателя; λ — длина волны; δ — коэффициент затухания; U — амплитуда зондирующего сигнала; U_0 — амплитуда сигнала, отраженного дефектом и принятого преобразователем.

Для начала необходимо задать ряд размеров выявляемых дефектов (d1-d8) и диаметр пьезоэлектрического преобразователя d.

$$\begin{array}{ll} d1 := 1 \cdot 10^{-3} & d5 := 5 \cdot 10^{-3} \\ d2 := 2 \cdot 10^{-3} & d6 := 6 \cdot 10^{-3} \\ d3 := 3 \cdot 10^{-3} & d8 := 8 \cdot 10^{-3} \\ d4 := 4 \cdot 10^{-3} & d := 12 \cdot 10^{-3} \end{array}$$

Зададим частоту преобразователя — f ; скорость продольных волн — c_l ; расстояние до дефекта — r ; длину волны — λ ; коэффициент затухания — δ .

$$\begin{array}{ll} f := 5 \cdot 10^6 & \delta := 6 \\ c_l := 12550 & \lambda := \frac{c_l}{f} \\ r := 0.005, 0.01..0.1 & \end{array}$$

Следует учесть, что формулы акустического тракта справедливы при условии, что расстояние до дефекта больше чем размер трёх ближних зон ($r > 3r_0$).

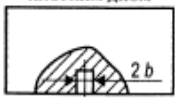
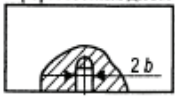
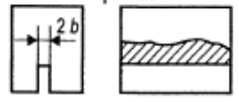


Модель дефекта	Тип искусственного отражателя	Уравнение акустического тракта при $r \geq 3r_c$
Диск площадью s	Глухое отверстие с плоским дном 	$U/U_0 = (S_s/\lambda^2 r^2) e^{-2\delta r}$
Сфера диаметром $2b$	Глухое отверстие со сферическим дном 	$U/U_0 = (S_s b/2\lambda r^2) e^{-2\delta r}$
Бесконечная полоса шириной $2b$	Проил 	$U/U_0 = 2^{1/2} S_b b / (\lambda r)^{3/2} e^{-2\delta r}$
Бесконечный цилиндр диаметром $2b$	Сквозное отверстие 	$U/U_0 = (S_s/2\lambda)(b/r^3)^{1/2} e^{-2\delta r}$
Бесконечная плоскость	Плоская донная поверхность 	$U/U_0 = (S_s/2\lambda r) e^{-2\delta r}$
Цилиндрическая вогнутая поверхность	Донная цилиндрическая поверхность 	$U/U_0 = (S_s/2\lambda r)^{1/2} e^{-2\delta r}$

Рис. 1. Формулы акустического тракта прямого совмещенного ПЭП с круглым пьезоэлементом

Рассчитаем величину ближней зоны:

$$a := \frac{d}{2} = 6 \times 10^{-3}$$

$$r_1 := \frac{a^2}{\lambda} = 0.014$$

$$3r_1 = 0.043$$

Используя уравнение акустического тракта диска с площадью s , для дефектов 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 8 мм соответственно, и бесконечной плоскости, для донного сигнала, зададим семейство кривых.

$$\alpha_1(r) := \frac{\left(\pi \cdot \frac{d^2}{4}\right) \cdot \left(\pi \cdot \frac{d_1^2}{4}\right)}{\lambda^2 \cdot r^2} \cdot e^{-2\delta \cdot r} \quad \alpha_4(r) := \frac{\left(\pi \cdot \frac{d^2}{4}\right) \cdot \left(\pi \cdot \frac{d_4^2}{4}\right)}{\lambda^2 \cdot r^2} \cdot e^{-2\delta \cdot r} \quad \alpha_8(r) := \frac{\left(\pi \cdot \frac{d^2}{4}\right) \cdot \left(\pi \cdot \frac{d_8^2}{4}\right)}{\lambda^2 \cdot r^2} \cdot e^{-2\delta \cdot r}$$

$$\alpha_2(r) := \frac{\left(\pi \cdot \frac{d^2}{4}\right) \cdot \left(\pi \cdot \frac{d_2^2}{4}\right)}{\lambda^2 \cdot r^2} \cdot e^{-2\delta \cdot r} \quad \alpha_5(r) := \frac{\left(\pi \cdot \frac{d^2}{4}\right) \cdot \left(\pi \cdot \frac{d_5^2}{4}\right)}{\lambda^2 \cdot r^2} \cdot e^{-2\delta \cdot r} \quad \alpha_{don}(r) := \frac{\left(\pi \cdot \frac{d^2}{4}\right)}{(2\lambda) \cdot r} \cdot e^{-2\delta \cdot r}$$

$$\alpha_3(r) := \frac{\left(\pi \cdot \frac{d^2}{4}\right) \cdot \left(\pi \cdot \frac{d_3^2}{4}\right)}{\lambda^2 \cdot r^2} \cdot e^{-2\delta \cdot r} \quad \alpha_6(r) := \frac{\left(\pi \cdot \frac{d^2}{4}\right) \cdot \left(\pi \cdot \frac{d_6^2}{4}\right)}{\lambda^2 \cdot r^2} \cdot e^{-2\delta \cdot r}$$

Произведем построение АРД-диаграммы (рис. 2.), по оси ординат отложено отношение амплитуд зондирующего сигнала к сигналу отраженному от дефекта $\alpha_n = \frac{U}{U_0}$

в отрицательных децибелах, по оси абсцисс расстояние до дефекта в метрах.

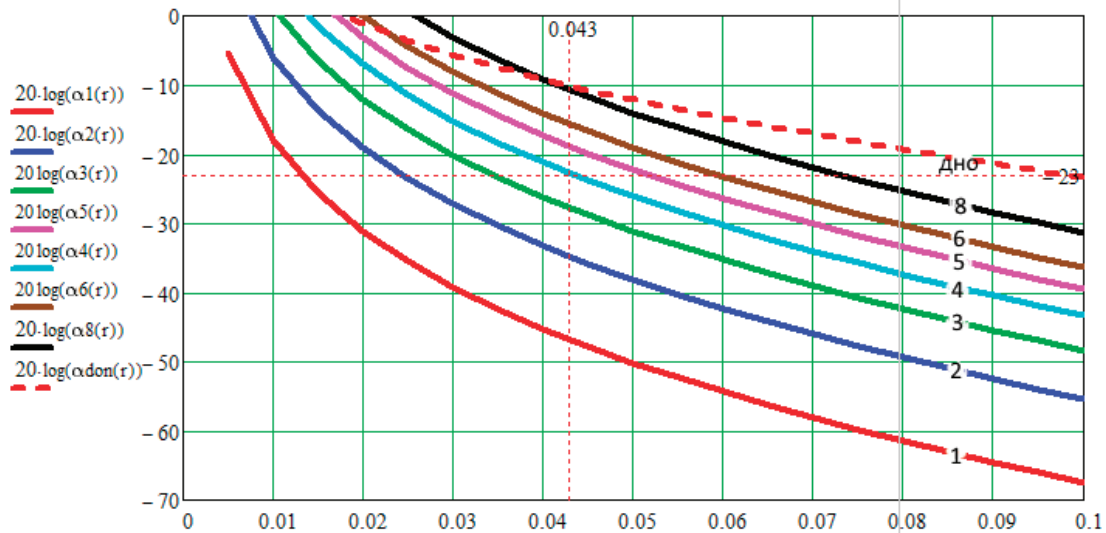


Рис. 2. АРД-диаграмма

Исходя из данной АРД-диаграммы легко заметить, что минимальный выявляемый размер дефекта при прозвучивании изделия на расстоянии 100 мм равен 2 мм, так как разница в амплитуде между данным отражателем и донной поверхностью не превышает 40 дБ, т.е. на 6 дБ меньше, чем разница между амплитудой донного сигнала и уровнем шумов. Таким образом можно утверждать, что сигнал от дискового отражателя диаметром 2 мм, находящегося на максимальном расстоянии при этом направлении прозвучивания будет отчетливо виден над уровнем

шумов (превышать его на 6 дБ). Расчеты справедливы при нахождении дефекта на расстоянии 43 мм от преобразователя.

В данной работе был описан принцип построения АРД-диаграмм в программе Mathcad, а именно представлен расчет акустического тракта для плоскодонного отверстия в бериллиевом слитке толщиной 100 мм. По аналогичному принципу возможен расчет диаграммы для любого металла в котором известен коэффициент затухания и скорость продольных волн.

Литература:

1. Очков, В. Ф. MathCAD 14 для студентов, инженеров и конструкторов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 368с.
2. Кретов, Е. Ф. Ультразвуковая дефектоскопия в энергомашиностроении. — 3 изд. — М.: СВЕН, 2007. — 296 с.
3. Шушкевич, Г. Ч., Шушкевич С. В. Компьютерные технологии в математике. Система Mathcad 14. В 2 частях. Часть 2. Издательство Гревцова, 2012. — 256 с.

Специфика строительства земляного полотна в условиях вечной мерзлоты

Бояджи Юлия Сергеевна, студент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В статье рассмотрена специфика строительства земляного полотна в условиях Дальнего Востока РФ.

Ключевые слова: земляное полотно, вечная мерзлота

Дальний Восток — один из уникальных регионов нашей страны, но, к сожалению, одной из главных

причин экономического отставания этого региона является недостаточно развитая транспортная инфраструктура.

тура [1,93; 2,73; 3,44; 4,307]. Чтоб доехать из одного населенного пункта в другой в большинстве случаев населению приходится обращаться к вездеходам, которые совершают свой маршрут через голую тундру, что наносит весомый ущерб природе (чтобы почва восстановилась после одного вездехода, ей необходимо 50 лет).

Чтобы доставить необходимые продукты и другой груз на Дальний Восток, прибегают к помощи двух видов транспорта: корабль и самолет. Первый доставляет грузы только в период навигации, в остальное время груз привозят воздушным путем, что ведет к «неимоверно высоким» ценам. Все это ведет к миграции населения.

Так почему не исправляют эту ситуацию с транспортной системой? Возможно, это связано со сложностями при строительстве автомобильных дорог на вечной мерзлоте [5,23;6,73;7,103;8,107]. Поэтому в этой статье своей целью я ставлю разобраться в принципах строительства земляных полотен таких дорог.

По определению, мерзлыми грунтами считаются любые породы с нулевой или отрицательной температурой и содержащие лед. Вечномерзлый грунт находится в мерзлом состоянии в течение трёх и более лет [9,33;10,179;10,103;11,21].

Но обычно есть сезоннооттаивающий, или деятельный слой, на поверхности земли, который в зависимости от сезона оттаивает и замерзает. Такие деформации, как просадки, осадки и др., возникают именно из-за протаивания грунтов сезоннооттаивающего слоя. Поэтому главным вопросом является изучение его физических свойств. Например, такие факторы, как уничтожение мохорастительного покрова или вырубка на придорожной полосе кустарников и деревьев, приводят к увеличению деятельного слоя. А высокие насыпи, которые создают теплоизоляцию, приводят к увеличению уровня вечной мерзлоты.

Земляное полотно — самая главная часть автодороги. Оно возводится на грунтовом слое, который изменяет свои свойства в течение года. Поэтому устойчивость кон-

струкции зависит от состояния грунта, его вида и влажности. [12,45;13].

По дорожно-климатическим характеристикам согласно ВСН 84—89 «Изыскания, проектирование и строительство автомобильных дорог в районах распространения вечной мерзлоты», зону вечной мерзлоты делят на 3 района (Таблица 1).

Выгоднее с экономической стороны построить дорогу по кратчайшему направлению между двумя пунктами, но в рассматриваемой территории — это невозможно из-за различных элементов рельефа поверхности и явлений, характерных для вечной мерзлоты.

На сегодняшний день грунты деятельного слоя используются в качестве земляного полотна по некоторым принципам [5,37]:

- I принцип — сохранить вечномерзлые грунты в течение всего времени эксплуатации дороги.
- II принцип — оттаивать часть вечномерзлых грунтов на величину, определяемую по расчетам.
- III принцип — оттаивать грунты и полностью осушать до начала строительных работ.

Также они используются исходя из типа района зоны вечномерзлых грунтов.

Самым неблагоприятным для строительства дорожной конструкции является I₁ район, т.к. там льды слишком близко залегают к поверхности земли. А самым благоприятным является I₃ район.

По первому и второму принципу конструирование земляного полотна идет с сохранением мохового слоя, но если по первому принципу строительство идет из несцементированных обломочных грунтов (рис.1, Тип I), то второй принцип разрешает использовать глинистые грунты (рис.2, Тип VII, VIII).

Согласно третьему принципу полотно конструируется в насыпях (рис.3, Тип XVI, XVII), а работы по расчистке дорожной полосы должны проводиться не менее чем за год.

Таблица 1. Характеристика и границы районов зоны вечной мерзлоты

Тип района зоны вечномерзлых грунтов	I ₁	I ₂	I ₃
Природные мерзло-грунтовые условия	Мощность грунтов 200–900м; Среднегодовая температура грунтов –5...–10 °С; Глубина сезонного оттаивания 0,2–2м; Грунты глинистые, пылеватые, иловатые, тундровые.	Мощность грунтов 50–400м; Среднегодовая температура грунтов –1...–5 °С; Глубина сезонного оттаивания 0,8–3м; Грунты скальные, щебенистые, гравийно-галечниковые.	Мощность грунтов 50–100м; Среднегодовая температура грунтов >1 °С; Глубина сезонного оттаивания >4 м; Грунты пылеватые, глинистые, песчаные, торфоглинистые, щебенистые, галечниковые.
Местность	Тундра и лесотундра	Тайга и смешанные леса	Тайга, лесостепь, побережье Охотского моря

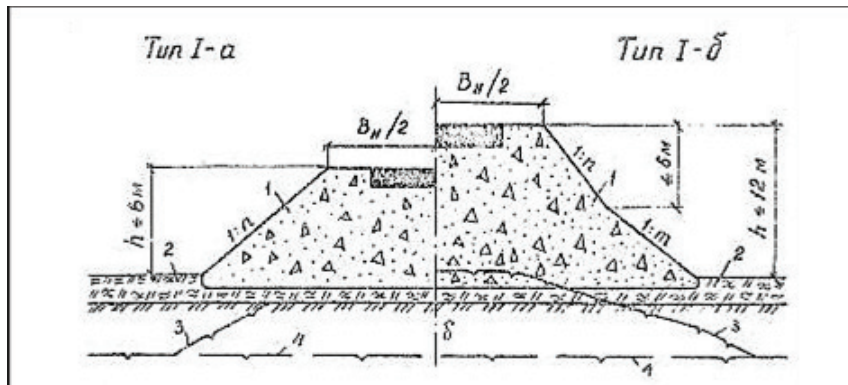


Рис. 1. Поперечный профиль насыпи на льдонасыщенном основании: 1 — несцементированный обломочный грунт; 2 — мохорастительный покров; 3 — верхняя граница вечной мерзлоты до постройки насыпи; 4 — верхняя граница вечной мерзлоты после постройки насыпи

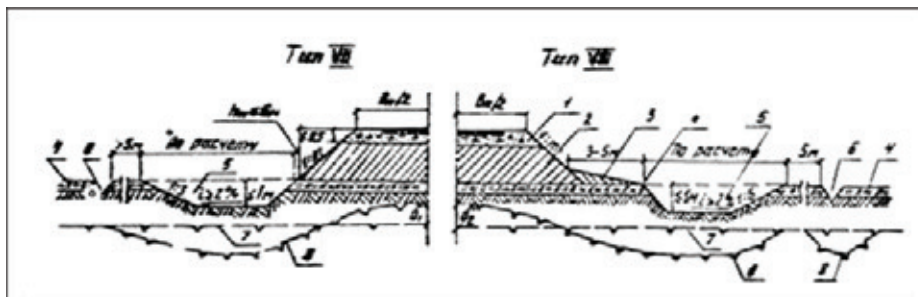


Рис. 2. Поперечные профили насыпи из местных глинистых грунтов: 1 — щебень или гравий по расчету на прочность (но не менее 0,5 м); 2 — глинистый грунт из притрассовых резервов; 3 — земляная берма; 4 — мохорастительный покров; 5 — резерв; 6 — водоотводная канава; 7 — верхняя граница вечной мерзлоты до постройки насыпи; 8 — верхняя граница вечной мерзлоты после постройки насыпи

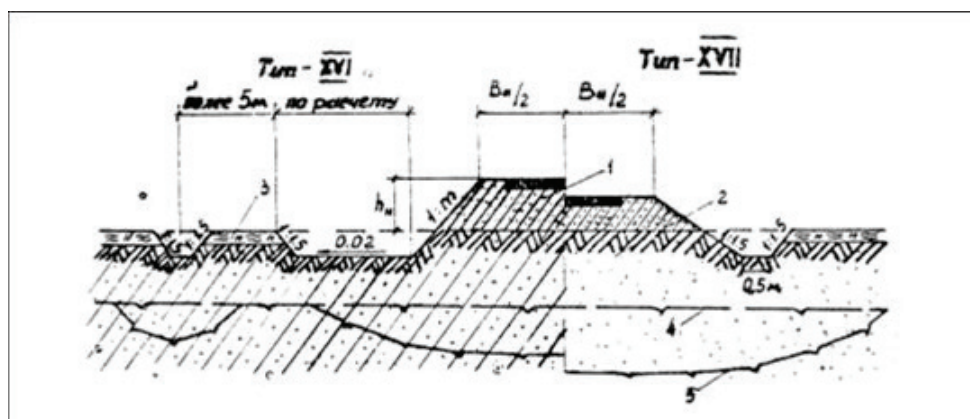


Рис. 3. Поперечные профили насыпи из местных глинистых грунтов: 1 — щебень или гравий по расчету на прочность (но не менее 0,5 м); 2 — глинистый грунт из притрассовых резервов; 3 — земляная берма; 4 — мохорастительный покров; 5 — резерв; 6 — водоотводная канава; 7 — верхняя граница вечной мерзлоты до постройки насыпи; 8 — верхняя граница вечной мерзлоты после постройки насыпи

Чтобы отслеживать пучения или осадки земляного полотна, нивелируют специальные маяки, которые изготавливаются из металлического листа (толщина 3–4 мм) размером 30x30 (или 40x40) см и с диаметром стержня около 10–16 мм.

Вывод. Проанализировав полученную информацию, я могу сказать, что строительство дорог в условиях вечной мерзлоты — кропотливый труд, так как срок службы этих дорог зависит от грунта, на который укладывается земляное полотно. А его поведение сложно предсказать. По-

этому разработали несколько принципов по их конструированию.

Строительство таких дорог широко не распространено, возможно, из-за высокой стоимости (выше стоимости дорог средней полосы), которая обусловлена следующими факторами:

- Характерные природные условия для этой местности: низкие отрицательные температуры (до -60°C), длинные и холодные зимы, которые длятся 7–9 месяцев, близко залегающие к поверхности мерзлые грунты;
- Большая удаленность от развитых районов.

Литература:

1. Лазарев, Ю. Г., Сеницына Е. Б. Основы совершенствования транспортной инфраструктуры / Ю. Г. Лазарев, Е. Б. Сеницына // Техничко-технологические проблемы сервиса — СПб: 2013. № 2 (24), С.92–93.
2. Лазарев, Ю. Г., Сеницына Е. Б. Современное состояние проблемы совершенствования транспортной инфраструктуры / Ю. Г. Лазарев, Е. Б. Сеницына // Техничко-технологические проблемы сервиса. — СПб.: 2013. № 4 (26), с. 71–74.
3. Лазарев, Ю. Г. Формирование потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог / Ю. Г. Лазарев, Д. Л. Симонов, А. Н. Новик / Техничко — технологические проблемы сервиса. СПб.: 2016. № 1 (35). с. 43–47.
4. Лазарев, Ю. Г., Новик А. Н., и др., Изыскания и проектирование транспортных сооружений: Учебное пособие / Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, В. Г. Терентьев, С. А. Сидоров, С. А. Уколов, В. А. Трепалин / СПб.: ВАТТ, 2008. 392 с.
5. Давыдов, В. А., Бондарева Э. Д. Изыскания и проектирование автомобильных дорог на многолетнемерзлых грунтах. Омск: ОмПИ, 1989. — 82 стр.
6. Лазарев, Ю. Г. Транспортная инфраструктура (Автомобильные дороги). Монография — LAP LAMBERT, Германия: 2015. 173 с.
7. Лазарев, Ю. Г., Громов В. А. Современные требования к обеспечению потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог // В сборнике: Инновационные технологии в мостостроении и дорожной инфраструктуре. Материалы межвузовской научно-практической конференции. 2014. с. 102–109.
8. Ватин, Н. И., Производство работ. Определение продолжительности строительства водотранспортных сооружений / Н. И. Ватин, Г. Я. Булатов, Т. Ф. Морозова, А. В. Улыбин // Учебное пособие: СПб, СПбПУ, 2013. 116 с.
9. Лазарев, Ю. Г., Собко Г. И. Реконструкция автомобильных дорог: Учебное пособие. СПб. 2013. 93 с.
10. Лазарев, Ю. Г., Строительство автомобильных дорог и аэродромов: Учебное пособие. / Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, С. В. Алексеев, Н. В. Ворончихин, А. Т. Змеев, С. А. Уколов, В. А. Трепалин, С. В. Дахин, В. Т. Колесников, Д. Л. Симонов // СПб.: ВАТТ. 2013. 528 с
11. Ермошин, Н. А. Эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие военно-автомобильных дорог: Учебник / Н. А. Ермошин, Ю. Г. Лазарев, С. В. Алексеев, В. Г. Лунев, Б. Г. Ашуркин, А. Н. Новик, В. А. Трепалин, Д. Л. Симонов, В. Т. Колесников / СПб: ВАТТ, 2015. 312 с.
12. Лазарев, Ю. Г. Формирование потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог / Ю. Г. Лазарев, Д. Л. Симонов, А. Н. Новик / Техничко — технологические проблемы сервиса. СПб.: 2016. № 1 (35). с. 43–47.
13. Золотарь, И. А., Собко Г. И., Лазарев Ю. Г., Прибор для определения коэффициента влагопроводности талых связных грунтов нарушенной структуры нестационарным методом. — Патент на полезную модель RUS 6627 21.04.1997.

Исследование механических напряжений в микромеханических мембранах на основе плёнок карбида кремния, полученных магнетронным методом

Брюхович Сергей Сергеевич, студент;

Михайлова Ольга Николаевна, кандидат технических наук, инженер

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

В ходе работы были измерены механические напряжения пленок карбида кремния, полученных методом магнетронного распыления. Рассмотрено влияние бомбардировки заряженными частицами поверхности рабочей пленки карбида кремния на механические напряжения. Измерены механические напряжения одно-

лойных мембран из нитрида кремния и композиционных мембран на основе плёнок нитрида кремния и карбида кремния. Показано, что при использовании заземлённой сетки при осаждении пленок карбида кремния механические напряжения в них значительно снижаются.

Ключевые слова: плёнки карбида кремния, микромеханические мембраны, механические напряжения, магнетронное осаждение

Для повышения чувствительности в датчиках, изготовленных на основе микромеханических тонкоплёночных мембран, необходимо снижать механические напряжения в слоях, входящих их в состав.

Преимуществами плёнок карбида кремния в конструкциях микромеханических преобразователей мембранного типа являются их температурная стойкость и химическая инертность. Но при разработке подобных конструкций следует учитывать, что пленки карбида кремния обладают высокими механическими напряжениями, которые необходимо или компенсировать напряжениями противоположного знака, или подбирать условия формирования пленки с целью снижения напряжений. При формировании плёнок карбида кремния плазмохимическими методами на механические напряжения в них существенно влияют такие параметры процесса осаждения, как температура подложки, давление рабочего газа, а также остаточное давление в камере при осаждении. [1]

В планарной магнетронной распылительной системе бомбардировка осуществляется вторичными электронами, вылетающими из центральной части магнетрона, в которой отсутствует удерживающее магнитное поле, влияющее на траектории движения электронов. [2] Так как при формировании микромеханических композиционных мембран пленка SiC растет на изолирующей поверхности, то с течением времени может происходить накопление отрицательного заряда на поверхности подложки, что может приводить к вытягиванию ионов из плазмы и дополнительной ионной бомбардировке поверхности растущей пленки. Из-за данного процесса возможно внедрение примеси в пленку карбида кремния, ко-

торая приводит к возникновению высоких механических напряжений.

Актуальность этого исследования определяется необходимостью выявления факторов, которые влияют на формирование механических напряжений в плёнках карбида кремния, полученных магнетронным методом.

Описание эксперимента

В данной работе в качестве базовых мембран были использованы мембраны на основе Si_3N_4 . Пленки SiC осаждались уже на готовые мембраны. Таким образом были сформированы композиционные мембраны на основе пленок Si_3N_4 и SiC. Размер исследуемых структур 3×3 мм.

Плёнки карбида кремния были получены методом магнетронного осаждения, путем распыления одной мишени из карбида кремния. Толщина пленок SiC равна 0,87 мкм, а толщина Si_3N_4 0,2 мкм.

Для исследования влияния бомбардировки заряженными частицами поверхности растущей плёнки карбида кремния на её механические напряжения использовалась сетка с нулевым потенциалом.

Шаг сетки, используемой в данной работе, составлял 1 мм, а расстояние до образца 8 мм (при расстоянии от катода до подложки 80 мм). Материал сетки — нержавеющая сталь.

В ходе сравнительного эксперимента на два образца плёнки карбида кремния осаждались в одном технологическом процессе. Над одним из образцов была закреплена сетка, второй формировался в условиях бомбардировки заряженными частицами.

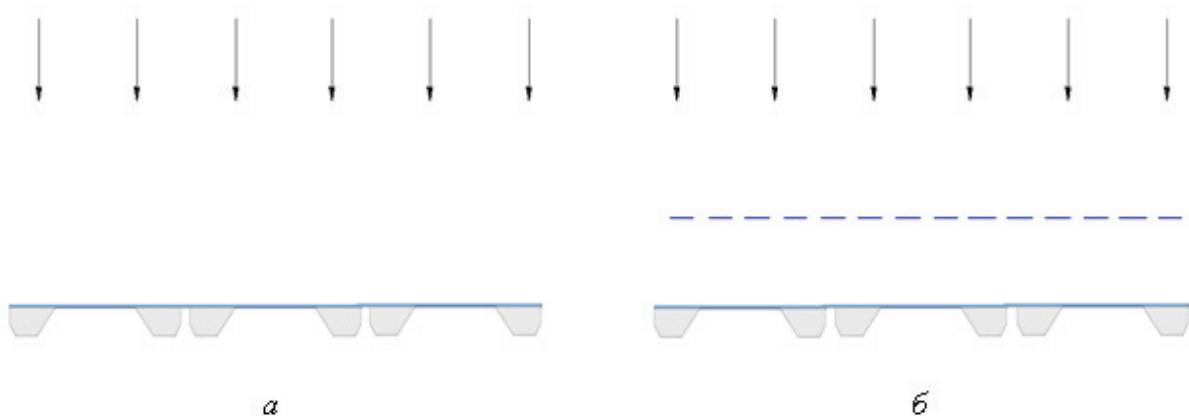


Рис. 1. Схема эксперимента: а — формирование плёнки карбида кремния на микромеханических мембранах (стандартный режим); б — использование дополнительной сетки

Такая постановка сравнительного эксперимента позволила исключить посторонние факторы.

Полученные результаты и обсуждение

Механические напряжения в пленках карбида кремния, полученных в отсутствие сетки, распределены неравномерно. На рисунке 2 (а) показано, как распределены механические напряжения в пленках карбида кремния, по-

лученных без использования сетки, в зависимости от положения на образце. Наибольшие значения механических напряжений соответствуют области распыления на мишени.

Полученное распределение может быть объяснено бомбардировкой заряженными частицами поверхности растущей плёнки, которая в области на подложке приближенной к области локализации плазмы у поверхности мишени, интенсивнее.

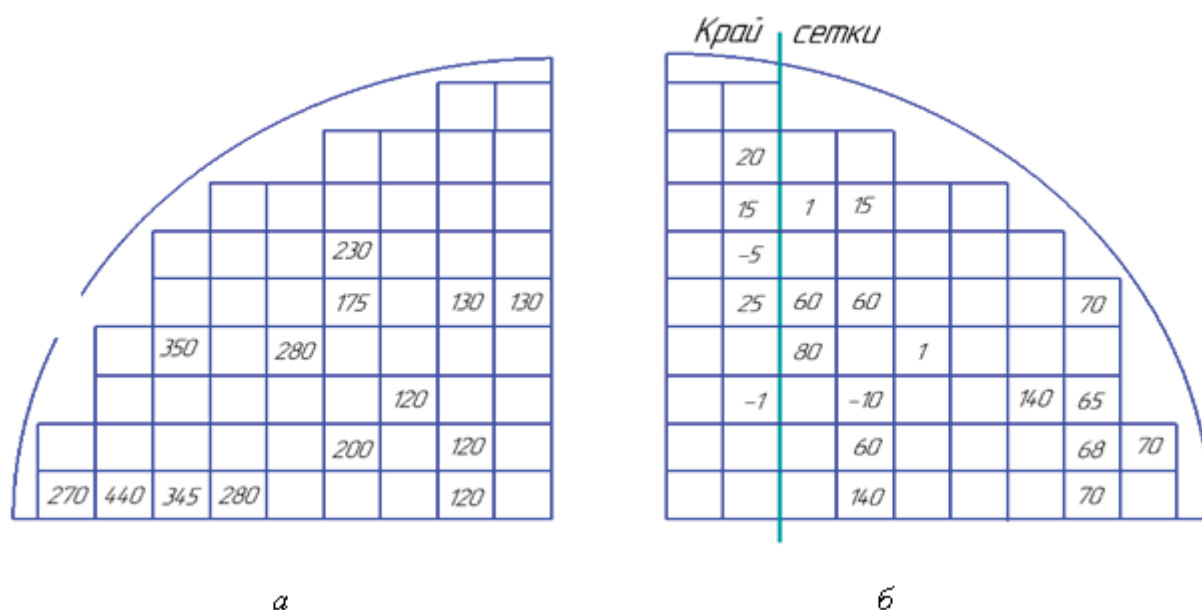


Рис. 2. Распределение механических напряжений в пленках SiC по образцу, значения указаны в МПа: а — распределение механических напряжений в плёнке карбида кремния по подложке в стандартном режиме осаждения плёнки; б — распределением механических напряжений в плёнках карбида кремния по подложке при использовании дополнительной сетки при осаждении

На рисунке 2 (б) показано полученное в ходе данной работы распределение механических напряжений в пленках карбида кремния, полученных при использовании дополнительной сетки, в зависимости от положения на образце. Сетка не полностью закрывала образец. Первые 2 вертикальных ряда мембран находились вне сетки.

На рисунке 2 показано, что механические напряжения в пленках SiC у края сетки близки к нулю и их значение на различных мембранах меняется незначительно в сторону отрицательных или положительных напряжений.

Таким образом, выявлено, что существует некоторое влияние «края сетки», при котором наблюдается из-

менение механических напряжений в плёнках карбида кремния.

Результаты определения механических напряжений в пленках карбида кремния при использовании дополнительной сетки и без нее представлены в таблице 1.

Погрешность измерений не превышает 10%.

Для сравнения была выбрана область на подложке, соответствующая области локализации плазмы у поверхности мишени. Не учитывались механические напряжения мембран, расположенных у края сетки.

Механические напряжения, возникающие в плёнках карбида кремния, полученных магнетронным методом без

Таблица 1. Результаты измерения механических напряжений мембран

	Механические напряжения двух- слойной мембраны Si ₃ N ₄ — SiC, МПа	Механические напряжения пленок SiC, МПа
Без использования сетки	290	150
С использованием сетки	215	70

использования сетки, выше механических напряжений в плёнках карбида кремния, полученных с сеткой.

Полученные результаты свидетельствуют, что при формировании плёнок карбида кремния магнетронным методом присутствует бомбардировка растущей плёнки заряженными частицами, которая оказывает влияние на механические напряжения в плёнке. Уменьшить бомбардировку, а, следовательно, и механические напряжения, удастся за счёт использования сетки с нулевым потенциалом.

Литература:

1. Физико-технологические основы управления механическими напряжениями в тонкопленочных композициях микромеханики: дис. канд. тех. наук: 05.27.06. / Асташенкова Ольга Николаевна. — СПб, 2015. — с. 62–65.
2. Современные методы высоковакуумного напыления и плазменной обработки тонкопленочных металлических структур. Вдовичев С. Н. Электронное учебно-методическое пособие. — Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. — с. 41–49.

Заключение

В ходе данной работы было показано, что использование дополнительной сетки с нулевым потенциалом при осаждении слоёв карбида кремния магнетронным методом позволяет уменьшить влияние бомбардировки растущей плёнки заряженными частицами и снизить их механические напряжения. Это позволит создавать на основе плёнок карбида кремния высокочувствительные элементы для микромеханических датчиков.

Особенности применения вакуумных солнечных коллекторов с тепловыми трубками как источника тепла для жилого дома

Гритчин Роман Дмитриевич, магистрант;
Тульский государственный университет

Рассматриваются особенности применения вакуумных солнечных коллекторов с тепловыми трубками в системах горячего водоснабжения и отопления для жилого дома.

Ключевые слова: вакуумный солнечный коллектор, отопление, горячее водоснабжение, альтернативный источник тепла, тепловая трубка, абсорбер солнечного света

Использование солнечной энергии один из самых доступных источников энергии. Колоссальный запас и свободный доступ являются наиболее весомыми достоинствами подобного энергоносителя. Создано огромное количество всевозможных установок, которые продолжают совершенствоваться, перерабатывающих солнечную энергию в электричество, нагревающих разного рода теплоносители. Одними из таких устройств являются солнечные коллекторы. В данном случае рассмотрим вакуумный солнечный коллектор с тепловыми трубками [1].

Вакуумные трубы представляют собой две концентрически расположенные, одна внутри другой, стеклянные трубы, которые создают между собой закрытое сильно разреженное пространство, т.е. вакуум (отсюда и их название — вакуумные). Они выполнены из термозакаленного боросиликатного стекла, которое характеризуется малым коэффициентом линейного теплового расширения (до $3,1 \cdot 10^{-6} \text{C}^{-1}$ при 20°C) [2] и выдерживает относительно высокие температуры, а главное — резкие ее перепады. На поверхность внутренней трубы нанесено селективное покрытие, благодаря которому она функци-

онирует как высокоэффективный абсорбер солнечного света [3].

Непосредственно переносчиком поглощенной энергии солнечного света является хладагент внутри тепловой трубки. Перенос тепла происходит за счёт того, что жидкость испаряется на горячем конце трубки, поглощая теплоту испарения, и конденсируется на холодном, откуда перемещается обратно на горячий конец.

Материалы и хладагенты для тепловых трубок выбираются в зависимости от условий применения: от жидкого гелия для сверхнизких температур до ртути и даже индия для высокотемпературных применений. Однако большинство современных трубок в качестве рабочей жидкости используют аммиак, воду, метанол и этанол [4].

Примерная конструкция вакуумного солнечного коллектора с тепловыми трубками представлена на рисунке 1.

Непосредственно об особенностях применения вакуумных солнечных коллекторов с тепловыми трубками.

Коллекторы следует устанавливать в местах, где ветровая нагрузка V_m (средняя скорость ветра) не превы-

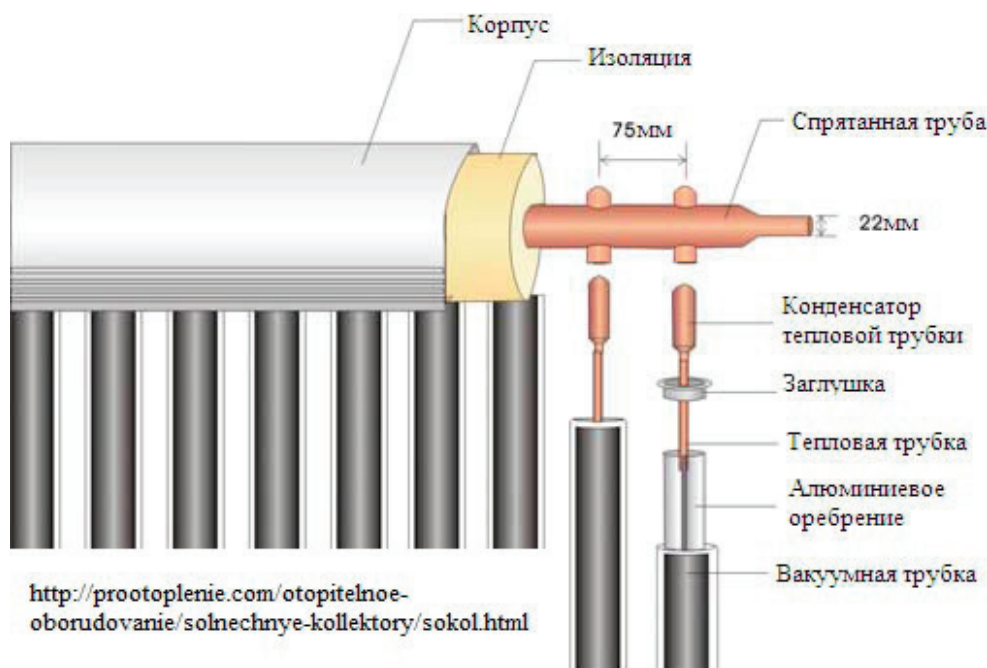


Рис. 1. Конструкция вакуумного солнечного коллектора с тепловыми трубками

шают 150 км/ч и снеговая нагрузка S_k (вес снега) не превышает 1,25 кН/м.

Эффективность установки максимальна при прямом перпендикулярном воздействии солнечных лучей на поверхность коллектора. Поэтому установка панелей производится тепловоспринимающей поверхностью к экватору и под определенным углом к горизонту (от 30 до 60 градусов, в зависимости от широты). Так же угол наклона коллектора влияет на возможность скопления снега в холодный период года. Однако не всегда возможно установить такой угол наклона, при котором будет максимальная эффективность работы коллектора и минимально возможная вероятность

скопления снега на его поверхности. Возникает вопрос — какой выбрать угол установки панели, чтобы обеспечить требуемую мощность коллектора и сократить количество очисток от снега. На практике, снег подтаивает на солнце и сползает в нижнюю половину или треть коллектора, где может превращаться в снежно-ледяную корку. Вакуумные коллекторы, расположенные под углом 55–60 градусов к горизонту, даже при небольшом ветре, легко обдуваются от снега естественным образом, если только они не установлены на земле, где намело сугробы.

Пример установки вакуумных солнечных коллекторов на крыше жилого дома приведен на рисунке 2.



Рис. 2. Пример установки вакуумных солнечных коллекторов (установлены 3 панели у конька крыши) на крыше жилого дома.

Если же, и плоские и вакуумные коллекторы установлены на крыше или на земле, где собирается снег, то и тот, и другой придется отчищать для нормальной работоспособности. Общее правило — чем больше угол наклона коллектора, тем меньше на нем будет собираться снег. Вакуумные коллекторы, установленные под углом от 55 градусов и выше, имеют еще одно преимущество перед плоскими коллекторами — они обладают повышенной устойчивостью к обильным снегопадам.

Также существует мнение, что солнечные коллекторы покрываясь изморозью перестают нормально работать, на самом деле, изморозь не сильно влияет на работоспособность коллекторов. Изморозь обычно появляется после обильных осадков при повышенной влажности, как только выходит солнце, изморозь превращается в воду.

Установку коллекторов следует производить в месте, которое будет освещаться Солнцем на протяжении большей части светового дня, которое не будет затеняться деревьями, сооружениями, естественным и искусственным ландшафтом.

Следует предусмотреть защиту от перегрева. В случае, если система проектирована для питания центрального отопления, в летние месяцы она будет производить намного больше необходимого горячей воды. В этом случае рекомендуется к системе установить устройство для рассеивания тепла или прибавить несколько потребителей горячей воды в летний период (например, бассейн и др.).

Поддержание поверхности тепловоспринимающей поверхности коллектора в чистом состоянии. Такие виды загрязнений как пыль, листья, отложения солей, ветки растений и их семена оказывают прямое негативное влияние на эффективную работу установки. Поэтому, следует периодически очищать поверхность солнечного коллектора от посторонних объектов.

Температура стагнации. Возможны случаи, когда циркуляция теплоносителя в коллекторе сильно замедля-

ется или вовсе прекращается — повреждение циркуляционных труб, неисправность циркуляционного насоса, активация заложенной в контроллере функции защиты бойлера от высокой температуры. При этом коллектор продолжит повышать свою температуру, пока не достигнет граничной температуры клапана для понижения температуры, и в этот именно момент будет выброшена из системы горячая вода. Если предохранительный клапан не установлен на коллекторе, то в главной трубе может образоваться пар. В конечном счете возможен возврат пара к бойлеру по возвратной трубе. Клапан на бойлере откроется, чтобы высвободить давление или тепло, в зависимости от необходимости. В таких условиях коллекторная труба достигнет максимальной температуры примерно в 160°C. В сущности, возврата тепла из коллектора в форме пара не достаточно, чтобы повлиять на дальнейшее повышение температуры в бойлере (т.е. входящая тепловая мощность меньше тепловых потерь водонакопителя). При нормальном применении стагнация вследствие остановки насосов появлялась бы редко, так как перерывы в подаче электричества обычно бывают во время бурь и в облачную погоду. Защита водонакопителя против перегрева необходима единственно в том случае, когда нет потребления горячей воды в течение нескольких дней, и только в периоды сильного солнечного жара (летом). Если установка не эксплуатируется длительный период (два-три дня и более), рекомендуется накрывать панель коллектора или проектировать систему с устройством для рассеивания тепла или для альтернативного применения тепла, предотвращая таким образом перегрев системы и стагнацию коллектора. Стагнация коллектора не повредит его самого, однако изоляция труб в близости к входу и выходу коллектора должна находиться в состоянии выдерживать температуры до 200°C (например, из стеклянной ваты или минеральной ваты с внешней оболочкой из алюминиевой фольгой, предохраняя таким образом все составные части) [3].

Литература:

1. Вакуумный нагреватель на солнечной энергии. — URL: <http://ekobatarei.ru/vidy/vakuumnyj-nagrevatel-na-solnechnoj-energii> (Дата обращения 03.08.2016).
2. Боросиликатное стекло. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Боросиликатное_стекло (Дата обращения 03.08.2016).
3. Технический паспорт инструкция по установке и эксплуатации солнечных коллекторов SUNSYSTEM плоского коллектора серии РК вакуумно-трубного коллектора серии VTC. — URL: http://tula.sol-battery.ru/netcat_files/multifile/9651/381388j7yjt22u7h.pdf (Дата обращения 03.08.2016).
4. Тепловая трубка. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Тепловая_трубка (Дата обращения 03.08.2016).

Сравнение накатных и режущих метчиков

Давлетбаева Регина Ренатовна, студент
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Целью данной статьи является выявление отрицательных и положительных качеств инструментов: накатных и режущих метчиков.

Ключевые слова: накатный метчик, режущий метчик, резьба

Значительные темпы развития мирового и российского машиностроения непрерывно связаны с внедрением в производство новых прогрессивных методов обработки металлов. Одним из таких внедрений прогрессивной технологии машиностроения является переход на обработку металлов давлением в холодном состоянии вместо обработки резанием. Применение этого метода обработки приводит к высокому повышению производительности труда, повышению точности, улучшению механических свойств и чистоты поверхности обрабатываемых деталей и создает предпосылки для комплексной автоматизации.

Наиболее эффективной является обработка по методу холодной пластической деформации — накатыванием.

Накатывание как альтернатива нарезанию резьбы (Рис. 1) — метод хотя и не новый, но до сих пор относительно не освоенный. Его отличает ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами. Из множе-

ства способов формирования резьбы самым распространенным является резание заготовки при помощи метчика (внутренняя резьба) или плашки (наружная резьба).

Метчики служат для изготовления резьбы в отверстиях. Метчик как инструмент получается из винта путем прорезания в нем стружечных канавок, образования заборного конуса и затылования зубьев для создания положительного заднего угла. Канавки образуют переднюю поверхность, режущие кромки и пространство для размещения и удаления стружки. Исходный винт должен быть изготовлен из инструментальной стали и после указанных операций пройти соответствующую термическую обработку. Метчики работают в очень трудных условиях, так как они образуют сложную винтовую поверхность резьбы в отверстиях. Эти трудности связаны с условиями деформации металла, удаления стружки, подвода СОЖ в зону резания, ограниченной прочностью инструмента.

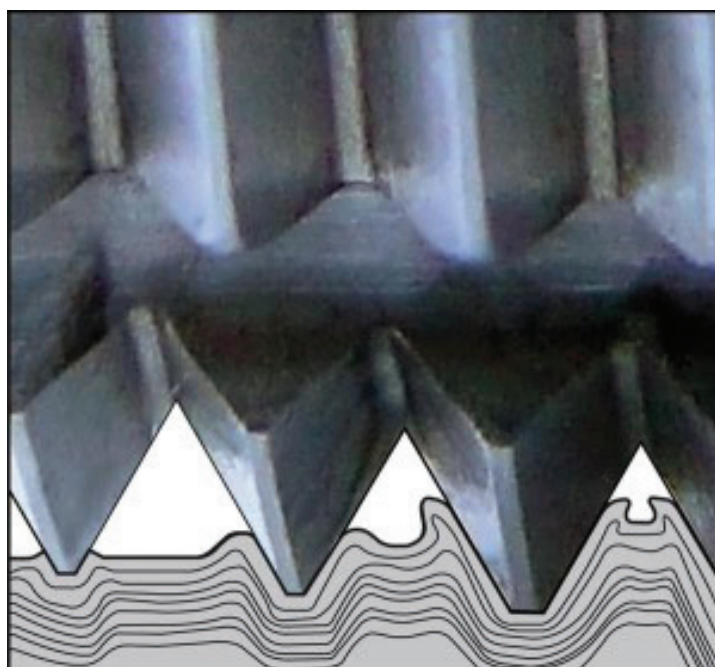


Рис. 1. Обработка накатным метчиком

Нкатные метчики (Рис. 3) — используются для накатки внутренней резьбы глубиной до четырёх диаметров самого инструмента. Накатные метчики не режут, а деформируют материал, поэтому стружка при этом процессе не образуется и отсутствует вероятность возникно-

вения заторов стружки, но твёрдость заготовки при такой обработке ограничивается 40 HRC. Поскольку накатка резьбы подразумевает пластическую деформацию, материал должен быть пластичен или обладать низким коэффициентом растяжения.

Прочность накатанного винтового профиля при статических нагрузках выше прочности профиля, обработанного резанием, примерно на 10% при испытании на растяжении и на 20–35% при испытании витков на срез.

Накатные метчики обычно имеют диаметр от 0,5 до 19 мм. Инструменты большего размера создают и большее трение, поэтому требуются, чтобы станок имел большую мощность.

Режущие метчики (Рис. 2): при использовании обычных метчиков происходит резание материала с образованием стружки.

Разница между накатным и режущим метчиком состоит в том, что режущий метчик ликвидирует избыток

металла из отверстия, нарезая отдельные витки резьбы, а накатный метчик, называемый резьбонакатной головкой, создает витки резьбы путем пластичного деформирования металла и перемещения пластифицированных слоев.

Одним из ключевых отличий накатывания от нарезания резьбы является отсутствие стружки.

Следовательно, не нужно периодически отводить метчик для ее уборки, чтобы избежать скопления стружки и возможной поломки инструмента, влекущей за собой дорогостоящие простои оборудования и восстановление поврежденной при извлечении метчика заготовки — зачастую с использованием электроэрозионного станка.

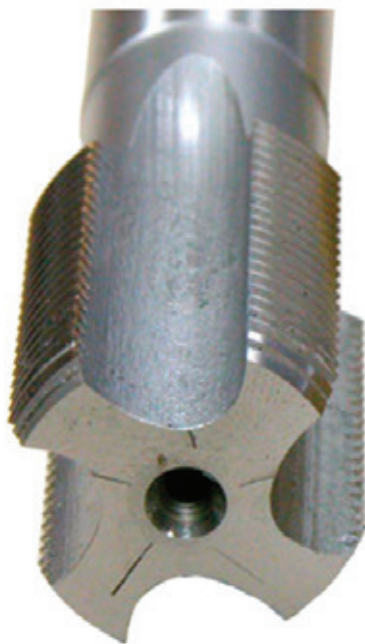


Рис. 2. Режущий метчик



Рис. 3. Накатный метчик



Рис. 4



Рис. 5

Испытания показали, что в процессе накатывания повышается не только предел прочности резьбы, но и качество ее поверхности, твердость и износостойкость. Таким образом, для раскатников рекомендуются более высокие скорости, чем для соответствующих режущих метчиков из аналогичного материала.

Чтобы производители могли в полной мере использовать преимущества резбонакатывания, компания Dogmer разработала обширную линейку бесстружечных метчиков. Изготовленные из быстрорежущей кобальтовой стали (HSS-E) высокого качества, все эти инструменты предназначены для производительного формирования резьбы в заготовках из различных материалов. Кроме того, они могут оснащаться канавкой для подачи СОЖ на режущую кромку.

Важнейшей рекомендацией при бесстружечном накатывании резьбы является использование или добавление в смазочно-охлаждающую жидкость противозадирных присадок. Смазочные вещества поддерживают гладкость, столь необходимую в подобных процессах. Недостаток смазки при накатывании резьбы может вызвать сухое трение металла по металлу и, как следствие, стать возможной причиной поломки инструмента.

При использовании режущего метчика просверленное отверстие имеет размер, соответствующий вершине готовой резьбы, а инструмент удаляет материал между вершинами, создавая профиль резьбы. Однако при накатывании удаления исходного материала не происходит, поэтому диаметр просверленного отверстия для эквивалентной резьбы должен быть несколько больше. Таким образом, профиль резьбы образуется за счет «выдавливания» метчиком материала заготовки.

Деформируемый в процессе накатывания материал становится прочнее, а образуемая поверхность — ровнее, что означает увеличение срока службы резьбы. Наконец, это предоставляет инженерам-конструкторам возможность оценить использование креплений меньшего диаметра.

Но у накатных метчиков также имеются недостатки.

Недостаток накатных метчиков заключается в том, что они требуют больший крутящий момент и большую мощность от станка, кроме того, инструмент должен быть крепче зажат в державке станка. Кроме того, накатный метчик дорогостоящий инструмент, поэтому его лучше применять при массовом производстве.

Ещё одним ограничением является то, что отверстие должно быть просверлено более точно, чем таковое отверстие при нарезании резьбы.

Литература:

1. Инструмент для образования резьбы. [Электронный ресурс] -Режим доступа — URL: http://studopedia.ru/3_79299_instrument-dlya-obrazovaniya-rezbi.html (Дата обращения: 04.06.16)
2. Накатывание резьбы на деталях машин. [Электронный ресурс] -Режим доступа — URL: <http://metizi.com/about.phtml?a=191> (Дата обращения: 29.07.16)
3. Технические советы. [Электронный ресурс] -Режим доступа — URL: <http://ru.filtron.eu/index.php/site/menu?cat=50> (Дата обращения: 29.07.16)
4. Твердый сплав. [Электронный ресурс] -Режим доступа — URL: <http://tverdysplav.ru/nakatyvanie-rezby-sokrashhaet-dorogostoyashhie-prostoi/> (Дата обращения: 29.07.16)

Интеграция виртуальных электростанций с национальной энергосистемой Узбекистана

Давронов Шохжахон Ризамат угли, магистрант

Ташкентский университет информационных технологий, Каршинский филиал (Узбекистан)

В статье рассматривается вопрос оснащения в ближайшем будущем большинства домов населения Узбекистана солнечными панелями (преобразователями), которые сами производят электроэнергию. Суммарная мощность этой энергии может измеряться сотнями мегаватт, что равно мощности средней электростанции. Например, один дом будет вырабатывать электроэнергию только для своих нужд, то есть очень мало. А при объединении всех солнечных установок в небольшом городе получится около 1 мегаватт электроэнергии. При объединении всех регионов в Узбекистане получится 100 мегаватт электроэнергии. Таким образом, мы будем получать электроэнергию не только от традиционных электростанций, но и от солнечных панелей, находящихся в домах людей. Эта система будет называться «Виртуальной электростанцией». В системе виртуальной электростанции каждая солнечная панель будет вырабатывать электроэнергию для нужд владельца, а лишняя электроэнергия, которая будет вырабатываться солнечными установками, будет отправляться в общую энергосеть города или района. Т. е. каждый дом, который будет иметь солнечные панели, сможет экспортировать лишнюю электроэнергию в общую сеть.

Ключевые слова: электроэнергия, солнечные панели, солнечные установки, виртуальная электростанция

The article is that most homes in the near future of the population of Uzbekistan will be equipped with solar panels (converters) and electricity will produce for themselves, the total capacity of this energy can be measured by the hundreds of megawatts of power, which is equal to the average of the power plant. For example, one House would provide electricity only for their needs then there is very little electricity, and when merging of all solar installations in small town happens about 1 megawatt of electricity. And when you combine all regions in Uzbekistan happen somewhere 100 megawatts of electricity. Thus, we will get electricity not only from traditional power plants, but also on the solar panels located in people's homes, this system will be called «Virtual power plant». In the system of virtual power plants each solar panel will produce electricity for the needs of the owner and excess electricity that will be produced by solar installations will be sent into the overall grid city or area, i.e. every house which will have solar panels will be able to export excess electricity network.

Keywords: electricity, solar panels, solar installation, a virtual power plant

Электронергия, это понятие знакомо каждому человеку, так как для удовлетворения нужд современной жизни мы все повседневно пользуемся электричеством. На сегодняшний день без электронергии не обходится никто и поэтому спрос на электронергию растёт с каждым часом. Из-за этой потребности временами случается нехватка электронергии. У традиционных электростанций иногда не хватает производительной мощности для удовлетворения нужд населения и производственных объ-

ектов. На сегодняшний день для повышения производства электронергии во многих странах строятся солнечные электростанции, которые, в свою очередь, состоят из солнечных преобразователей. В ближайшем будущем большинство домов в Узбекистане будут оснащены солнечными панелями (преобразователями) и электронергию будут производить сами для себя. Суммарная мощность этой энергии может измеряться сотнями мегаватт, что равно мощности средней электростанции. Тут возникает

вопрос, а что будет, если объединить все эти солнечные панели в домах людей, в одну электрическую сеть, подключить солнечные батареи к основной системе электроэнергии. Например, один дом вырабатывает электроэнергию только для своих нужд, то есть очень мало, а при объединении всех солнечных установок в небольшом городе получится около 1 мегаватт электроэнергии. При объединении всех регионов в Узбекистане получится около 100 мегаватт электроэнергии. Таким образом, мы будем получать электроэнергию не только от традиционных электростанций, но и от солнечных панелей, находящихся в домах людей. Эта система будет называться «Виртуальной электростанцией». В системе виртуальной электростанции каждая солнечная панель будет вырабатывать электроэнергию для нужд владельца, а лишняя электроэнергия, вырабатываемая солнечными установками, будет отправляться в общую энергосеть города или района. Каждый дом, оснащенный солнечными панелями, сможет экспортировать лишнюю электроэнергию в общую сеть. Владельцы солнечных установок будут получать прибыль или обмениваться электроэнергией с УзбекЭнерго, так как те дома, у которых есть солнечные

установки, тоже будут подключены к основной системе электроснабжения. По какой причине они подключены к основной системе электроснабжения, если у них есть солнечные установки? По той, что эти солнечные установки не будут иметь аккумуляторов для накопления электроэнергии. Вместо аккумуляторов, на которые уходит около 40% инвестиций, владельцы смогут купить ещё больше солнечных панелей, что приведет к большей выработке электроэнергии для экспорта и собственного употребления. Лишней электроэнергией можно будет обмениваться с национальными электростанциями через двойной счётчик измерения электроэнергии. Такие счётчики будут считывать как входящую электроэнергию, так и исходящую, и владельцы солнечных установок имеют возможность получать прибыль и возмещать ту электроэнергию, которой они пользуются в ночное время или в пасмурные дни. Они будут подключены к системе «Виртуальная электростанция», которая будет составлять огромную сеть децентрализованных электростанций, информация о которых объединяется в одном компьютере для мониторинга, управления и отчётности виртуальной электростанции (Рис. 1).



Рис. 1. Одна часть виртуальной электростанции

Устройства системы будут управляться с помощью специального программного обеспечения, которое будет управлять всеми аппаратными процессами. Весь этот процесс в главном компьютере будет управляться специальным программным обеспечением, эта технология будет называться клиент-серверной технологией. Главный компьютер, который и является виртуальной электростанцией, будет принимать данные через интернет от всех солнечных установок в городе и отправлять данные на главный пульт в УзбекЭнерго, для координации с основными мощностями производства электрической энергии (ГЭС, ТЭС, ТЭЦ и др.) (Рис. 2).

Виртуальная электростанция имеет множество преимуществ перед традиционными электростанциями.

В связи с тем, что энергия производится недалеко от места потребления, то есть самим населением, которое будет иметь солнечные установки, фактор потерь энергии при доставке сводится к минимуму или вовсе исчезает [1]. Это приводит к тому, что электроэнергию, вырабатываемую традиционными электростанциями, можно будет продавать в соседние страны для увеличения прибыли государства. В таблице 1 приведены преимущества и эффективные стороны «Виртуальной электростанции».

В заключение можем сказать, что с развитием общества и технологии спрос на электричество всё больше будет расти. И чтобы удовлетворять такой спрос в будущем «Виртуальные электростанции» станут незаменимой частью современного мира и производства электроэнергии.

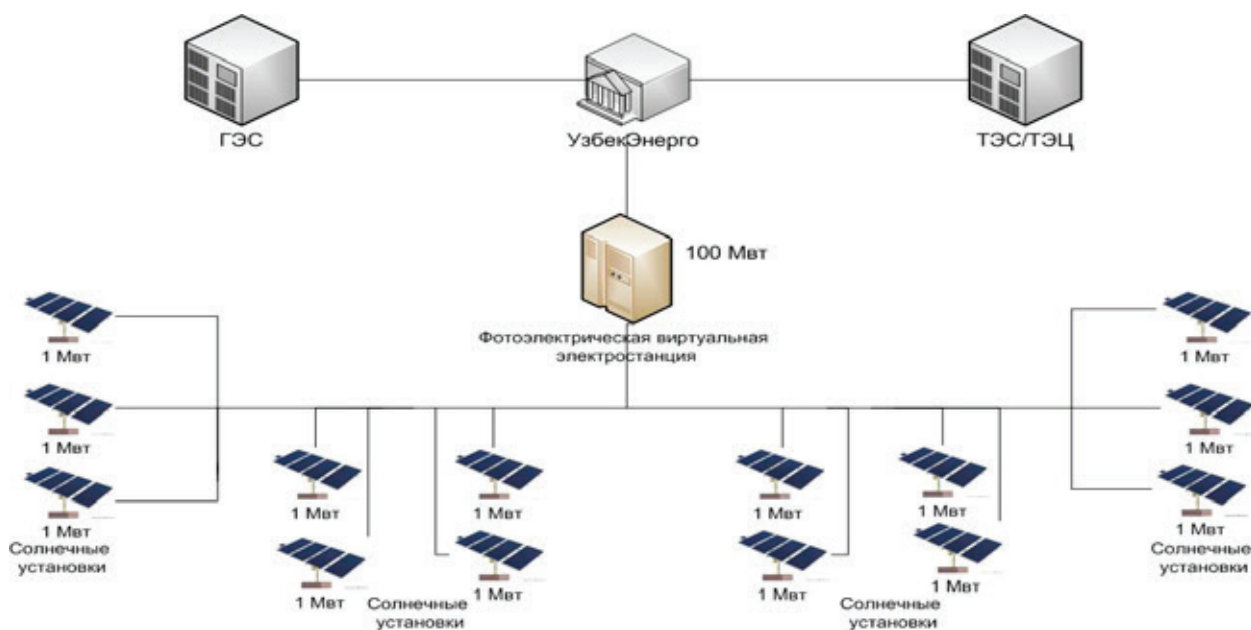


Рис. 2. Связь «Виртуальной электростанции» с УзбекЭнерго

Таблица 1. Функциональные возможности и эффект от внедрения Виртуальной электростанции [2]

Функциональные возможности виртуальных электростанций (ВиЭС)	Эффект от внедрения ВиЭС	
	Потребитель	Энергосистема
Управление распределенной генерацией (Оптимизация режимов сети)	Повышение надёжности электростанции (ЭС); Повышение энергетической и экономической эффективности ЭС; Возможность продажи на рынке излишков ЭЭ	Снижение пиковых нагрузок сети; Оптимизация регулирования нагрузки и режимов сети; интеграция ВиЭС в систему с сохранением ее стабильности
Управление потреблением электроэнергии (ЭЭ) (совмещение графиков нагрузки потребителей и источников ЭЭ)	Возможность получения экономии на потреблении ЭЭ за счет участия в программах управления потреблением	Снижение пиковых нагрузок сети за счет участия потребителей в управлении нагрузкой
Управление рынком резерва мощности (возможность использования резервной мощности)	Доход от продажи излишков мощности в сеть	Увеличение загрузки сетевых активов; Уменьшение объемов невостребованной мощности; снижение уровня инвестиций в сеть

Литература:

1. Nikonowicz, L. Virtual Power Plants — general review: structure, application and optimization / L. Nikonowicz, J. Milewski // Open Access Journal «Journal of power technologies». — 2012.
2. Кечкин, А. Ю., Е. Н. Соснина. Вопросы создания виртуальных электростанций в масштабе MICRO-GRID.
3. Комилов, А. Г., Давронов Ш. Р. Повышение коэффициента полезного действия преобразователей солнечной энергии путем их автоматизации. «Ишлаб чикариш корхоналарнинг энергиятежамкорлик ва энергия самарадорлик муаммоларини ечишда инновацион технологияларнинг ахамияти». Республика илмий-амалий анжумани. Қарши, 2016. 214–216 б.

Математические модели для определения технико-экономических показателей оценки эффективности процесса очистки картофеля аэродинамическим способом (некоторые результаты проекта 16-38-00343 РФФИ)

Джабборов Нозим Исмоилович, доктор технических наук, профессор;
 Захаров Антон Михайлович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;
 Зыков Андрей Владимирович, научный сотрудник
 Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (г. Санкт-Петербург)

Работа выполнена по проекту РФФИ № 16-38-00343. В статье приведены разработанные на основе теоретических исследований математические модели для определения технико-экономических показателей — производительности машины и энергоёмкости технологического процесса очистки картофеля аэродинамическим способом. Установлена тесная связь энергоёмкости технологического процесса очистки от производительности машины, плотности, влажности и температуры клубней и примеси, вместимости и частоты вращения чаши, температуры направленного воздушного потока и коэффициента поглощения тепла. Приведены расчетные формулы и методика определения удельных энергозатрат на привод рабочих узлов, на подогрев и подачу целенаправленного воздуха, систему вытяжки воздуха и его фильтрации.

Ключевые слова: аэродинамический способ очистки, технологический процесс, производительность машины, энергоёмкость процесса, энергоёмкость машины, удельные затраты энергии, энергетический эквивалент

Разработке и исследованию машин для сортирования и послеуборочной обработки картофеля и других клубнеплодов посвящены многочисленные работы отечественных и зарубежных ученых. В качестве примера можно привести работы Н. Н. Колчина, В. В. Миткова, И. М. Фомина, Г. А. Логинова и других [1–6]. Анализ показывает, что известные способы сухой и мокрой очистки клубнеплодов, хотя являются достаточно эффективными, но требуют совершенствовании с точки зрения обеспечения экологической безопасности, энергетической и экономической эффективности.

Предлагаемый аэродинамический способ относится к сухим способам очистки картофеля. Аэродинамический способ очистки включает в себя использование определенной воздушной нагрузки на поверхность клубня, а также создание постоянного потока воздуха с постоянной положительной температурой для вывода загрязненного воздуха из системы очистки в фильтрующий элемент.

При таком способе очистки на поверхность клубня подается направленный воздушный поток с определенным давлением и температурой.

Разработка мобильных или стационарных технических средств должна быть осуществлена на основе определенных научных принципов с прогнозированием показателей оценки эффективности их функционирования в конкретных условиях производства. В качестве примера можно привести работу [7], где подробно изложены научные основы синтеза высокопроизводительной техники для обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур. Одним из основных показателей эффективности технических средств является их производительность.

Производительность машины для очистки картофеля аэродинамическим способом представляет собой ее способность обеспечивать предреализационную очистку клубней в тоннах в единицу времени. Производительность машины $W_{\text{ч}}$ для очистки картофеля аэродинамическим способом зависит от вместимости и частоты вращения чаши, плотности определенного объема клубней, твердости и влажности примеси и поверхности клубней, их температуры, а также от коэффициента поглощения тепла клубнями и почвенной примеси.

С учетом этого производительность машины $W_{\text{ч}}$ для очистки картофеля аэродинамическим способом можно подсчитать по формуле:

$$W_{\text{ч}} = U_{\text{ч}} \cdot \rho_{\text{к}} \cdot n_{\text{ч}} \cdot C_{\text{с}}, \text{ т/ч} \quad (1)$$

где $U_{\text{ч}}$ — вместимость чаши, м³; $\rho_{\text{к}}$ — плотность определенного объема материала, т/м³; $n_{\text{ч}}$ — частота вращения чаши, мин⁻¹; $C_{\text{с}}$ — поправочный коэффициент.

Поправочный коэффициент $C_{\text{с}}$ определяется по формуле:

$$C_{\text{с}} = \left(\frac{p_{\text{Г}}^2 - p_{\text{Г}}^1}{p_{\text{Г}}^2} \right) \cdot \left(\frac{w_{\text{Г}}^1 - w_{\text{Г}}^2}{w_{\text{Г}}^2} \right) \cdot \frac{t}{\tau_1} \cdot \frac{1}{\varphi_{\text{П}}} \quad (2)$$

$p_{\text{Г}}^1$ — первоначальная твердость примеси и поверхности клубни до очистки, кг/см²; $p_{\text{Г}}^2$ — твердость примеси и поверхности клубни в начале образования твердой корки, г/см²; $w_{\text{Г}}^1$ — первоначальная влажность примеси и поверхности клубни до очистки, %; $w_{\text{Г}}^2$ — влажность примеси и поверхности клубни в начале образования твердой

корки, %; t – температура примеси и поверхности клубня до очистки, °С; τ_1 – температура направленного воздушного потока на клубни, °С; φ_{II} – коэффициент поглощения тепла клубнями и почвенной примеси.

С учетом выражения (1) и (2) общая формула для определения производительности машины для аэродинамической очистки картофеля можно представить в виде:

$$W_{\text{ч}} = U_{\text{ч}} \cdot \rho_{\text{к}} \cdot n_{\text{ч}} \cdot \left(\frac{p_{\Gamma}^2 - p_{\Gamma}^1}{p_{\Gamma}^2} \right) \cdot \left(\frac{w_{\Gamma}^1 - w_{\Gamma}^2}{w_{\Gamma}^2} \right) \cdot \frac{t}{\tau_1} \cdot \frac{1}{\varphi_{II}} \quad (3)$$

Энергоемкость технологического процесса представляет собой затраты энергии, необходимой для осуществления технологического процесса. Энергоемкость средств механизации (тракторов, сельскохозяйственных машин, стационарных машин для переработки и очистки продукции и т. д.) представляет собой затраты энергии на их производство и ремонт [8]. Энергетическая эффективность технологического процесса — показатель, устанавливающий соотношение между оптимальным значением энергии, соответствующим максимуму коэффициента полезного действия энергоресурсов, затрачиваемых на технологический процесс, и реальных (достигнутых в определенных условиях) затрат энергии на технологический процесс [9].

Энергетическая эффективность любого технологического процесса зависит от величины его энергоемкости. Применительно к мобильным сельскохозяйственным агрегатам, применяемым в растениеводстве, в работах [7–11] приведены детерминированные и вероятностные модели расчета и оптимизации энергоемкости технологических процессов и соответствующих технических средств. Эти модели не в полной мере описывают технологический процесс очистки клубнеплодов аэродинамическим способом.

Энергоемкость технологического процесса \mathcal{E}_{III}^o аэродинамического способа очистки картофеля можно определить по формуле:

$$\mathcal{E}_{III}^o = \mathcal{E}_{эл}^II + \mathcal{E}_B^{oc} + \frac{\mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{ж}}{W_{\text{ч}}}, \text{ МДж/т} \quad (4)$$

где $\mathcal{E}_{эл}^II$ – затраты энергии, выраженные расходом электрической энергии, МДж/т; \mathcal{E}_B^{oc} – затраты энергии, содержащейся в жидкости (воды) в фильтрующем элементе, МДж/т; \mathcal{E}_m – энергоемкость машины для очистки картофеля аэродинамическим способом, МДж/ч; $\mathcal{E}_{ж}$ – энергетические затраты живого труда на единицу времени, МДж/ч; $W_{\text{ч}}$ – производительность машины для очистки картофеля аэродинамическим способом, т/ч.

Затраты энергии, выраженные расходом электрической энергии $\mathcal{E}_{эл}^II$ определяется по выражению:

$$\mathcal{E}_{эл}^II = (Q_{\text{прив}}^{\text{ч}} + Q_{\text{общ}}^{\text{ПВ}} + Q_{\text{н}}^{\text{сж.ПВ}} + Q_{\text{подогр}}^{\text{возд}}) \cdot K_3 \cdot (1 + \xi_3), \text{ МДж/т} \quad (5)$$

где $Q_{\text{прив}}^{\text{ч}}$ – удельные затраты энергии на привод чаши, (кВт · ч)/т; $Q_{\text{общ}}^{\text{ПВ}}$ – удельные затраты энергии на образование общего потока воздуха в системе, (кВт · ч)/т; $Q_{\text{н}}^{\text{сж.ПВ}}$ – удельные затраты энергии на образование и подачи сжатого направленного потока воздуха на клубни, (кВт · ч)/т; $Q_{\text{подогр}}^{\text{возд}}$ – удельные затраты энергии на подогрев воздуха в системе, (кВт · ч)/т; K_3 – переводной коэффициент, учитывающий КПД (коэффициент полезного действия) электростанции и сетей, $K_3 = 3,6$. (1 кВт · ч = 3,6 МДж); ξ_3 – коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии на производство 1 кВт · ч электрической энергии.

Фактические затраты электрической энергии можно определить с помощью счетчиков электрической энергии.

Удельные затраты энергии на привод чаши $Q_{\text{прив}}^{\text{ч}}$ определяется по формуле:

$$Q_{\text{прив}}^{\text{ч}} = \frac{q_{\text{прив}}^{\text{ч}}}{W_{\text{ч}}}, \text{ (кВт · ч)/т} \quad (6)$$

где $q_{\text{прив}}^{\text{ч}}$ – расход электрической энергии на привод чаши за 1 час, (кВт · ч)/ч; $W_{\text{ч}}$ – производительность машины для аэродинамической очистки картофеля, т/ч, выражения (19) и (20).

Удельные затраты энергии $Q_{\text{общ}}^{\text{ПВ}}$ на образования общего потока воздуха в системе можно определить по выражению:

$$Q_{\text{общ}}^{\text{ПВ}} = \frac{q_{\text{общ}}^{\text{ПВ}}}{W_{\text{ч}}}, \text{ (кВт · ч)/т} \quad (7)$$

где $q_{\text{общ}}^{\text{ПВ}}$ – расход электрической энергии на образование общего потока воздуха в системе, (кВт · ч)/ч.

Удельные затраты энергии на образование и подачи сжатого направленного потока воздуха на клубни $Q_{\text{н}}^{\text{сж.ПВ}}$ определяются по формуле:

$$Q_{\text{н}}^{\text{сж.ПВ}} = \frac{q_{\text{н}}^{\text{сж.ПВ}}}{W_{\text{ч}}}, \text{ (кВт · ч)/т} \quad (8)$$

где $q_n^{сж.ПВ}$ – расход электрической энергии на образования и подачи сжатого направленного потока воздуха на клубни за единицу времени, (кВт · ч)/ч.

Удельные затраты энергии $Q_{подогр}^{возд}$ на подогрев воздуха в системе определяются по формуле:

$$Q_{подогр}^{возд} = \frac{q_{подогр}^{возд}}{W_ч}, \text{ (кВт} \cdot \text{ч)/т} \quad (9)$$

где $q_{подогр}^{возд}$ – затраты электрической энергии на подогрев воздуха в системе, (кВт · ч)/ч.

Затраты энергии, содержащейся в жидкости (воды) в фильтрующем элементе $\mathcal{E}_B^{оч}$ (МДж/т) можно определить по формуле:

$$\mathcal{E}_B^{оч} = H_в \cdot \theta_в, \text{ МДж/т} \quad (10)$$

где $H_в$ – объем воды для очистки загрязненного потока воздуха при очистке 1 т продукции, м³/т; $\theta_в$ – энергосодержание 1 м³ воды, МДж/м³.

Энергоемкость машины $\mathcal{E}_м$ для очистки картофеля аэродинамическим способом (МДж/ч) определяется из следующей зависимости:

$$\mathcal{E}_м = \frac{M_м \cdot \alpha_м}{100} \left(\frac{a_м}{T_n} + \frac{a_{мпр}}{T_з} \right), \text{ МДж/ч} \quad (11)$$

где $M_м$ – масса машины для очистки клубней аэродинамическим способом, кг; $\alpha_м$ – энергетический эквивалент машины, МДж/кг; $a_м$ – отчисление на (реновацию) полное восстановление машины, %; $a_{мпр}$ – отчисления на ремонт и техническое обслуживание (ТО) машины, %; T_n – нормативная годовая загрузка машины, ч; $T_з$ – зональная годовая загрузка машины, ч.

Энергетические затраты живого труда $\mathcal{E}_жс$ на единицу времени (МДж/ч) можно определить по зависимости:

$$\mathcal{E}_жс = n_p \cdot \alpha_ж \quad (12)$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.; $\alpha_ж$ – энергетический эквивалент затрат живого труда, МДж/ч.

Разработанные математические модели позволяют рассчитать производительность машины и энергоемкость технологического процесса очистки клубнеплодов (картофеля) аэродинамическим способом. Математические модели учитывают многочисленные факторы, влияющие на показатели эффективности и качества технологического процесса очистки клубнеплодов аэродинамическим способом.

Адекватность предложенных математических моделей, построенных аналитически, в дальнейшем будут проверены на основе проведения экспериментальных исследований экспериментального образца машины для очистки картофеля аэродинамическим способом. При этом сопоставляются результаты измерения параметров и показателей машины и технологического процесса в целом, с результатами предсказания предложенных математических моделей в идентичных условиях.

Литература:

1. Колчин, Н.Н. Машины для сортирования и послеуборочной обработки картофеля / Н.Н. Колчин. — Минск, 1966. — 300 с.
2. Технологическая линия подготовки корнеплодов / В.В. Митков [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. — 1983. — № 11. — с. 18–19.
3. Митков, В. В. Обоснование конструктивной схемы устройства для сухой очистки корнеплодов / В. В. Митков // Научно-техн. бюл. по механизации и электрификации животноводства. — Запорожье, 1983. — с. 52–56.
4. Логинов, Г. А., Фомин И. М., Орешин Е. Е., Захаров А. М. Экологические требования к технико-технологическим решениям при производстве картофеля / Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2010. № 82. с. 51–57.
5. Орешин, Е. Е., Степанов А. Н., Захаров А. М. Повышение эффективности сухой очистки картофеля щеточными валами / Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2013. № 31. с. 214–220.
6. Фомин, И. М., Захаров А. М. Энергетическая эффективность картофелеводства от технико-технологических решений / Техника и оборудование для села. 2012. № 1. с. 26–27.
7. Добринов, А. В., Джаббаров Н. И., Дементьев А. М., Евсеева С. П., Лобанов А. В. Разработать научные основы синтеза высокопроизводительной техники для обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур с прогнозированием эксплуатационных показателей и экспериментальный образец многооперационного агрегата блочно-модульной структуры // ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, Заключительный отчет о НИОКР за 2006–2010 гг, № ГР 01200852548, Инвентарный номер 022.011.00447, СПб-Павловск, 2010. — 67 с.
8. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. — М.: ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ, 1995. — 96 с.

9. Джабборов, Н. И., Добринов А. В., Эвиев В. А., Федыкин Д. С. Основы повышения энергоэффективности технологических процессов и технических средств обработки почвы. — СПб; Элиста: Изд-во Калм. ун-та, 2016. — 168 с.
10. Джабборов, Н. И. Вероятностно-статистический метод определения энергоемкости технологических процессов в растениеводстве / Методические указания. Тадж. НИИНТИ, Душанбе, 1992. — 41 с.
11. Джабборов, Н. И., Эвиев В. А. Эффективность использование техники по топливно-энергетическим затратам // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 2005. — № 4. — с. 26–28.

Математические модели для определения статических и динамических характеристик машины и процесса очистки картофеля аэродинамическим способом (некоторые результаты проекта 16-38-00343 РФФИ)

Джабборов Нозим Исмоилович, доктор технических наук, профессор;
Захаров Антон Михайлович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (г. Санкт-Петербург)

Работа выполнена по проекту РФФИ № 16-38-00343. В статье изложены результаты теоретических исследований технологического процесса очистки клубней картофеля аэродинамическим способом. Приведены математические модели для расчета средней и критической воздушной нагрузки на поверхности клубня, критической температуры, количества тепла, переданное клубню картофеля в процессе очистки, а также продолжительность процесса очистки картофеля аэродинамическим способом в зависимости от многочисленных факторов, влияющих на качество процесса.

Ключевые слова: аэродинамический способ очистки, клубни картофеля, воздушный поток, способы очистки, коэффициент адгезии, динамическая нагрузка, коэффициент поглощения тепла, воздушно-тепловой поток, критическая нагрузка, критическая температура

На поверхности клубней, особенно выращенных на тяжелых почвах, может содержаться прилипшая почва (осенью до 7–9%, весной до 4–5%) [1, 2, 3, 5]. Надежный способ ее удаления — мойка клубней. Но она сложна в реализации, энергоёмка. Поэтому все большее внимание привлекает сухая очистка клубней.

По результатам исследований [2] установлено, что наилучшее отделение почвенных примесей происходит на клубнях, выращенных на торфяной и супесчаной почвах, где коэффициент адгезии составил соответственно 0,02–0,05 и 0,02–0,06. На суглинистых и глинистых почвах отделение почвенных примесей затруднено, при этом коэффициент адгезии находится соответственно в пределах 0,04–0,08 и 0,05–0,1.

Влажность почвы для сухой очистки клубней картофеля известными способами не должна превышать 30% [1, 2, 3]. В противном случае клубни картофеля для сухой очистки не пригодны.

Клубни картофеля, имеющие округлую форму и гладкую поверхность кожуры, характеризовались более низким коэффициентом адгезии по сравнению с сортами, обладающими овальной формой и шероховатой поверхностью.

Анализ технологических процессов и конструкций технических средств позволил выявить основные недостатки применяемых в производстве способов очистки картофеля.

В качестве недостатков известных способов очистки картофеля можно отнести следующие.

Клубни, вышедшие из мойки, несут на своей поверхности воду, до 1% от их веса, поэтому их подвергают обсушиванию.

В зависимости от загрязненности картофеля расход воды для его мойки может колебаться от 1 до 6 м³/т.

При мойке сильно загрязненных клубней картофеля, снижается не только качество очистки, но и производительность моечных машин, при этом расход воды на мойку увеличивается в 1,5–2 раза.

Общими недостатками барабанно-щёточной машины является то, что в процессе очистки их барабанные грохоты забиваются растительными остатками и ботвой, а также низкое качество очистки. Из-за длинного ворса щеток, воздействие на загрязнения происходит боковой поверхностью, что не способствует очистке почвы из углублений и неровностей на поверхности картофеля.

Повреждаемость поверхности клубней, неспособность очищать загрязнения из углублений и неровностей являются существенными недостатками очистителя машины с кулачковым очистителем.

Недостатком транспортного очистителя является то, что рабочие органы в виде рельефно-обрезиненных барабанов не удаляют загрязнения из неровностей на по-

верхности клубней. К тому же, при очистке почвы повышенной влажности (более 24%) эффективность очистки резко снижается.

Обладая высокой производительностью, применяемые машины не способствуют эффективной очистке клубней при высокой влажности слипшейся почвы и при большом загрязнении клубнеплодов.

При высокой материалоемкости, значительных габаритах, наличии в конструкции большого числа технологически сложных деталей, применяемые машины не обеспечивают высокую производительность технологического процесса сухой очистки корнеплодов.

Анализ отечественных конструкций и современных машин западных фирм показывает, что очистители, оборудованные кулачковыми, вибрационными и грохотными рабочими органами, использующими динамическое воздействие на связанные загрязнения, не обеспечивают требуемого качества работы при высоком уровне загрязнений.

Увеличения эффекта очистки изменением параметров и режимов работы машин приводит к повреждению клубнеплодов.

Применяемая в настоящее время мойка клубней картофеля требует большого расхода пресной воды и затрат электроэнергии на сушку.

Кроме этого, эксплуатация моющих машин требует наличия системы канализации, отстоя, очистки загрязнённой воды, удаления остатков очистки, что является объектом загрязнения окружающей среды. В связи с этим большое внимание уделяется снижению использования воды в процессе очистки клубней картофеля и применению механических воздействий на обрабатываемый материал (сухая очистка).

Машины для сухой очистки корнеклубнеплодов, выпущенные в советское время ЛФКС — 3000 физически и морально устарели, и к тому же их выпуск прекращен. В связи с этим возникает необходимость разработки нового эффективного способа и устройства, лишенного вышеперечисленных недостатков и имеющие более широкие технологические возможности [3–5].

Предреализационная обработка картофеля включает ее очистку от примесей (почвенных частиц или пласта). При этом с наружного покрова картофеля убираются почвенные загрязнения при сохранении целостности клубня и его первоначального внешнего вида. Данный способ практически осуществляется в машинах для сухой очистки картофеля и используется для предреализационной подготовки картофеля с поставкой его к месту реализации без дополнительной доработки [6–8].

Настоящая работа направлена на повышение качества предреализационной обработки картофеля путем повышения эффективности очистки картофеля от примесей новым аэродинамическим способом.

Предлагаемый аэродинамический способ должен обеспечить ускоренную сушку картофеля и позволяет её очистить при влажности почвы, прилипшей к ней, более 30%.

Аэродинамический способ основан на применение сжатого нагретого воздуха до определенной температуры для очистки клубней. Предлагаемый аэродинамический способ относится к сухим способам очистки картофеля. Аэродинамический способ очистки включает в себя использование определенной воздушной нагрузки на поверхность клубни, а также создание постоянного потока воздуха с постоянной положительной температурой для вывода загрязненного воздуха из системы очистки в фильтрующий элемент. При таком способе очистки на поверхность клубни подается направленный воздушный поток с определенным давлением и температурой.

Сжатый воздух можно производить на месте потребления, экологичен и безвреден, удобен в применении. Сжатый и нагретый воздух, необходимый для чистки клубней, необходимо подавать через специальные форсунки специальной конструкции с эффектом эжектора. При этом струи сжатого воздуха увлекают за собой воздух, окружающий сопло. Применение таких форсунок обеспечивает надлежащую силу и геометрию продувки.

Система математических моделей учитывают многочисленные факторы, которые влияют на энергетические, технико-экономические и качественные показатели процесса очистки клубней аэродинамическим способом.

В общем случае, в математической модели для определения среднего динамического давления (воздушной нагрузки) необходимо учитывать вышеперечисленные факторы, такие как давление воздуха при выходе из форсунки, давление воздуха на поверхности клубня картофеля, изменение направления давления воздуха в зависимости от формы клубня.

Математическую модель для определения среднего значения воздушной нагрузки (динамического давления) можно представить в виде:

1. Среднее значение динамической нагрузки (воздушной нагрузки) P_g при постоянной воздушной нагрузке и температуре (Па или Н/м²) на поверхности клубни:

$$P_g = K_d \cdot p_{ad} \cdot P_n, \quad (1)$$

где K_d коэффициент, учитывающий изменение давления воздуха при выходе из форсунки для расстояния h до поверхности клубни картофеля; p_{ad} аэродинамический коэффициент, учитывающий изменение направления давления воздуха в зависимости от формы клубни; P_n давление воздуха на выходе из форсунки, Па.

Повышение эффективности очистки клубней можно достичь путем создания пульсирующего воздушного потока, то есть воздушной нагрузки и ее температуры. При этом среднее значение давления воздуха \bar{P}_n будет меньше, чем P_n — давление воздуха на выходе из форсунки, при постоянной воздушной нагрузке и температуре.

Пульсация воздушного потока это переменная составляющая на выходе из форсунки. Частота пульсации воздушного потока зависит от настройки системы подачи

сжатого воздуха и, скорее всего, представляет гармоническую нагрузку.

Коэффициент пульсации воздушного потока представляет собой отношение амплитуды наиболее резко выраженной гармонической составляющей на выходе форсунки к среднему значению давления воздуха \bar{P}_n .

Математическую модель для определения среднего значения динамической нагрузки (пульсационной воздушной нагрузки) \bar{P}_e (Па) при кратковременной (переменной пульсирующей) воздушной нагрузке и температуре на поверхность клубня картофеля можно представить в виде:

2. Среднее значение динамической нагрузки (пульсационной воздушной нагрузки) \bar{P}_e (Па) на поверхность клубня картофеля:

$$\bar{P}_e = K_\partial \cdot P_{ad} \cdot \bar{P}_n \quad (2)$$

При А) и В) значения P_e и \bar{P}_e могут иметь разный эффект действия на клубни.

Аэродинамический способ, по сравнению с известными способами очистки, должен быть экологически чистым, экономически и энергетически эффективным. Эффективность очистки зависит от степени сноса примесей с поверхности клубней. Степень сноса примесей от очищаемой поверхности клубня зависит от площади воздействия воздушного потока, значения механической нагрузки на клубень при его трении о другие клубни и о чашу машины, воздушной нагрузки, общей площади клубня, а также количества воздействия динамической нагрузки. С учетом этого, коэффициент, учитывающий снос грязи с поверхности клубня картофеля g_r можно определить по формуле:

$$g_r = \frac{F_B \cdot P_e \cdot n_B}{F_0 \cdot (P_e + P_m)} \quad (3)$$

где F_B — площадь воздействия потока воздуха на клубень, м²; P_e — среднее значение динамического давления (воздушной нагрузки) P_e на поверхности клубня картофеля, Па; n_B — частота воздействия потока воздуха (динамической нагрузки) на клубень; F_0 — общая площадь поверхности клубня, м²; P_m — среднее значение механической нагрузки на клубень картофеля при ее трении друг о друга и о чашу машины, Па.

Критическая воздушная нагрузка (динамическое давление) это нагрузка, превышение которой вызывает повреждение клубней картофеля.

Критическое динамическое давление (воздушной нагрузки) на клубень P_e^k (Па) определяется по формуле:

$$P_e^k = C_\partial^{\Pi} \cdot P_{экстр}^o \quad (4)$$

где C_∂^{Π} — поправочный коэффициент, учитывающий прочность кожуры клубней. (Прочность кожуры клубней зависит от структурно-механических свойств, то есть размера, массы, формы, относительной плотности, объемной массы, скважности, механической прочности различных

сортов картофеля, а так же от срока его хранения); $P_{экстр}^o$ — экстремальное значение давление воздуха, превышение которого вызывает повреждение клубней картофеля в начальном периоде хранения t_o^x клубней картофеля, Па.

Механическая прочность клубней картофеля определяется прочностью кожуры и мякоти на раздавливание, прочностью мякоти и кожуры на прокол и допустимой высотой падения.

Прочность кожуры и мякоти на раздавливание характеризует устойчивость картофеля к поверхностному или глубокому раздавливанию клеток.

Прочность кожуры и мякоти на прокол характеризуется усилием, которое необходимо для разрушения сравнительно небольшого количества клеток, проникающего в глубину. Прочность на прокол устанавливают вместе с кожей и мякотью пенетрометром.

При хранении картофеля прочность мякоти увеличивается, особенно при низкой влажности воздуха.

Допустимая высота падения определяется как высота, при падении с которой картофель не приобретает видимых механических повреждений. Данный показатель зависит от прочности мякоти на раздавливание, а также от характера поверхности, на которую падает клубень и его массы.

Значения поправочного коэффициента C_∂^{Π} колеблются в широких пределах в зависимости от прочности кожуры картофеля различных сортов и продолжительности их хранения.

Значения поправочного коэффициента C_∂^{Π} можно определить по формуле:

$$C_\partial^{\Pi} = \frac{(P_0) \cdot t_o^x}{(P_i) \cdot t_i^x} \quad (5)$$

где P_0 — первоначальное значение усилия, которое необходимо для разрушения сравнительно небольшого количества клеток, проникающего в глубину, соответствующее 2-х — 3-х дневному t_o^x периоду после уборки картофеля, Па; P_i — значение усилия, необходимое для разрушения сравнительно небольшого количества клеток, проникающего в глубину, соответствующего определенному сроку хранения t_i^x , Па; t_o^x — начальный период хранения картофеля, ч; t_i^x — время хранения клубней до предреализационной очистки картофеля, ч.

Среднее значение динамической нагрузки (пульсационной воздушной нагрузки) \bar{P}_e (Па) на поверхность клубня картофеля должна быть $\bar{P}_e \leq P_e^k$.

Среднее значение динамической нагрузки (постоянной воздушной нагрузки) P_e (Па или Н/м²) на поверхности клубня также должно быть $P_e \leq P_e^k$.

Критическая температура потока воздуха это такая температура, при которой кожура клубней получают температурный ожог.

Критическую (или экстремальную) температуру потока воздуха $T_{экстр}$ (°С), подаваемую на поверхность клубня можно рассчитать по формуле:

$$T_{\text{экстр}} = \frac{t_{\text{то}}^{\circ}}{C_{\circ}^{\Pi}} \quad (6)$$

где C_{\circ}^{Π} — поправочный коэффициент (4); $t_{\text{то}}^{\circ}$ — значение экстремальной температуры, причиняющий клубни тепловой ожог, соответствующий начальному периоду хранения картофеля t_{\circ}^x .

Под начальным периодом хранения картофеля t_{\circ}^x подразумевается время от уборки картофеля с поля, транспортировки и первичной очистки вплоть до постановки на хранение. В данном периоде кожура и мякоть картофеля имеют наименьшую прочность.

Предлагаемый аэродинамический способ очистки подразумевает применение теплого или горячего направленного воздуха под определенным давлением на очищаемую поверхность клубней. При этом естественно происходит передача определенного количества тепла очищаемому объекту. Количество тепла, передаваемого клубню, зависит от коэффициента поглощения тепла, площади поверхности клубня, первоначальной температуры клубня и примеси, и, естественно от температуры воздуха, подаваемого через форсунку.

С учетом изложенного, количество тепла, Q (Вт) переданное клубню картофеля через площадь S_{\circ} , можно определить по выражению:

$$Q = (T_{\circ} - t) \cdot S_{\circ} \cdot K^{\circ} \cdot \alpha_{\Pi} \quad (7)$$

где T_{\circ} — наружная, подаваемая через форсунку температура воздуха, °С; t — температура клубня и грязи на её поверхности, °С; S_{\circ} — площадь поверхности клубня картофеля, на которой подается воздух под давлением и определенной температурой, м²; K° — коэффициент поглощения тепла (теплопередачи от струи воздуха к поверхности), представляющий отношение тепла, поглощенного поверхностью клубня к падающему на него

тепловому потоку (Вт/м²·°С); α_{Π} поправочный коэффициент, учитывающий частоту и продолжительность воздействия воздушно-теплого потока на клубень.

Механические способы очистки различными рабочими органами (щеточными и т.д.) основаны на царапание грязи от поверхности картофеля.

Аэродинамический способ основан на принцип отрыва грязи от поверхности картофеля пульсационным воздушным потоком.

Аэродинамическое устойчивое колебание потока воздуха и воздушной нагрузки на клубень картофеля обеспечивает растрескивание почвенной корки (примеси) (рисунок 10).

При аэродинамическом способе очистки контрастный гидротермический режим почвы обеспечивает быструю сушку примесей. А быстрая сушка приводит к образованию твердой корки (рисунок 10). Это особенно характерно для глинистых грунтов, которые имеют высокую плотность, слипание и заплывание.

Прочность почвенной корки на поверхности клубней зависит от физико-механического состава прилипшей в них почвенной грязи.

Время образования почвенной корки на поверхности клубня зависит от твердости (плотности) ρ_{Γ} , влажности ω_{Γ} , температуры t клубни и примеси, температуры воздушного потока τ_1 и коэффициента φ_{Π} поглощения тепла клубня и почвенной примеси.

Среднее время очистки картофеля в зависимости от многочисленных факторов, влияющих на качество процесса, можно определить следующим уравнением:

$$T_{\text{очист}}^{\Pi} = \frac{T_{\Gamma}}{C_c} \quad (8)$$

где T_{Γ} — время воздействия направленного воздушного потока на клубни, ч; C_c — поправочный коэффи-



Рис. 1. Твердая почвенная корка на поверхности клубней картофеля и ее растрескивание в следствии контрастного гидротермического режима

циент, зависящий от твердости, влажности, плотности и коэффициента поглощения тепла почвенной примеси и поверхности клубня.

Поправочный коэффициент C_c определяется по формуле:

$$C_c = \left(\frac{p_G^2 - p_G^1}{p_G^2} \right) \cdot \left(\frac{w_G^1 - w_G^2}{w_G^2} \right) \cdot \frac{t}{\tau_1} \cdot \frac{1}{\varphi_{II}} \quad (9)$$

p_G^1 — первоначальная твердость примеси и поверхности клубня до очистки, кг/см²; p_G^2 — твердость примеси и поверхности клубня в начале образования твердой корки, г/см²; w_G^1 — первоначальная влажность примеси и поверхности клубня до очистки, %; w_G^2 — влажность примеси и поверхности клубня в начале образования твердой корки, %; t — температура примеси и поверхности клубня до очистки, °С; τ_1 — температура направленного воздушного потока на клубни, °С; φ_{II} — коэффициент поглощения тепла клубнями и почвенной примеси.

Вследствие образования и подачи сжатого воздуха, пульсации воздушного потока с большими скоростями, при движении общего потока воздуха в системе, включая

систему очистки загрязненного воздуха, в машине для аэродинамической очистки клубней может образоваться шум аэродинамического происхождения. Вопросы снижения возможного шума аэродинамического происхождения в системе может стать предметом отдельных исследований.

Разработанные математические модели являются аналогом машины и технологического процесса очистки клубней аэродинамическим способом. В связи с этим, значения параметров, полученные на основе разработанных моделей и объекте исследований, могут немного различаться. В связи с этим возникает задача установления близости разработанных математических моделей к реальному объекту исследований, то есть их адекватности.

В целом аэродинамический способ очистки клубней, как показывает анализ, является сложным процессом, и весь процесс сложно поддается полному строгому математическому описанию. В этой связи нами определены наиболее существенные параметры оценки, с помощью которых наиболее качественно охарактеризовать структуру и эффективность процесса.

Литература:

1. Устроев, А. А., Захаров А. М. Эффективность сухой очистки картофеля // Молодой ученый. — 2016. — № 4. — с. 84–87.
2. Воробей, А. С. Предреализационная подготовка картофеля машиной сухой очистки с профилированными вальцами. Дисс. канд. техн. наук. — Минск, 2011. — 131 с.
3. Рунцо, А. А. Основы расчета средств механизации для отделения примесей от корнеклубнеплодов / А. А. Рунцо, А. С. Климович // Вопросы сельскохозяйственной механики: ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. — Минск, 1970. — Т. 19. — с. 189–195.
4. Корбут, Л. А. Сельскохозяйственные машины и орудия Германии: технический обзор / Л. А. Корбут, С. В. Чуешкова; под ред. Л. А. Корбут, С. В. Чуешковой. — Берлин, 1947. — 613 с.
5. Prüfbericht Rubentrockenreiniger mit Brochtr «F-160» Hersteller: VEB.Dampfer — ban Lommmatzech. — № 2467. — 8 с.
6. Захаров, А. М., Орешин Е. Е. Повышение качества товарного картофеля / Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 1. с. 26–27.
7. Орешин, Е. Е., Захаров А. М. Эффективность использования блока сухой очистки при подготовке к реализации продовольственного картофеля / Молочнохозяйственный вестник. 2012. № 4 (8). с. 45–51.
8. Логинов, Г. А., Фомин И. М., Орешин Е. Е., Захаров А. М. Экологические требования к технико-технологическим решениям при производстве картофеля / Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2010. № 82. с. 51–57.

Анализ видов испытаний кварцевых резонаторов на механические воздействия

Джандаров Ахмед Расулович, магистрант;

Научный руководитель: Резчикова Елена Викентьевна, кандидат технических наук, доцент

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Статья посвящена вопросу испытаний кварцевых резонаторов на механические воздействия. Кратко рассматриваются виды механических воздействий на резонаторы и виды отказов после воздействия вибрации. Основное содержание статьи посвящено классификации и рассмотрению видов испытаний кварцевых резонаторов на механические воздействия. Автор дает краткую информацию, характерную для каждого вида

механического воздействия на резонаторы. В заключении статьи представлена итоговая классификация видов испытаний кварцевых резонаторов на механические воздействия.

Ключевые слова: механические испытания, вибростойкость, вибропрочность, фиксированная частота, качающаяся частота, ударные воздействия, ударная стойкость, ударная прочность

The article is devoted to testing of quartz resonators to mechanical impact. Briefly discusses types of mechanical stress on the resonators and the types of failures after exposure to vibration. The main content of the article is devoted to the classification and review of quartz resonators kinds of tests on mechanical impact. The author gives brief information specific to each type of mechanical influence on the resonator. In conclusion, the article presented the final classification of the types of tests quartz resonators to mechanical impact.

Keywords: mechanical tests, vibration, vibration, fixed frequency oscillating chastotota, shock effects, impact resistance, impact strength

Введение

Для обеспечения качества производимой продукции (а именно, кварцевых резонаторов) необходимо контролировать соответствие выходных характеристик пьезоэлемента номинальным параметрам, представленных в техническом задании. Таким образом качество продукции обуславливается результатами испытаний контролируемых изделий.

Целью испытаний кварцевых резонаторов является проверка соответствия их параметров заданным значениям и работоспособности при различных климатических условиях и механических воздействиях, что в конечном счете определяет надежность работы кварцевого резонатора [1].

В данной статье будут рассмотрены механические испытания применительно к кварцевым резонаторам.

Анализ механических воздействий

Кварцевые резонаторы при эксплуатации и транспортировке обычно находятся в условиях динамических воздействий.

При воздействии механических нагрузок на кварцевые резонаторы, в них возникают разного рода деформации,

сопровождающиеся довольно сложными колебательными процессами. Это может привести к различным дефектам при использовании кварцевых резонаторов в электронной аппаратуре. Например, трещина в кристалле, отрыв траверса, разрушение кристалла [2] (рисунок 1). Кроме того, под воздействием механических нагрузок в кварцевых резонаторах возникают не только локальные напряжения в конструкции, но и изменение электрических характеристик.

На рисунке 2 приведены виды возможных механических воздействий на кварцевые резонаторы.

Виды механических испытаний кварцевых резонаторов

Механические испытания кварцевых резонаторов сводятся к испытанию их на вибропрочность, вибростойкость, на ударную прочность, ударную устойчивость и на воздействие линейных нагрузок. Кварцевые резонаторы считаются вибростойкими и вибропрочными, если они противостоят разрушающему действию вибрации и не меняют значений своих параметров или меняют их в допустимых пределах [1].

Данные испытания проходят на специальной аппаратуре, называемой вибростендом. При испытаниях на ви-

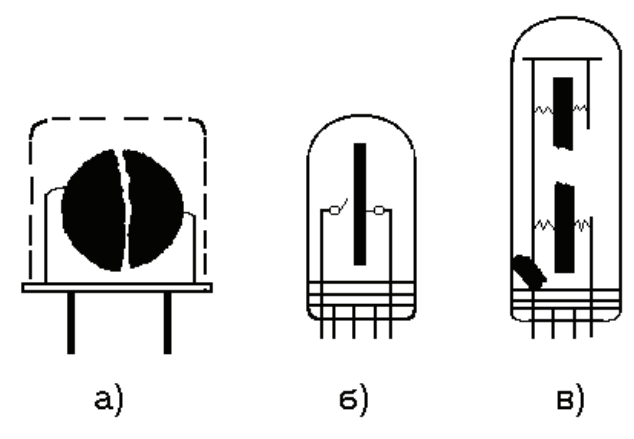


Рис. 1. Виды отказов кварцевых резонаторов после воздействия вибрации:
а) трещина в кристалле; б) отрыв траверса; в) разрушение кристалла

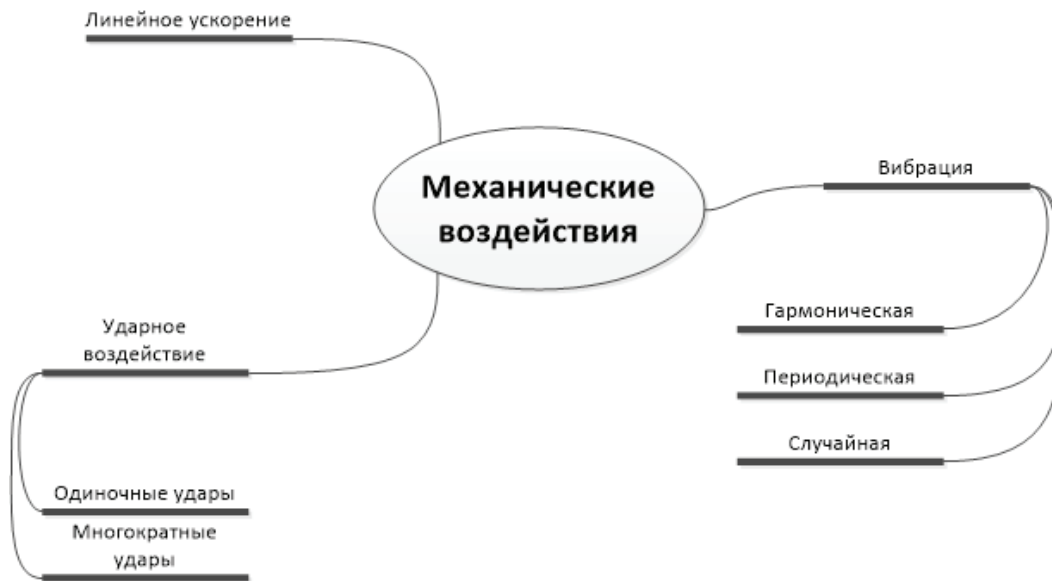


Рис. 2. Виды механических воздействий

броской частоту кварцевого резонатора измеряют во время разрушающего воздействия вибрации, на вибропрочность — после вибрации. Далее рассмотрим данные испытания по подробнее.

Испытания на вибростойкость. В данном случае контролируется способность кварцевого резонатора сохранять значение номинальной частоты в пределах норм в условиях вибрации в заданном диапазоне частот и ускорений.

Испытуемый резонатор с использованием специальных приспособлений и оснастки устанавливается и крепится к рабочему столу вибростенда. Генератор воздействиям вибрации не подвергается, и поэтому не крепится к рабочему столу вибростенда. Генератор обычно соединяется с кварцевым резонатором с помощью проводов минимальной длины. При измерениях учитывается их влияние на частоты резонатора.

Заданное ускорение должно обеспечиваться непосредственно в местах крепления резонатора. Испытание проводится в разного рода положениях, при которых эксплуатируются резонаторы, поочередно.

Во время проведения испытания измеряется величина отклонения реальной частоты резонатора от номинальной.

При плавном изменении частоты вибрации не должно наблюдаться уходов частоты резонатора, замеренных до испытания, сверх допустимых значений.

Испытания на вибропрочность. Проводятся для проверки способности кварцевых резонаторов противостоять разрушающему воздействию вибрации [3], а так же сохранять значения номинальной частоты в пределах норм после ее воздействия.

При испытании на вибропрочность применяются следующие методы проведения испытаний.

Метод фиксированных частот. Данное испытание проводится при плавном изменении частоты в каждом

поддиапазоне с задержкой на фиксированных частотах (на определенное заданное время). Испытания могут осуществляться:

- на одной фиксированной частоте;
- на ряде частот механического резонанса;
- на ряде частот, заданных в рабочем диапазоне.

Структурная схема испытания методом фиксированных частот представлена на рисунке 3.

Синусоидальный сигнал с задающего генератора, усиленный с помощью усилителя мощности, подается на вибратор. Выходные характеристики с испытуемого изделия регистрируются измерительной аппаратурой.

Метод качающейся частоты. Данное испытание проводится при непрерывном изменении частоты вибрации от минимального до максимального значения и обратно с определенной скоростью прохождения диапазона частот. Основными параметрами, характеризующими метод качающейся частоты, являются:

- время одного цикла качания $T_{ц}$;
- скорость качания $n_{к}$;
- продолжительность испытаний $T_{п}$.

Диапазон высоких частот вибраций обычно намного шире, чем диапазон низких частот вибраций, следовательно, при качании частоты с постоянной скоростью в пределах рабочего диапазона область низких частот будет проходить за меньшее время, чем высокочастотная область. В результате обнаружение резонансов в низких частотах будет затруднено. В связи с этим обычно изменение частоты в пределах диапазона рабочих частот осуществляется по экспоненциальному закону.

$$f_{в} = f_{н} \cdot e^{kt} \quad (1)$$

где $f_{в}$ — частота вибрации в момент времени t , Гц;
 $f_{н}$ — нижняя частота рабочего диапазона, Гц;
 k — показатель степени, характеризующий скорость качания.



Рис. 3. Структурная схема испытания методом фиксированных частот

Так же следует учитывать, что при выборе большой скорости качания оценка свойств испытуемого ЭС будет проводиться с большими погрешностями, т.к. амплитуда резонансных колебаний изделия достигнет меньших значений, чем при малой скорости, а также возможны пропуски (необнаружения) резонансов. При выборе малой скорости качания длительное прохождение диапазона рабочих частот может вызвать повреждение испытуемого изделия на резонансных частотах и увеличение длительности испытаний.

Структурная схема испытания методом качающейся частоты приведена на рис. 4

Синусоидальный сигнал с задающего генератора, усиленный с помощью усилителя мощности, подается на вибратор. Выходные характеристики с испытуемого изделия регистрируются измерительной аппаратурой. Данные с измерительной аппаратуры поступают на зада-

ющий генератор. Таким образом, с помощью обратной связи происходит автоматическая регулировка уровня частоты.

Испытание на ударную прочность. Обычно ударные нагрузки возникают совместно с другими видами механических нагрузок и отличаются от них импульсным характером и кратковременностью действия

Целью испытаний на ударные нагрузки являются:

- проверка способности изделий противостоять разрушающему воздействию ударных нагрузок и, если необходимо, выполнять свои функции в процессе воздействия ударов и после их воздействия;
- оценка конструктивной прочности изделий;
- демонстрация возможности применения изделий в условиях воздействия ударных нагрузок. [3]

Резонаторы испытываются на ударную прочность при непрерывном воздействии ударов с установленными зна-

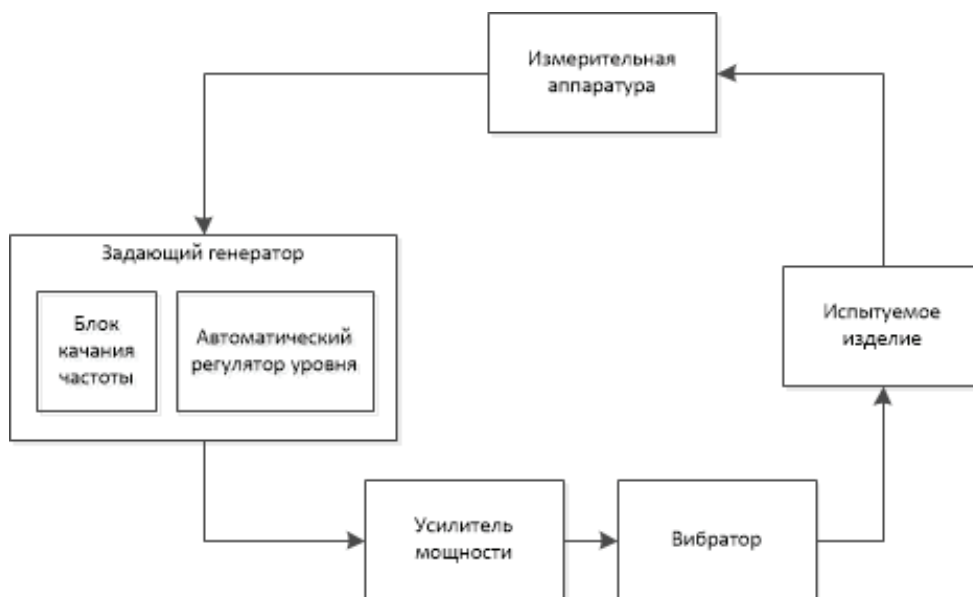


Рис. 4. Структурная схема испытания методом качающейся частоты

чением ускорения и продолжительностью ударного импульса. Значение ускорения обеспечивается в местах крепления резонаторов.

Резонаторы считаются выдержавшими испытания на ударную прочность; если их параметры и состояние конструкции после испытаний остаются в норме.

Испытание на ударную устойчивость. Испытания проводят с целью проверки способности резонатора выполнять свои функции в условиях действия механических ударов многократного действия. Испытание проводят под электрической нагрузкой, характер, параметры и метод контроля которой устанавливаются в стандартах и ТУ на изделие и в ПИ.

Испытание на воздействие линейных нагрузок позволяет проверить способность кварцевых резонаторов противостоять разрушающему воздействию линейного (центробежного) ускорения и выполнять функции в про-

цессе воздействия линейного ускорения. Испытание проводится на центрифуге.

Центрифуга должна обеспечивать получение линейного (центростремительного) ускорения, значение которого соответствует требуемой степени жесткости.

Резонатор считается выдержавшим испытание на воздействие центробежного ускорения, если после испытаний он удовлетворяет по параметрам и состоянию конструкции установленным требованиям.

На основе анализа результатов, полученных после испытаний, делаются соответствующие выводы и формируются дальнейшие требования по противодействию разрушающему воздействию вибрации во время перевозки, эксплуатации, и хранения кварцевых резонаторов.

Итоговая классификация видов испытаний кварцевых резонаторов на механические воздействия представлена на рисунке 5.



Рис. 5. Классификация видов испытаний кварцевых резонаторов на механические воздействия

Заключение

В данной статье были рассмотрены основные виды механических испытаний, актуальных для кварцевых резонаторов.

Дана краткая характеристика для каждого испытания. Итогом данной статьи является классификация видов испытаний кварцевых резонаторов на механические воздействия.

Литература:

1. Глюкман, Л. И. Пьезоэлектрические кварцевые резонаторы. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1981. — 232 с.
2. Джандаров, А. Р. Классификация кварцевых резонаторов с позиции их виброустойчивости // Молодежный научно-технический вестник. — 2016. — № 4.
3. Федоров, В., Сергеев Н., Кондрашин А. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств. — М.: Техносфера, 2005. — 502 с.

Адаптивная бурильная машина вращательного типа

Лемешко Михаил Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Волков Родион Юрьевич, аспирант

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета в г. Шахты

В статье приведены сведения о принципе автоматического регулирования гидравлической схемы бурильной машины. Целью работы является исследование адаптивного процесса вращательного бурения. Мы анализируем факторы, влияющие на процесс вращательного бурения, и описывает метод управления усилием подачи штанги на буримый материал, в зависимости от момента сопротивления вращению.

Изложены сведения об принципах работы и управления гидравлической схемой экспериментальной адаптивной бурильной машине.

Ключевые слова: адаптивная бурильная машина вращательного типа, вращательное бурение, гидравлическая схема, принцип управления, бурение

Вращательное бурение широко применяется при проведении неглубоких и глубоких скважин. В машинах вращательного бурения, как правило, используется или гидравлический или электрогидравлический привод, а процесс бурения, как правило, автоматизирован. В современных бурильных машинах автоматически поддерживаются режимы бурения близкие к оптимальным. Основными управляемыми параметрами бурильной машины является усилие подачи (иногда скорость подачи) — осевое усилие, с которым буровая штанга подается в направлении бурения и частота вращения буровой штанги. Известны адаптивные бурильные машины с электрогидравлическим приводом, в которых адаптация достигается за счет автоматического изменения усилия подачи при изменении момента сопротивления вращению. Например, в модернизированной бурильной машине «ЭБ-ГП-1А» [1] — колонковой бурильной машине, получившей наибольшее применение при подземных горных работах. В этих бурильных машинах при критическом увеличении момента сопротивления вращению, автоматически уменьшается усилие подачи, до значения, близкого к оптимальному. Конструктивно, машина выполнена так, что момент вращения воздействует на регулируемый клапан в гидролинии подачи масла в гидроцилиндры подачи. Эта связь обеспечивает, в некотором диапазоне, саморегулирование машины на режим, близкий к рациональному, когда условия бурения переменны. Увеличение момента вращения, автоматически приводит к уменьшению усилия подачи, и наоборот уменьшение момента вызывает увеличение усилия подачи. Теоретически этот процесс для адаптивной машины рассмотрен в работе [2], в которой изложен вопрос саморегулирования на основе положений теории резания. Известны также адаптивные бурильные машины, которые рассматриваются как система автоматизированного управления двумя связанными между собой рабочими движениями исполнительного органа: вращением и подачей буровой штанги в направлении бурения [3]. Это так называемые машины, имеющие двухдифференциальную структуру. Основы теории таких машин разработаны проф. Водя-

ником Г. М. [4] и проф. Дровниковым А. Н. [5], а также их учениками. В большинстве бурильных машин с адаптивными свойствами используется связь между приводом подачи и приводом вращения так, что момент вращения, при постоянной частоте вращения штанги, используется для управления усилием подачи [6]. Однако стендовые исследования такой бурильной машины с гидравлическим приводом [7] и двухдифференциальными связями показали слишком высокую чувствительность усилия подачи к изменению момента вращения. Это приводит к снижению производительности процесса бурения или к необходимости выполнения частых настроек степени этого влияния.

Нами разработана новая схема управления процессом вращательного бурения, и новая схема бурильной машины, в которой исключен указанный недостаток. В разработанной адаптивной машине вращательного бурения дифференциальные связи заменены на простое клапанное управление. Гидравлическая схема такого адаптивного привода приведена на рисунке 1.

Автоматическая работа бурильной машины обеспечивается тем, что привод снабжен дополнительным клапаном предельного давления в напорной гидролинии двигателя вращения буровой штанги, а золотник управления реверсом гидроцилиндра выполнен с гидравлическим управлением. При этом вход дополнительного клапана предельного давления соединен с напорной магистралью гидродвигателя вращения, а выход из дополнительного клапана предельного давления подключен к управляющей линии золотника управления реверсом гидроцилиндра.

Привод адаптивной бурильной машины состоит из автономной маслостанции, включающей электродвигатель и масляный насос; фильтра (не показан), первого клапана предельного давления, дополнительного клапана предельного давления, золотника управления реверсом гидроцилиндра, золотника управления гидромотором вращения буровой штанги.

Дополнительный клапан предельного давления 2 (см. рисунок), подключен входом к магистрали гидромотора 6, выход с дополнительного клапана предельного давления

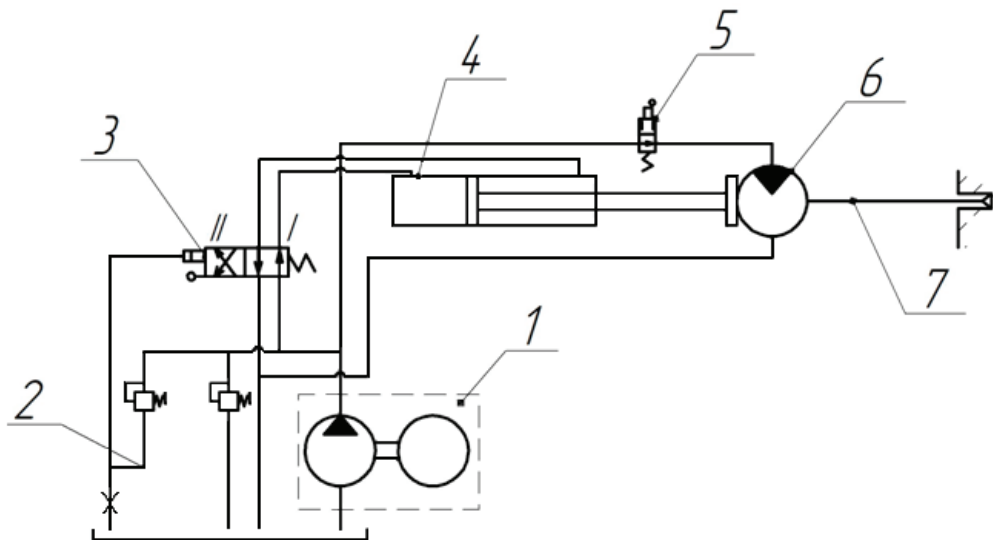


Рис. 1. Гидравлическая схема бурильной машины

подключен к управляющему входу золотника 3 управления реверсом гидроцилиндра, имеющего гидравлическое и ручное управления.

Работает привод следующим образом. После включения маслостанции 1, штанга буримой машины 7 подводится к месту бурения, включается золотник 5 управления гидродвигателем вращения штанги 6, штанга 7 с режущей коронкой начинает вращение, оператор бурильной машины, управляя золотником 3 включает на подачу гидроцилиндр 4, который прижимает штангу с коронкой к забою и начинается процесс бурения. Величина усилия подачи штанги на забой устанавливается давлением в подающей магистрали регулируемым клапаном на маслостанции. При

нормальных (регламентированных) условиях процесса бурения, гидроцилиндр подачи и гидромотор вращения, работают независимо, так как они подключены к маслостанции параллельно. В случае критического превышения момента вращения, например, при заклинивании штанги, или при резком уменьшении крепости буримого материала, увеличивается давление на входе в гидромотор, срабатывает дополнительный клапан предельного давления и золотник переключает привод на реверс, положение (II) золотника 3. При этом уменьшается усилие подачи, до момента, когда уменьшится момент сопротивления вращению. Далее процесс бурения продолжается после возврата золотника подачи в исходное положение (I).

Литература:

1. Патент на изобретение RUS № 2366791 от 16.11.2007. Адаптивная бурильная машина / Лемешко М. А., Остаповский А. А., Васин М. А.
2. Лемешко, М. А., Волков Р. Ю. Анализ вращательного бурения / Молодой ученый. — 2015. — № 21 (101). — с. 179–185.
3. Патент на изобретение RUS № 2473767, 29.07.2011. Адаптивная машина вращательного бурения / Лемешко М. А., Трифонов А. В.
4. Водяник, Г. М. и др. Сверление горных пород самонастраивающейся буровой машиной — В кн.: Горный породоразрушающий инструмент. Киев., — 1970, — с. 116–129.
5. Дровников, А. Н. Анализ, синтез и разработка адаптивных механизмов: — Автореферат дисс. д-ра техн. наук — Алма-ата, Казахский гос. ун-т, 1988. — 32с.
6. Дровников, А. Н., Лемешко М. А. Структурная схема динамической модели «адаптивный буровой станок — забой»/ Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2003. — № 8. — с. 147–149.
7. Лемешко, М. А. Стенд для исследования адаптивного процесса бурения с не силомомментными обратными связями/ Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2005. — № 4. — с. 314–315.

АЦП на основе ФАПЧ

Магеррамов Рафаэл Вагифович, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Аналогово-цифровые преобразователи являются одними из основных и важных электронных компонентов в измерительном и тестовом оборудовании. АЦП преобразует аналоговый сигнал (напряжение) в дискретный код (цифровой сигнал), над которым впоследствии выполняются определенные действия. Этот процесс представляет собой преобразование входной физической величины в числовое представление. К входной величине можно отнести любую физическую величину — ток, напряжение, частота импульсов, емкость, сопротивление и т.д.

Аналого-цифровое преобразование тесно переплетается с понятием измерения. Измерение — это процесс сравнения измеряемой величины с некоторым эталоном, в случае с аналого-цифровым преобразованием, происходит сравнение входного сигнала с опорным (опорным напряжением). Из этого следует, что преобразование есть не что иное, как изменение значения входной величины [1–4].

Основные характеристики АЦП

К основным характеристикам АЦП можно отнести частоту преобразования и разрядность. Разрядность выражается в битах, а частота обычно — в отчетах в секунду (SPS — samples per second). Чем выше скорость преобразования и разрядность, тем сложнее получить необходимые характеристики, и соответственно дороже и сложнее АЦП. Эти два параметра (скорость и преобразование сигнала) тесно связаны между собой, при повышении эффективной разрядности преобразования, понижается её скорость.

Типы АЦП

ФАПЧ. Введение

Во время работы и передачи цифровых данных особое внимание уделяется синхронизации.

Фазовая автоподстройка частоты (англ. PLL — phase-locked loop) — это система автоматического регулирования, которая подстраивает фазу входного сигнала (генератора) так, чтобы она соответствовала фазе опорного сигнала, либо отличалась на известную функцию от времени. ФАПЧ является очень важным и полезным схмотехническим узлом, который выпускается в виде отдельной интегральной схемы многими производителями.

В состав ФАПЧ входят:

- Фазовый детектор;
- Усилитель;
- Генератор управляемый напряжением.

ФАПЧ представляет собой сочетание аналоговой и цифровой схмотехники в одном корпусном исполнении. Частота настройки системы ФАПЧ определяется частотой управляющего сигнала. Сигнал рассогласования — это разность фаз управляющего сигнала и сигнала обратной связи. Так как настройка происходит по разности фаз, данная система является астатической по отношению к частоте.

Система ФАПЧ необходима для преобразования частоты (частотной модуляции и демодуляции), фильтрации, когерентного детектирования, определения опорного сигнала (колебания) и других целях [5–7].

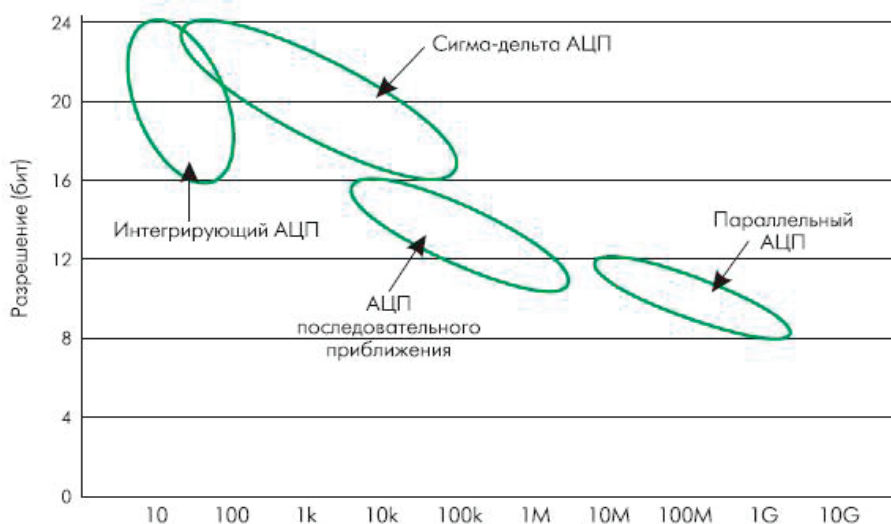


Рис. 1. Типы АЦП — диаграмма разрешения в зависимости от частоты преобразования

Блок ФАПЧ производит сравнение двух сигналов (входного и опорного) и генерирует сигнал ошибки, который соответствует разности между фазами двух входных сигналов. После сравнения сигнал ошибки проходит через фильтр низких частот и применяется в качестве управляющего сигнала для ГУН, создавая тем самым отрица-

тельную обратную связь. В случае отклонения частоты входного сигнала от опорного, сигнал ошибки увеличивается, воздействуя на генератор управляемый напряжением в сторону уменьшения ошибки. Во время «равновесия» опорного и входного сигнала, частота выходного сигнала равна частоте опорного сигнала.

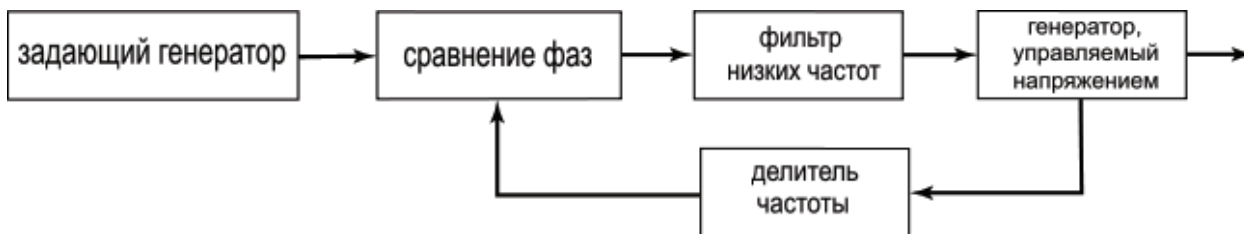


Рис. 2. Блок схема фазовой автоподстройки частоты (Синтезатор частоты)

ФАПЧ получил широкое применение в радиотехнике, телекоммуникациях, компьютерах и других различных электронных устройствах [8–13].

Схема АЦП с ФАПЧ. Основные блоки

Аналого-Цифровом преобразователе (АЦП) с промежуточным преобразованием аналогового сигнала (напряжения) в длительность импульса с помощью контура Фазовой Автоподстройки Частоты (ФАПЧ). Система ФАПЧ используется для частотной и фазовой модуляции и демодуляции, умножения и преобразования частоты двух входных сигналов (детектируемых сигналов). Обычно входным или выходным сигналов в устройствах с ФАПЧ является частоты. ФАПЧ — это система управления с петлей отрицательной обратной связи, в которой параметрами регулирования являются частота (то есть скорость изменения фазы на 360 угловых градусов за 1 секунду) или фаза сигнала, а не величина его напряжения или тока. В схеме, для которой в последствие будет собран фазовый детектор, предлагается нестандартная схема включения ФАПЧ с дополнительным параметром регулирования по напряжению. Ближайшим прототипом АЦП с ФАПЧ по со-

ставу является Синтезатор, который позволяет получить сетку стабильных частот. Одним из применений синтезаторов является использование их в качестве опорных генераторов в преобразователях радиочастотных сигналов. На рисунках 3 и рисунках 4 показаны функциональные схемы Синтезатора и АЦП с ФАПЧ, соответственно [14–17].

Предлагаемая схема АЦП с ФАПЧ содержит элементы Синтезатора, но в другом включении и дополнительными элементами. Основными компоненты данной функциональной схемы, как видно их рисунка, служат следующие элементы:

Источник Опорного Напряжения обязательный элемент АЦП, амплитуда выходных импульсов ФД равна Опорному Напряжению (U_p), а длительность импульсов T_x равна фазовому сдвигу между сигналами F_1 и F_0 ;

ФНЧ выполнен по схеме Пропорционального-Интегрирующего (ПИ) фильтра с дополнительным входом для подключения внешнего сигнала (U_x), который будет преобразован в двоичный код.

ПИ-фильтр [22] делает систему ФАПЧ астатической, т.е. установившееся среднее значение суммы токов от выходного сигнала ФД ($U_{фд}$) и входного U_x всегда равно нулю. За счёт интегратора и отрицательной обратной

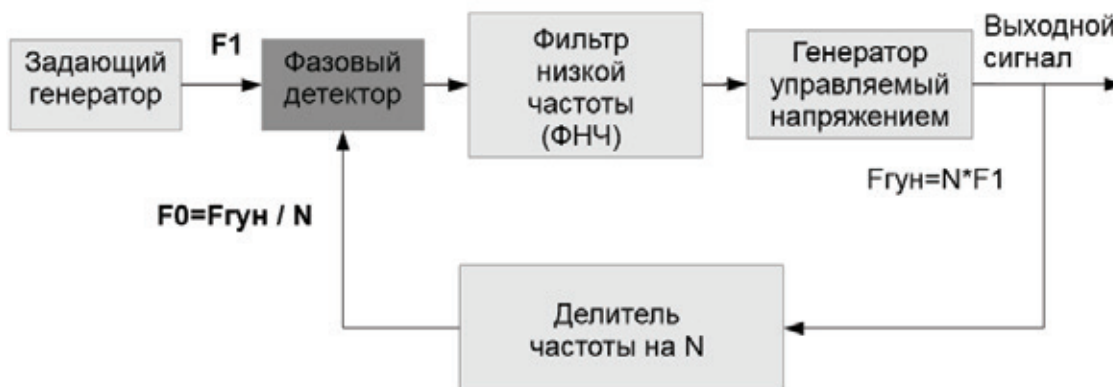


Рис. 3. Функциональная схема синтезатора частоты

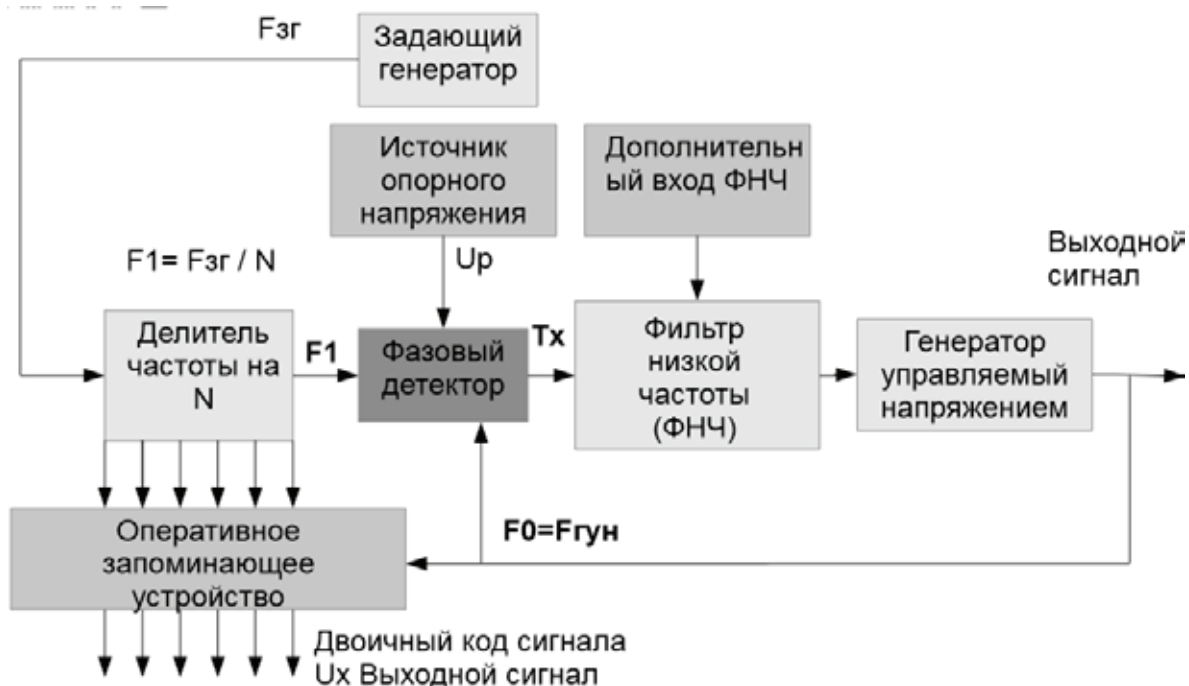


Рис. 4. Функциональная схема АЦП с ФАПЧ

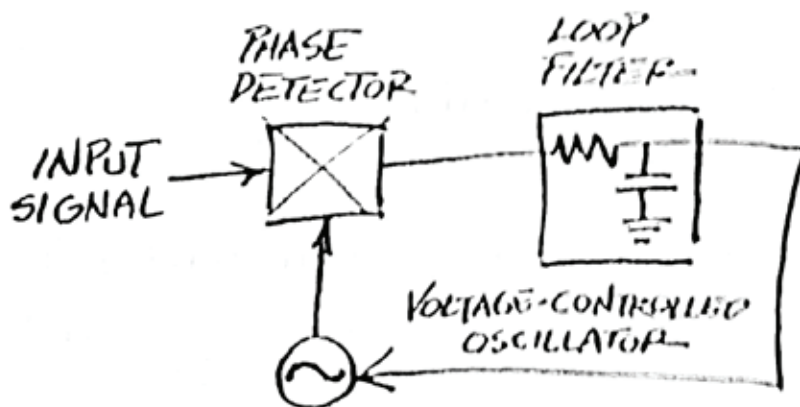


Рис. 5. Схема ФАПЧ 1932 год

связи напряжение на входе ГУН поддерживается таким, чтобы $F1 = F0$, а фазовый сдвиг T_x между сигналами $F1$ и $F0$ определяется выражением (2.1)

$$T_x = T1 \cdot U_x / U_p \quad (2.1)$$

Где $T1$ период частоты $F1$, U_x — входное напряжение, U_p — опорное напряжение АЦП. ОЗУ хранит текущее значение двоичного кода, запись которого производится в момент переднего фронта импульса сигнала $F0$.

Фазовый детектор (ФД) выполнен на логических элементах и имеет линейную выходную фазовую характеристику для обеспечения высокой точности преобразования.

В АЦП с ФАПЧ сигналы 2-х генераторов частот $F1$ и $F0$ являются внутренними, их форма напряжений должна быть прямоугольной, чтобы обеспечить работу ФД. Так как ФД определяет временной интервал между передними фронтами импульсов $F1$ и $F0$, то скважность импульсов не влияет на точность измерения фазового сдвига [18–20].

Историческая справка

Принцип фазовой автоподстройки частоты (синхронизации) действует повсеместно. Синхронизация была открыта Гюйгенсом в середине 17 века (1650–1680 годы), наблюдавшим подстройку периода часов, висевших на одной стене. Применение Фазовой Автоподстройки Частоты (ФАПЧ) в электронных приборах началась с 1932 года, когда француз Х. де Бельсиз первым описал схему синхронного приема сигналов, которая была проще и элегантнее использовавшейся тогда схемы супергетеродинного приема. Схема ФАПЧ в которой сигнал обратной связи заставляет управляемый напряжением автогенератора подстраиваться точно на частоту приходящего сигнала, широко применяется во многих современных устройствах обработки и передачи информации.

Литература:

1. Т. Н. Lee. «Phase Locked Loop Circuits» 2014 г.
2. К. Бойт. «Цифровая электроника» 2010 г.
3. Г. Г. Казённов. «Основы проектирования интегральных схем и систем» 2005 г.
4. А. И. Белоус, О. Е. Блинков. «Биполярные микросхемы для интерфейсов систем автоматического управления» 2004 г.
5. «Преобразователь напряжения в длительность импульса, стабилизированный ФАПЧ» журнал «СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА» № 6 2012 год.
6. Блехманн, И. И. «Синхронизация в природе и технике» 2013 г.
7. А. Уильямс «Применение интегральных схем» 2012 г.
8. У. Титце, К. Шенк «Полупроводниковая схемотехника», 2010 г.
9. Микушин, А. В. «Цифровые устройства и микропроцессора» 2014 г.
10. Статья «Расчёт фазового детектора. Коммуникации, связь, цифровые приборы и радиоэлектроника» 2013 г.
11. Мэндл, М. «200 избранных схем электроники» 2013 г.
12. Г. И. Изъюрова, Г. В. Королев «Расчет электронных схем» 2014 г.
13. Статья «Двенадцать базовых классических схем радиоэлектроники» 2013 г.
14. Т. Н. Lee «Phase Locked Loop Circuits» 2014 г.
15. Н. Camenzind «Designing Analog chips» 2013 г.
16. В. И. Сифоров «Электроника: прошлое, настоящее и будущее» 2004 г.
17. Блехманн, И. И. «Синхронизация в природе и технике» 2013 г.
18. К. Бойт «Цифровая электроника» 2010 г.
19. П. Хоровиц, У. Хилл «Искусство схемотехники. Перевод с английского под редакцией М. В. Гальперина» 2012 г.
20. Д. Каплан, К. Уайт «Практические основы аналоговых и цифровых схем» 2010 г.

От биологических процессов мозга к нейровычислителям

Портенко Геннадий Константинович, инженер-программист
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Работа посвящена вопросам анализа параметров систем искусственного интеллекта и изученных свойств естественных нейронов. Рассмотрены строение и структурные схемы естественного и искусственного нейронов. Особое внимание уделено принципам работы нейросетей, а также сравнению их функционирования с биологическим процессом.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, нейровычисления, нейроматематика

Potential development of artificial intelligence systems

Portenko G. K., engineer
MSTU named after N. E. Bauman

This work is dedicated to questions of artificial intelligence systems parameters analysis and study of neuron nets properties. Structure schemes of biological and technical neurons were overviewed. Especial attention was paid to principles of neuron nets work and to comparison of their functioning to biological processes.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, neurocalculations, neuromathematics

Первые труды с упоминанием нейронной сети датируются 1873 и 1890 годами в трудах Александра Бэна и Уильяма Джеймса [1, 2]. В них указано, что любая деятельность человека ведёт к активизации определённого набора нейронов. При повторении той же деятельности связи между конкретными нейронами усиливаются. Это

и ведёт к формированию памяти. Научное сообщество того времени восприняло теорию скептически, поскольку следствием её являлось возникновение чрезмерного количества нейронных связей в мозге. Однако, в наше время уже очевидно, что мозг чрезвычайно сложен, его изучения посвящено большое число работ [3, 4]. Надо полагать, что,

несмотря на все усилия, полностью принципы его работы вряд ли будут изучены в ближайшее время. Основу человеческого мозга составляют нервные клетки — нейроны. Количество нейронов в мозге достигает 1012, каждый из которых связан еще с тысячами и десятками тысяч других нейронов. Взаимодействуя между собой, нейроны обмениваются электрическими сигналами, тем самым обеспечивая работу мозга. Своеобразным проводником сигналов в пределах тела человека служит спинной мозг, обеспечивая передачу импульсов и взаимодействие организма с внешней средой посредством чувств, таких как осязание, обоняние и др.

Первые попытки человека симитировать деятельность мозга имели место в середине XX века. А именно, в 1956 году на конференции в Дартмутском университете Джон Маккарти в первый раз упомянул понятие искусственного интеллекта [5]. Поясняя такое определение, Маккарти констатировал, что основная проблема состоит в том, что не понятно, что именно представляют собой интеллектуальные процедуры. Понятна только вычислительная составляющая достижений поставленных перед нейронной сетью целей. Другими словами, не существует четкого определения искусственного интеллекта.

Основным отличием в мышлении «машин» и людей является способность человека принимать решения в не-

стандартных ситуациях, а именно такое понятие как интуиция [6, 7]. Обладая интуицией, человек имеет определенное преимущество перед компьютером, но очевидно значительно проигрывает в скорости вычислений.

В данной статье представлены результаты анализа известных сведений о функционировании биологических нейронных сетей, сравнение устройства биологического и искусственного нейронов. Также в рамках статьи приведена классификация типов современной аппаратной реализации нейросетей и нейровычислителей, проанализированы тенденции развития областей их эффективного применения [8–17].

1. Об адекватности моделей биологического нейрона и анализ противоречий нейробиологии

Рассмотрим подробнее структуру нейрона. Как известно, основные части нейрона — это ядро, дендрит (разветвленный отросток, отвечающий за прием сигналов от аксонов), аксон (длинный отросток, по которому импульсы идут от клетки к клетке) (см. рисунок 1.). На конце аксона находится синаптическое окончание, контактирующее с целевой клеткой. Импульсы передаются толчками от одного узла аксона (синапса) к другому (узлы называются перехватами Ранвье) со скоростью до 100 м/с [6, 7].

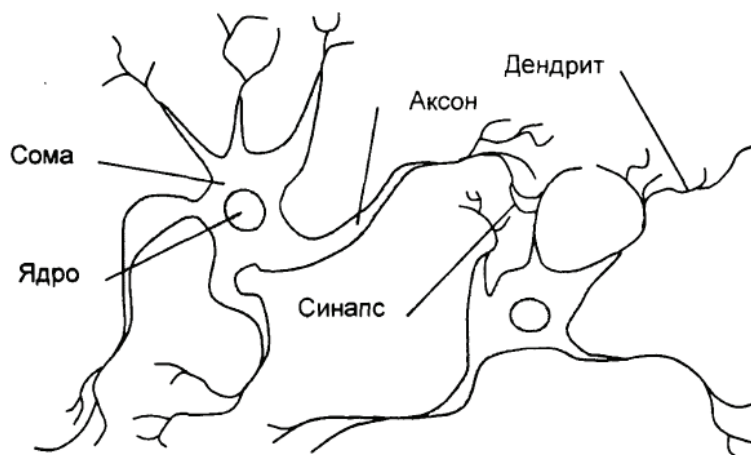


Рис. 1. Структура биологического нейрона

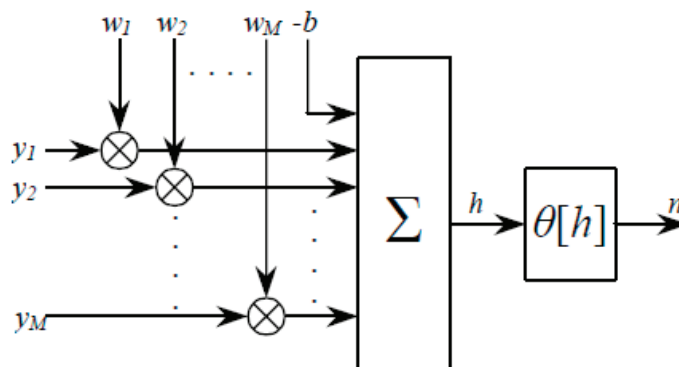


Рис. 2. Структура искусственного нейрона

Искусственный нейрон (нейроподобный элемент) является *упрощенной моделью* естественного (биологического) нейрона. То есть лишь в чем-то напоминает биологический нейрон, а не копирует его. При этом не учитывается ряд биологических процессов, происходящих в нейронных сетях. Схема искусственного нейрона показана на рисунке 2 [1].

На вход подается некоторое количество сигналов, после чего каждый из входов умножается на соответствующий вес. Здесь можно провести аналогию с биологической *синоптической силой*. Функция $\theta [h]$ — активационная характеристика, или передаточная функция нейрона.

В нейробиологии существует ряд противоречий. Во-первых, существуют две теории устройства мозга. Согласно одной из них каждая группа нервных клеток отвечает за конкретную функцию. Вторая теория гласит, что

в мозговой ткани протекают определенные процессы, важные для формирования поведения и организации психологического процесса [17]. В подтверждение последней теории выступают несколько фактов, в частности сохранение поведения после разрушения любой из частей мозга или реорганизация моторных функций.

Другое противоречие заключается в том, что в теории центральные (внутренние) нейроны подчиняются тем же правилам, что и экспериментально изученные периферийные (акцепторные, эффекторные) нейроны, но центральное возбуждение должно определяться получаемым индивидом опытом.

Таким образом, некоторые из перечисленных положений противоречат распространенным моделям нейронных сетей, некоторые же, наоборот, подтверждают их правильность. В таблице 1 приведены результаты сравнения биологического и искусственного нейронов.

Таблица 1. Отличия биологического нейрона от нейроподобного элемента

	Биологический нейрон	Искусственный нейрон
Процесс приема сигнала	Происходит в результате химической реакции в области синаптической щели при участии усиливающих или тормозящих нейротрансмиттеров и нейромедиаторов	Происходит в результате умножения входных сигналов на весовые коэффициенты
Процесс распространения сигнала	Амплитуда и скорость сигнала зависит от диаметра нервного волокна, с расстоянием уменьшается амплитуда и скорость распространения импульсов	Скорость и амплитуда сигналов одинакова в любой точке
Назначение нейронных соединений	Могут служить не только для передачи нервных импульсов, но и для организации структур с медленно меняющимися потенциалами [16]	Служат только для передачи сигналов
Тип сигналов	Аналоговый	Может быть как дискретным, так и аналоговым

Особенностью искусственной нейронной сети является наличие активационной (передаточной) функции. Выбор функции зависит от области применения разрабатываемой сети, характера моделируемой нелинейности. Наиболее распространенные типы активационных функций представлены в таблице 2.

Наиболее распространенной передаточной функцией является сигмовидная функция, отличающаяся тем, что

усиливает слабые сигналы лучше, чем сильные. Данная функция применяется в различных алгоритмах обучения нейросетей.

2. Анализ особенностей обучения нейронных сетей

Популярные в 60–80 годах XX века экспертные системы лишь пытались реализовать отдельные интеллек-

Таблица 2. Основные виды активационных функций нейрона

Название	Математическое представление	Особенности
Пороговая	$\theta(h) = \begin{cases} 0, & h < 0 \\ 1, & h \geq 0 \end{cases}$	Применима в устройствах на базе логических элементов
Линейная	$\theta(h) = h$	Область определения $(-\infty; \infty)$
Сигмовидная	$\theta(h) = \frac{1}{1+e^{-h}}$	Дифференцируема на всей оси абсцисс
Гиперболический тангенс	$\theta(h) = \frac{e^h - e^{-h}}{e^h + e^{-h}}$	Принимает как положительные, так и отрицательные значения, что является выгодным для ряда сетей

туальные действия. Их главной проблемой была малая схожесть с реальной архитектурой мозга человека.

Основной особенностью нейронных сетей является то, что они могут самообучаться. То есть, существует два режима работы нейросети: распознавание и обучение. Процесс обучения зависит от параметров сети, таких как количество нейронов в сети, структура связей, функции активации и конечно значения весовых коэффициентов [7]. Задавая различные параметры (синаптические весовые коэффициенты, смещение нейрона и др.) сети можно производить так называемое обучение сети. При этом в качестве учителя выступает какое-либо целевое значение, с которым сравнивается вычисленное сетью значение. Обучение сети является более правдоподобным при *отсутствии учителя*. В этом случае обучающее множество состоит только из входных значений, что гораздо больше приближено к биологическому процессу. Алгоритм обучения при этом настраивает весовые коэффициенты так, чтобы при близких входных векторах на выходе сети получались одинаковые значения.

Человеческий мозг устроен так, что в нашем сознании постоянно строится модель окружающего мира. Для каждого объекта внешней среды мы создаем в своей голове соответствующий ему образ, что позволяет в дальнейшем более адекватно воспринимать и обрабатывать информацию об объектах. С помощью нейрокомпьютера такой подход организовать достаточно сложно. Это является одной из причин, почему все еще остается невозможным достаточно точно смоделировать мышление человека.

3. Анализ вариантов технической реализации нейровычислителей

Несмотря на все усилия по созданию нейрокомпьютеров, «машины» все еще не в состоянии обучаться так же

эффективно, проблема научить «выделять главное» остается нерешенной [8, 9]. Однако ученые делают все возможное, чтобы больше узнать о принципах работы головного мозга. Инженеры в свою очередь не оставляют попытки создания устройств, принципы работы которых были бы максимально приближены к функционированию мозга человека. Основные виды современной технической реализации нейронных сетей представлены на рисунке 3.

Технические устройства, использующие распараллеливание обработки информации можно разделить на 3 основных типа:

- нейроэмуляторы — реализующие типовые операции (например, взвешенное суммирование) на программном уровне;
- нейроускорители — вставляемые в слот расширения или соединяемые по определенным интерфейсам и шинам;
- нейрокомпьютеры — логически законченные устройства.

Реализация этих устройств может быть аппаратной (алгоритмы работы нейросети заданы с помощью электронных схем) или программно-аппаратной (алгоритмы работы хранятся в ПЗУ) [9]. При этом в устройствах на логических электронных схемах нейронные сети реализуют определенные булевы функции, а нейроподобные элементы выполняют логические операции конъюнкции и дизъюнкции.

Возможна также модель, при которой выходные значения нейросети являются случайными величинами, область значений передаточной функции непрерывна и соответствие результата тому или иному образу определяется по принадлежности определенному интервалу.

К недостаткам программной реализации нейронных сетей можно отнести малое быстродействие. Достоинствами данного способа является простота реализации,



Рис. 3. Техническая реализация нейровычислителей

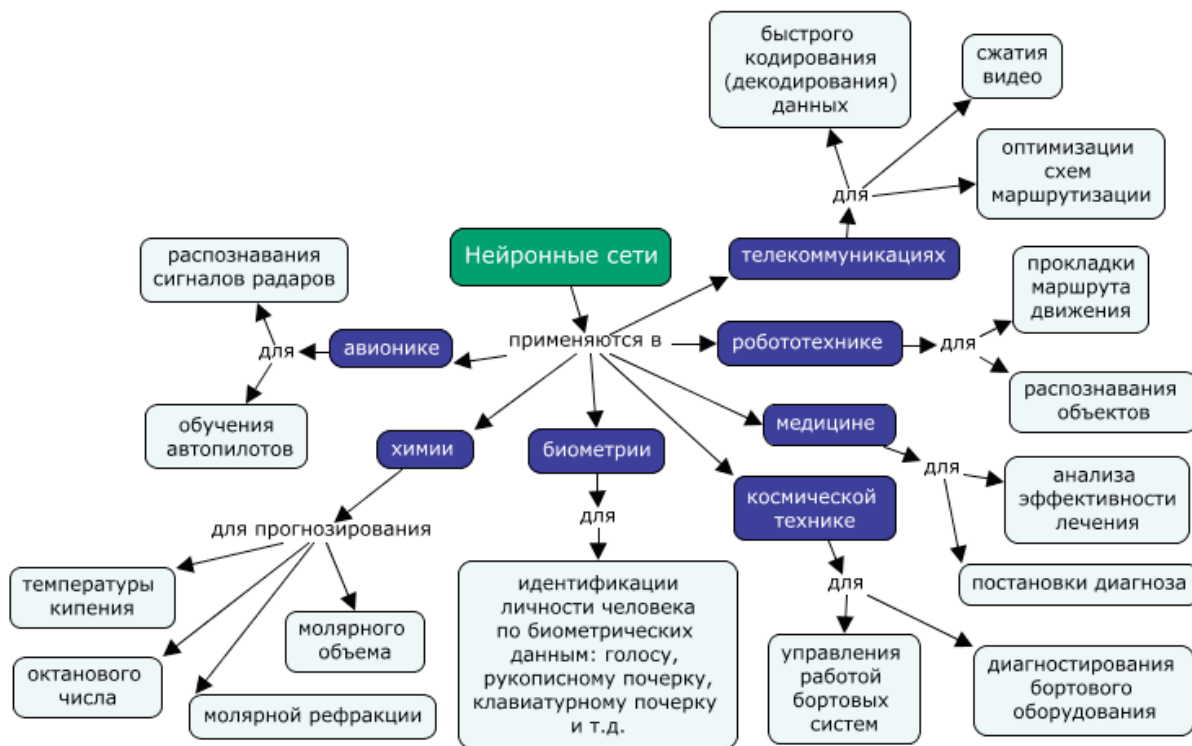


Рис. 4. Применение нейровычислителей

так как большинство языков программирования позволяют относительно легко описать алгоритмы функционирования сетей разной архитектуры.

4. Анализ областей применения нейровычислителей

Нейронные сети находят применение со временем все больше в самых разных областях [10–15]. Такие возможности нейросетей, как эффективное распознавание образов [10], принятие решений [13], финансово-экономическом анализе [11], активно применяются в робототехнике [12]. Возможность работы при наличии большого числа шумовых и малоинформативных входных сигналов находит применение в цифровой обработке сигналов и радиолокации.

Широко используются нейронные сети и в играх, таких как шахматы или считающаяся самой сложной интеллектуальной игрой — го. В 2016 году известный корейский игрок в го Ли Седоль сыграл с программой AlphaGo пять матчей и проиграл со счетом 1–4. Наиболее распространенные виды применения нейросетей представлены на рисунке 4.

Важно отметить, что искусственные нейронные сети, даже будучи лишь моделью естественных сетей, успешно применяются и способствуют развитию таких перспективных направлений, как космическая техника и др.

Вполне возможно, что именно совершенствование алгоритмов искусственных нейронных сетей приведет к прорыву в изучении работы мозга.

А такой прорыв просто необходим, для того чтобы, если не понять, то по крайней мере приблизиться к пониманию принципов функционирования самого сложного нейровычислителя.

Заключение

Проанализировав структуру и принцип действия искусственных интеллектуальных систем, а также выявив сходства и различия естественного и искусственного интеллекта, можно сделать следующие выводы.

Как бы далеко не продвинулись технологии, и как бы много человек не накопил знаний о принципах работы нашего мозга, мечта о создании роботов, мыслящих в точности как люди, и спустя многие годы, скорее всего, будет все так же далека от реальности.

Однако эффективность применения интеллектуальных систем уже сейчас ни у кого не вызывает сомнений. Вычислительные способности нейронных сетей успешно используются на практике во многих областях науки и техники, и с развитием технологии построения компьютеров будут использоваться еще эффективнее.

Литература:

1. Bain, A. The Senses and the Intellect// 1894.
2. James, W. The Principles of Psychology// 1890.

3. Сид Дейч. Модели нервной системы. М.: Мир. 1970. 328 с.
4. Круглов, В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. — М.: Горячая линия — Телеком, 2001. 382 с.
5. Маккарти Дж. Текст выступления на Дартмутской конференции // 1956.
6. Нейронные сети: история развития теории. Под общей ред. А. И. Галушкина, Я. З. Цыпкина. — М., ИПРЖР, 2001.
7. А. И. Галушкин. Нейронные сети. Основы теории. М., Горячая линия — Телеком, 2010. 496 с.
8. Шахнов, В. А., Власов А. И., Поляков Ю. А., Кузнецов А. С. Нейрокомпьютеры: архитектура и схемотехника. — Москва, 2000. Изд-во Машиностроение. Приложение к журналу «Информационные технологии». № 9. 64 с.
9. Власов, А. И. Аппаратная реализация нейровычислительных управляющих систем // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 1999. № 2. с. 61–65.
10. Балухто, А. Н., Булаев В. И., Власов А. И. и др. Нейрокомпьютеры в системах обработки изображений. Под ред. А. И. Галушкина и Ю. В. Гуляева — Москва, Изд-во ИРПЖР. 2003. Сер. Библиотека журнала «Нейрокомпьютеры: разработка. Книга 7. 192 с.
11. Яковлев, В. Л., Яковлева Г. Л., Власов А. И. Нейросетевые методы и модели при прогнозировании краткосрочных и долгосрочных тенденций финансовых рынков // В сборнике: VI Всероссийская конференция «Нейрокомпьютеры и их применение» Оргкомитет: Председатель оргкомитета Галушкин А. И. 2000. с. 372–377.
12. Vlasov, A., Yudin A. Distributed control system in mobile robot application: general approach, realization and usage // Communications in Computer and Information Science. 2011. Т. 156 CCIS. с. 180–192.
13. Горбань, А. Н., Россиев Д. А. Нейронные сети на персональном компьютере // Новосибирск: Наука, 1996. — 276 с.
14. Барский, А. Б. Нейронные сети — распознавание, управление, принятие решений // М: Финансы и статистика, 2004. — 179 с.
15. Jackson, P. Introduction to expert systems // Addison-Wesley, 1998. — 246 с.
16. Hawkins, J., Blakeslee S. On Intelligence // Times Books, 2004. — 272 с.
17. Pribram, K. Languages of the brain // Prentice-Hall, 1971. — 432 с.

Исследование и применение eye-tracking технологии на производстве

Спирин Илья Андреевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В данной статье рассмотрены основные аспекты, связанные с применением устройства eye-tracker на производстве. Так же исследован многомодальный интерфейс, позволяющий управлять компьютером дистанционно.

Ключевые слова: eye-tracker, многомодальный интерфейс, отслеживание, управление взглядом

При возникновении необходимости автоматизации участков на производстве появился широкий класс человеко-машинных автоматизированных систем управления (АСУ) в разных направлениях. При решении определенных задач возникает потребность повышения технического и организационного качества управления производственных процессов, что определяется повышением интеллектуального уровня АСУ и увеличения сложности поставленных задач. В последнее время произошли значительные изменения, связанные с исследованиями и разработками новых технологий в сфере человеко-машинного взаимодействия, позволившие существенно улучшить качество и гибкость управления, повысить возможности взаимодействия, которые способствуют разработке и внедрению более сознательных интерфейсов пользователя.

Есть ряд операторных профессий, в которых требуются специальные навыки и умения. Во-первых, способность переработки больших объемов информации, поступающей от разных источников по автономным каналам, во-вторых, быстрого принятия решения на основе поступивших данных и выполнения в короткий промежуток времени существенного количества операций с вычислительной техникой монотонного характера [1]. Так же многие люди не могут полноценно работать с компьютерными системами (выполнять определенные операции) из-за физических ограничений, например ампутации или парализации конечностей. Для этих людей разрабатывается специальный многомодальный интерфейс бесконтактного взаимодействия с компьютером посредством зрительного управления, отслеживания взгляда или жестов и речевого ввода [2].

Одним из таких АСУ является устройство eye-tracker. Eye-tracking технология — это методика фиксации положения и движений глаза с помощью специального устройства eye-tracker. Оборудование состоит из нескольких видеокамер и инфракрасных датчиков. Лучи инфракрасных ламп направлены на глаза человека и образуют на поверхности роговицы глаза блики. При помощи данных бликов происходит фокусировка камер, которые записывают движение взгляда человека по экрану.

В данной статье предлагается исследовать много-модальный интерфейс, основанный на технологии eye-tracking и применении его на участках производства. Данный многомодальный интерфейс взаимодействия человека и машины причисляется к классу пользователь-

ских интерфейсов [3] и базируется на основных входных модальностях: управление взглядом и речь. Обе составляющие являются активными [4] и инициируются напрямую человеком, поэтому они непрерывно фиксируются и обрабатываются интеллектуальными подсистемами интерфейса. Каждой модальности соответствует своя задача: движение взгляда при помощи eye-tracker определяет движение курсора по экрану компьютера и управление определенными функциями, а речевой интерфейс передает информацию о действии, которое необходимо выполнить с некоторым объектом графического пользовательского интерфейса. На рис. 1 показана схема аппаратно-программного комплекса многомодального интерфейса.



Рис. 1. Аппаратно-программный комплекс многомодального интерфейса

Рассмотрим более подробно, как происходит процесс отслеживания взгляда и управление компьютером. Важным аспектом является то, что устройство eye-tracker работает в инфракрасном диапазоне. Это позволяет избавиться от посторонних шумов и приборов освещения, которые затрудняют процесс отслеживания взгляда. Таким образом, устройство посылает инфракрасный сигнал на глазное яблоко, на котором видны блики, затем прибор автоматически записывает отраженный сигнал с помощью встроенных видеокамер и высчитывает угол отражения. В то же время eye-tracker посылает второй сигнал, которой устанавливает позицию человека относительно устройства. В итоге, прибор благодаря входным данным вычисляет координаты человека и координаты движения зрачка. Совокупность данных координат, определяющее положение зрачка и его перемещение позволяет совершать удаленный контроль компьютера. Предлагается разработать методологию, которая позволит моделировать нажатие клавиш на экране. Движения взгляда будет осуществляться за счет выявленных координат зрачка, а нажатие клавиш на экране будет происходить за счет фокусировки на определенном объекте (клавише). Данная разработка позволит решить проблему трудоёмких и мо-

нотонных операций оператора и даст возможность управлять компьютером людей с ограниченными возможностями, в том числе и на производстве [5].

Большое количество важной информации о человеческом поведении, интересах и распределении внимания может быть получено на основе анализа траектории движения его взгляда. Системы отслеживания направления взгляда используются с растущей популярностью в различных отраслях науки и техники. Кроме решения важных задач таких, как бесконтактный ввод данных в компьютер для пользователей с ограниченными возможностями, удаленное управление и анализ работы работника-оператора на комплексном производстве в соответствии с движением его зрачков, есть ряд других областей применения устройства eye-tracking: психологическое тестирование оборудования и интерфейсов пользователя, исследование сайтов и рекламной продукции производства, изучение умственных способностей работников и другие.

Тенденция развития данных исследований сохраняется последние годы, поэтому существует множество различных решений и инноваций в этой сфере. Например, существуют такие бесконтактные системы управления, как

«EC8» [6], «EyeTech VT2» [7] и «Tobii T60XL» [8]. Также имеются такие системы, как «EagleEyes В», которые применяют принцип электроокулографии. На пользователя надевается специальный шлем, оснащенный датчиками, которые фиксируют электромагнитный сигнал от мозга. Однако, вопрос разработки человеко-машинных бесконтактных интерфейсов по-прежнему актуален, так как существующие решения требуют дополнительных программно-аппаратных комплексов и их стоимость в настоящее время очень высока.

Так как тематика eye-tracking технологии популярна, то существуют открытые коды на языках C++ и C#, что позволило написать и доработать тестовую программу, с помощью которой можно имитировать действия мыши глазами. Основные команды, которые позволяет имитировать данный код, это: нажатие левой и правой кнопки мыши, колесо прокрутки, двойной щелчок левой кнопки мыши и написание текста при помощи экранной клавиатуры. Нажатие клавиш основывается на фокусировке глаз в конкретной точке экрана, тем самым позволяя решать проблему бесконтактного взаимодействия.

Подключив к компьютеру записывающее устройство звука и разработанную программу, тем самым мы создаем тестовый вариант многомодального интерфейса. При помощи микрофона и специального программного обеспечения будет производиться распознавание речи, а при помощи eye-tracker устройства и написанной программы будет осуществляться удаленное управление.

Экспериментально было произведено тестирование данного интерфейса на пяти добровольных пользователях. Респондентам предлагался определенный сценарий действий, который они должны выполнить последовательно двумя способами. Первый способ заключается в том, что при помощи клавиатуры и мыши пользователю необходимо найти в поисковой системе Google информацию о eye-tracking технологии и скопировать ее в MS Word. Второй способ состоит в выполнении тех же действий, только используя бесконтактный многомодальный интерфейс, сначала при помощи трекинга, затем при помощи микрофона. В таблице 1 указаны количественные результаты тестирования, и сравнение двух способов по среднему времени выполнения заданий.

Таблица 1. Сравнение бесконтактного и контактного интерфейсов человеко-машинного взаимодействия

Точность бесконтактного управления eye-tracker устройством, %	Точность распознавания речи, %	Время выполнения сценария, сек		
		Клавиатура+мышь	Управление при помощи eye-tracker	Управление голосовыми командами
72	93	50	83	94

Тестирование показало, что выполнение заданий при помощи контактного взаимодействия является самым быстрым и эффективным. Однако, управление при помощи eye-tracker устройства медленнее стандартного всего на 1,66 раз, а при помощи голосовых команд медленнее в 1,88 раз. При этом точность распознавания речи выше точности бесконтактного управления eye-tracker устройством. Сравнивая два бесконтактных способа, то можно сказать, что работа с eye-tracker прибором более эффективна, чем использование микрофона для ввода голосовых команд. Тем не менее многомодальный интерфейс предполагает совокупность работы двух данных методов, что позволит увеличить точность распознавания сигналов от человека и уменьшить скорость выполнения поставленных задач. Поэтому данный результат можно считать приемлемым, так как полученная скорость выполнения заданий при помощи многомодального интерфейса разрабатывается для работников-операторов и людей с ограниченными возможностями. Что в свою очередь, позволяет решать сложные производственные и труднореализуемые медицинские задачи.

В данной статье представлены результаты исследований бесконтактного человеко-машинного интерфейса, основанного на использовании распознавании речи и удаленном управлении при помощи eye-tracker устройства. Данный интерфейс предназначен для людей с ограниченными возможностями и для работников-операторов на труднодоступных производственных участках. Описана общая схема многомодального интерфейса, с объединением записывающего устройства звука и прибора eye-tracker. Разработана программа имитации действия мыши глазами и предложены варианты использования многомодального интерфейса на производстве. Применение многомодального пользовательского интерфейса позволит увеличить социально-экономическую интеграцию инвалидов в информационном обществе и позволит им трудоустроиться на производство и зарабатывать. Предложенный бесконтактный интерфейс позволит пользователям оставлять свой выбор на доступных им средствах взаимодействия с компьютером.

Литература:

1. Акимов, Д. А. — Разработка бесконтактного интегрального интерфейса оператора диспетчерского пульта дефектоскопии на непрерывной производственной линии — М: 2013

2. А. А. Карпов — когнитивные исследования ассистивного многомодального интерфейса для бесконтактного человеко-машинного взаимодействия // Информатика и ее применение, 2012. Т. 6. Вып. 2. с. 77–86
3. Карпов, А. А., Ронжин А. Л. — Многомодальные интерфейсы в автоматизированных системах управления // Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2005. Т. 48. № 7. с. 9–14.
4. Ронжин, А. Л., Карпов А. А. — Проектирование интерактивных приложений с многомодальным интерфейсом // Докл. Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), 2010. № 1. Ч. 1. с. 124–127.
5. Gostev, I. M., Sibirtseva E. A. — About one Model of Computer Control on the Basis of Gaze Tracking // Bulletin of PFUR. Series Mathematics. Information Sciences. Physics. № 2, 2014. С 248–252
6. Eye-Com Corporation [Электронный ресурс]. — URL: <http://eyecomcorp.com> (дата обращения 05.07.2016)
7. EyeTech Digital Systems [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.eyetechds.com> (дата обращения 01.08.2016)
8. Tobii Eye Tracking Research [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.tobii.com/en/eye-tracking-research/global> (дата обращения 01.08.2016)

Представление знаний о процессах с помощью многократных цепей Маркова

Старожиллов Никита Сергеевич, студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

Ключевые слова: process mining, АЦП, цепи Маркова

В XXI веке, веке информации и информационных технологий, происходит постоянное генерирование данных. Согласно исследованиям, за последние 10 минут, в мире было сгенерировано столько же данных, сколько за всё время существования человечества до 2003 года.

Основная часть генерируемых данных — это данные, о событиях, произошедших или запланированных. Главные источники подобных событийных данных — это информационные системы, базы данных в различных областях. К таковым можно отнести: образование, туризм, страхование, банковские данные, медицина и т.д.

Значительная часть подобной информации хранится в журналах событий, в логах, в базах данных. Как правило, это огромное количество строк, которые как раз и содержат информацию о данных, произошедших в определенном событии.

Process mining — это как раз то, что даёт ответ на вопрос «Что же делать со всеми этими данными», а именно, как их обрабатывать, исследовать, и какие делать выводы на их основе.

Целью данной работы является исследование и представление знаний о простом процессе; во время исследования найти в нем все составляющие большого процесса. Изучение данного вопроса будет происходить с помощью многократных цепей Маркова.

1. Process Mining

Process Mining находится на стыке таких областей знаний, как: Formal Modeling & Verification, Business Process Management, Data mining. Корни теорий и приложений формального моделирования, в каком-то смысле идут от логистики. С другой стороны сейчас РМ прежде всего включает в себя методы из Business Process Management. Это, в каком — то смысле прикладная, связанная с коммерцией область, управление бизнес процессами. Под бизнес процессами понимается не как различные коммерческие, а как процессы в прикладной области. Data Mining — это то, откуда были взяты основные методики, идеи. То есть мы анализируем данные (Data Mining), прикладные процессы (Business Process Management), используя при этом, в том числе, методы формального моделирования (Formal Modeling & Verification). Применение Process mining для анализа поведения пользователей информационных систем зависит прежде всего от наличия подходящих логов и от разумной постановки вопроса.

1.1 Цепи Маркова и АЦП

Теория вероятностей включает три раздела: случайные события, случайные величины, случайные процессы.

Цепью Маркова называют такую последовательность случайных событий, в которой вероятность каждого события зависит только от состояния, в котором процесс находится в текущий момент и не зависит от более ранних состояний.

Матрицей переходных вероятностей $P = \{p_{ij}\}$, характеризующей вероятность перехода процесса с текущим состоянием s_i в следующее состояние s_j , при этом сумма вероятностей переходов из одного состояния равна 1:

$$\sum_j = 1 \dots n \quad p_{ij} = 1$$

Процесс преобразования аналого-цифровых преобразователей (АЦП) рассматривается как случайный процесс с дискретным временем и конечным числом состояний. При анализе процесса преобразования используется аппарат цепей Маркова. Для полноты и удобства анализа АЦП рассматриваются как многоуровневые структуры. Анализируются особенности преобразования на различных уровнях

Анализ разработанных структур, учитывающих кодовые эквиваленты предыдущих значений входного сигнала, показал, что в основном алгоритмы их работы на втором уровне сводятся к определению поддиапазона нахождения сигнала с последующим определением значения сигнала в найденном поддиапазоне. Шаг квантования при этом изменяется по величине. Следовательно, процесс формирования текущего образцового уровня g может быть записан в виде

$$q[i] = \varphi(\omega, x[i-1], g[i-1], g[i-2], g[i-3]), \quad (3.6)$$

где $x[i-1]$ — значение соответствующего $x[i-1]$, с наложенным на него шумом.

Предполагаем шум нормальным, поэтому можем использовать интеграл вероятности.

Интеграл вероятности вычисляется по формуле:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

1.1 Спецификация данных

Обобщенная информация приведена в сводной таблице информации о требуемом формате представления данных.

Таблица 1. Требуемые форматы данных

Процедура	Описание
Float alf, bet, gam, del	ответ схемы сравнения эталона и входного сигнала
Void printny (nys *ny, int jny)	печать таблицы номер состояния
Pms pmt [200]	переходная матрица — из состояния в состояние при ответе схемы сравнения
Void printpm (pms *pm, int jny);	печать переходной матрицы
Void signal (float j, int d, sost q);	вспомогательный сигнал для определения всех переходов из состояния в состояние
Void fpm1 (nys *ny, int d, jny, float jm, real *pm1);	формирование матрицы переходных вероятностей
Void printpm1 (real *pm1, int jny);	печать матрицы переходных вероятностей

1.2 Формирование состояний в матрице

- Берем первое состояние, инициализируем, присваивая ему первый номер;
- Когда подаётся сигнал больше, переходим в другое состояние, учитывая, есть ли это состояние в матрице, если есть, тогда берем его номер, если нет, тогда его вводим и присваиваем следующий номер;
- Далее проделываем по аналогии пункта 2, вводя все состояния.

Получаем:

Таблица номер-состояние jny=63

1 k21=	16 k22=	0	22 k21=	19 k22=	18	43 k21=	20 k22=	21
2 k21=	24 k22=	16	23 k21=	17 k22=	18	44 k21=	19 k22=	19
3 k21=	8 k22=	16	24 k21=	15 k22=	14	45 k21=	18 k22=	19
4 k21=	28 k22=	24	25 k21=	13 k22=	14	46 k21=	17 k22=	17
5 k21=	20 k22=	24	26 k21=	11 k22=	10	47 k21=	16 k22=	17
6 k21=	12 k22=	8	27 k21=	9 k22=	10	48 k21=	15 k22=	15
7 k21=	4 k22=	8	28 k21=	7 k22=	6	49 k21=	14 k22=	15
8 k21=	30 k22=	28	29 k21=	5 k22=	6	50 k21=	13 k22=	13
9 k21=	26 k22=	28	30 k21=	3 k22=	2	51 k21=	12 k22=	13
10 k21=	22 k22=	20	31 k21=	1 k22=	2	52 k21=	11 k22=	11
11 k21=	18 k22=	20	32 k21=	31 k22=	31	53 k21=	10 k22=	11
12 k21=	14 k22=	12	33 k21=	30 k22=	31	54 k21=	9 k22=	9
13 k21=	10 k22=	12	34 k21=	29 k22=	29	55 k21=	8 k22=	9
14 k21=	6 k22=	4	35 k21=	28 k22=	29	56 k21=	7 k22=	7
15 k21=	2 k22=	4	36 k21=	27 k22=	27	57 k21=	6 k22=	7
16 k21=	31 k22=	30	37 k21=	26 k22=	27	58 k21=	5 k22=	5
17 k21=	29 k22=	30	38 k21=	25 k22=	25	59 k21=	4 k22=	5
18 k21=	27 k22=	26	39 k21=	24 k22=	25	60 k21=	3 k22=	3
19 k21=	25 k22=	26	40 k21=	23 k22=	23	61 k21=	2 k22=	3
20 k21=	23 k22=	22	41 k21=	22 k22=	23	62 k21=	1 k22=	1
21 k21=	21 k22=	22	42 k21=	21 k22=	21	63 k21=	0 k22=	1

1.3 Формирование переходной матрицы

- На полученные состояния могут подаваться сигналы, α, β ;
- Есть 1 состояние и подаётся сигнал α , т.е. сигнал идет выше, и смотрим в какое переходит состояние;
- Таким образом создаётся матрица переходов для всех состояний.

Переходная матрица.

1 I 2 3	22 I 44 45	43 I 43 43
2 I 4 5	23 I 46 47	44 I 44 44
3 I 6 7	24 I 48 49	45 I 45 45
4 I 8 9	25 I 50 51	46 I 46 46
5 I 10 11	26 I 52 53	47 I 47 47
6 I 12 13	27 I 54 55	48 I 48 48
7 I 14 15	28 I 56 57	49 I 49 49
8 I 16 17	29 I 58 59	50 I 50 50
9 I 18 19	30 I 60 61	51 I 51 51
10 I 20 21	31 I 62 63	52 I 52 52
11 I 22 23	32 I 32 32	53 I 53 53
12 I 24 25	33 I 33 33	54 I 54 54
13 I 26 27	34 I 34 34	55 I 55 55
14 I 28 29	35 I 35 35	56 I 56 56
15 I 30 31	36 I 36 36	57 I 57 57
16 I 32 33	37 I 37 37	58 I 58 58
17 I 34 35	38 I 38 38	59 I 59 59
18 I 36 37	39 I 39 39	60 I 60 60
19 I 38 39	40 I 40 40	61 I 61 61
20 I 40 41	41 I 41 41	62 I 62 62
21 I 42 43	42 I 42 42	63 I 63 0

1.4 Формирование матрицы переходных вероятностей

При сигнале и наложенном на него нормально распределенным шумом, мы подсчитываем для каждого перехода состояний вероятность точного сигнала

- Находясь в I состоянии при сигнале α переходжу в состояние Z с определенной вероятностью;
- Далее заполняем матрицу вероятностей для каждого перехода.

Получаем:

Матрица переходных вероятностей

1 I 0.000000 1.000000	33 I 0.000000 1.000000
2 I 0.000000 1.000000	34 I 0.000000 1.000000
3 I 0.000000 1.000000	35 I 0.000000 1.000000
4 I 0.000000 1.000000	36 I 0.000000 1.000000
5 I 0.000000 1.000000	37 I 0.000000 1.000000
6 I 0.000000 1.000000	38 I 0.000000 1.000000
7 I 0.022750 0.977250	39 I 0.000000 1.000000
8 I 0.000000 1.000000	40 I 0.000000 1.000000
9 I 0.000000 1.000000	41 I 0.000000 1.000000
10 I 0.000000 1.000000	42 I 0.000000 1.000000
11 I 0.000000 1.000000	43 I 0.000000 1.000000
12 I 0.000000 1.000000	44 I 0.000000 1.000000
13 I 0.000000 1.000000	45 I 0.000000 1.000000
14 I 0.000000 1.000000	46 I 0.000000 1.000000
15 I 0.977250 0.022750	47 I 0.000000 1.000000
16 I 0.000000 1.000000	48 I 0.000000 1.000000
17 I 0.000000 1.000000	49 I 0.000000 1.000000
18 I 0.000000 1.000000	50 I 0.000000 1.000000
19 I 0.000000 1.000000	51 I 0.000000 1.000000
20 I 0.000000 1.000000	52 I 0.000000 1.000000
21 I 0.000000 1.000000	53 I 0.000000 1.000000
22 I 0.000000 1.000000	54 I 0.000000 1.000000
23 I 0.000000 1.000000	55 I 0.000000 1.000000
24 I 0.000000 1.000000	56 I 0.000000 1.000000
25 I 0.000000 1.000000	57 I 0.000000 1.000000
26 I 0.000000 1.000000	58 I 0.000032 0.999968
27 I 0.000000 1.000000	59 I 0.022750 0.977250
28 I 0.000000 1.000000	60 I 0.500000 0.500000
29 I 0.000032 0.999968	61 I 0.977250 0.022750
30 I 0.500000 0.500000	62 I 0.999968 0.000032
31 I 0.999968 0.000032	63 I 1.000000 0.000000
32 I 0.000000 1.000000	

1 I 0.000000 1.000000	33 I 0.000000 1.000000
2 I 0.000000 1.000000	34 I 0.000000 1.000000
3 I 0.000000 1.000000	35 I 0.000000 1.000000
4 I 0.000000 1.000000	36 I 0.000000 1.000000
5 I 0.000000 1.000000	37 I 0.000000 1.000000
6 I 0.000000 1.000000	38 I 0.000000 1.000000
7 I 0.022750 0.977250	39 I 0.000000 1.000000
8 I 0.000000 1.000000	40 I 0.000000 1.000000
9 I 0.000000 1.000000	41 I 0.000000 1.000000
10 I 0.000000 1.000000	42 I 0.000000 1.000000
11 I 0.000000 1.000000	43 I 0.000000 1.000000
12 I 0.000000 1.000000	44 I 0.000000 1.000000
13 I 0.000000 1.000000	45 I 0.000000 1.000000
14 I 0.000000 1.000000	46 I 0.000000 1.000000
15 I 0.977250 0.022750	47 I 0.000000 1.000000
16 I 0.000000 1.000000	48 I 0.000000 1.000000
17 I 0.000000 1.000000	49 I 0.000000 1.000000
18 I 0.000000 1.000000	50 I 0.000000 1.000000
19 I 0.000000 1.000000	51 I 0.000000 1.000000
20 I 0.000000 1.000000	52 I 0.000000 1.000000
21 I 0.000000 1.000000	53 I 0.000000 1.000000
22 I 0.000000 1.000000	54 I 0.000000 1.000000
23 I 0.000000 1.000000	55 I 0.000000 1.000000
24 I 0.000000 1.000000	56 I 0.000000 1.000000
25 I 0.000000 1.000000	57 I 0.000000 1.000000
26 I 0.000000 1.000000	58 I 0.000032 0.999968
27 I 0.000000 1.000000	59 I 0.022750 0.977250
28 I 0.000000 1.000000	60 I 0.500000 0.500000
29 I 0.000032 0.999968	61 I 0.977250 0.022750
30 I 0.500000 0.500000	62 I 0.999968 0.000032
31 I 0.999968 0.000032	63 I 1.000000 0.000000
32 I 0.000000 1.000000	

1.5 Графики колебания значений при увеличении σ с шагом 0,1

Графики колебания значений при увеличении σ с шагом 0,1 представлены на рисунках 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

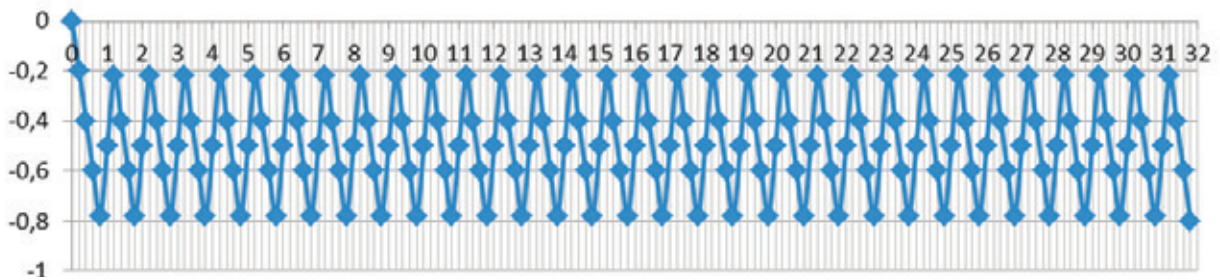


Рис. 1. График значений при $\sigma = 0,1$

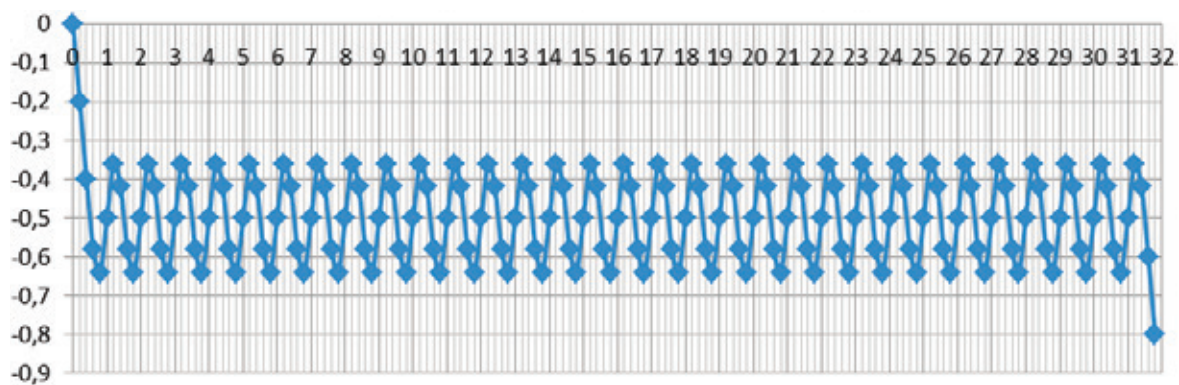


Рис. 2. График значений при $\sigma_{0,2}$

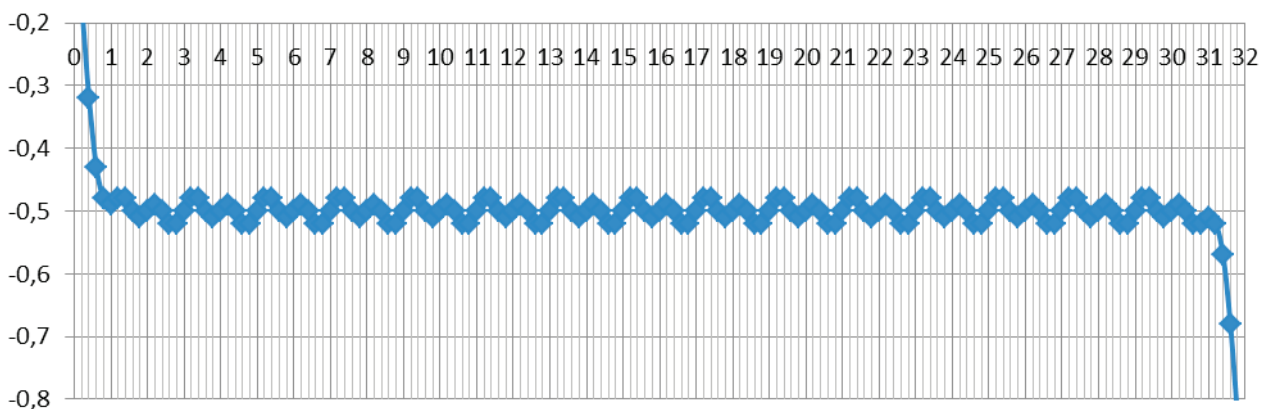


рис. 3. График значений при $\sigma_{0,3}$

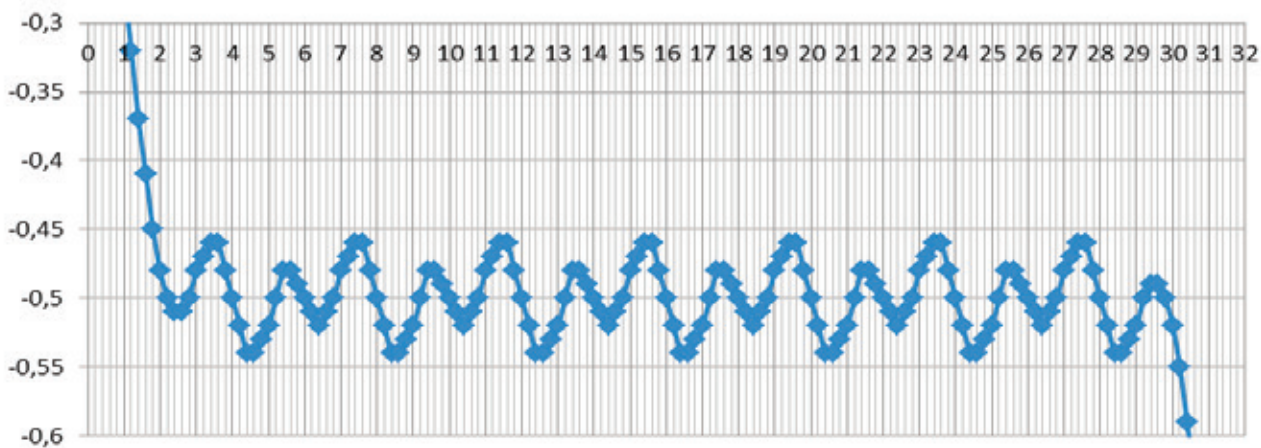


Рис. 4. График значений при $\sigma_{0,4}$

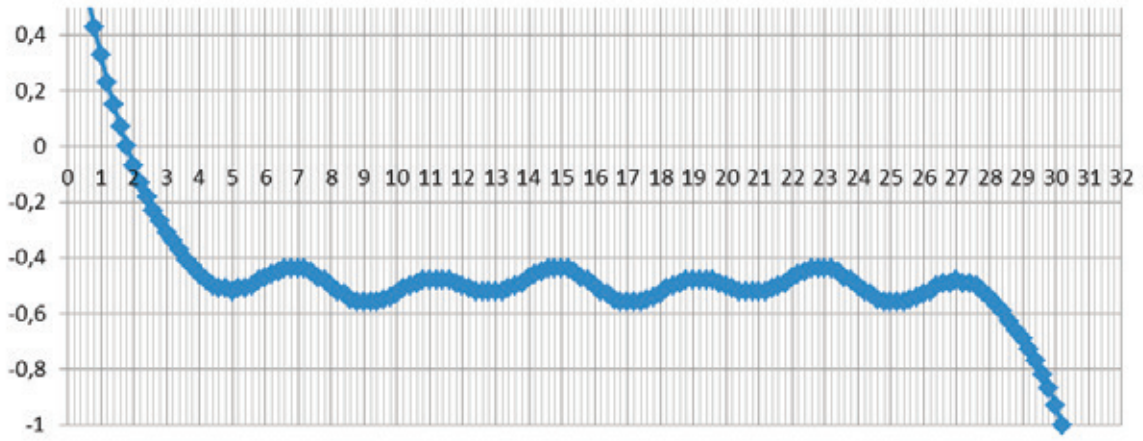


Рис. 5. График значений при $\sigma = 0,5$

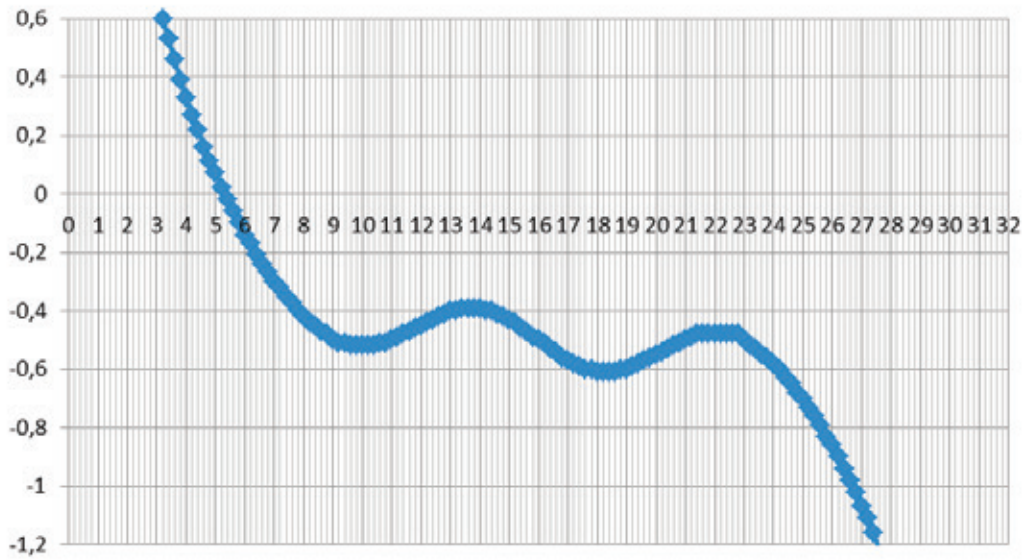


Рис. 6. График значений при $\sigma = 0,6$

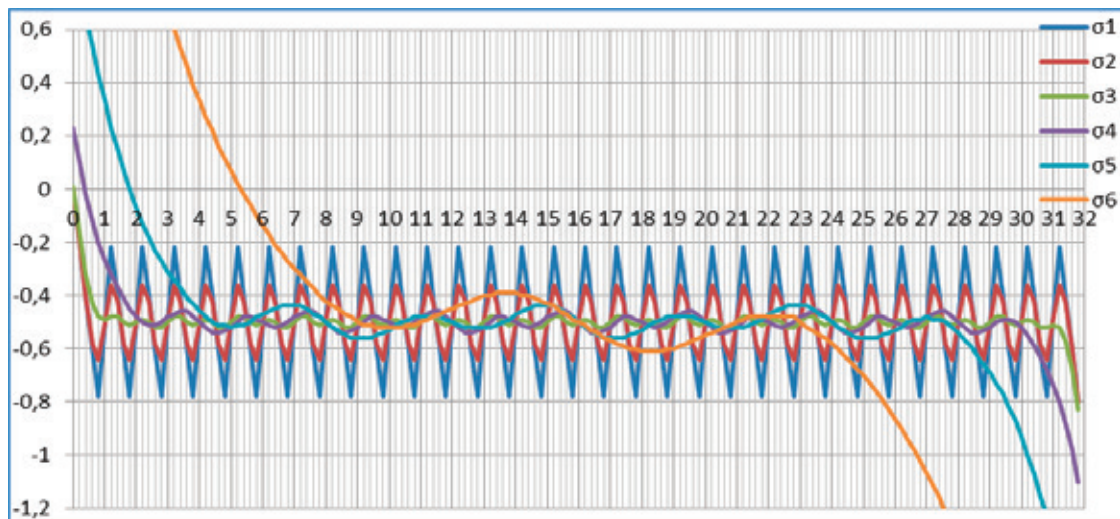


Рис. 7. График значений при $\sigma = 0,7$

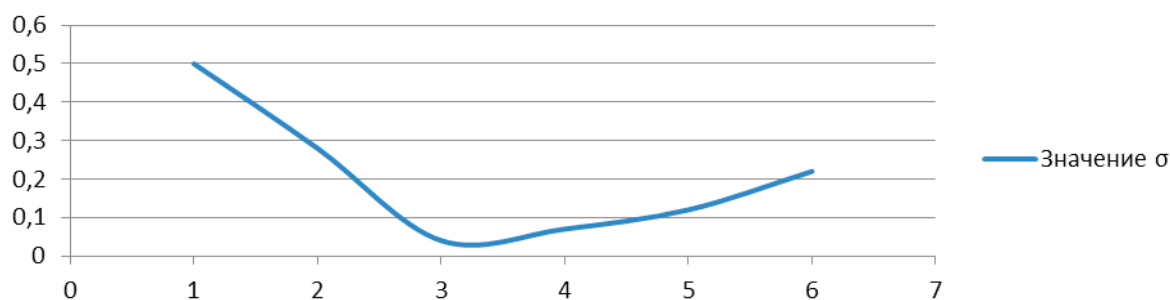


Рис. 8. График изменения значений амплитуд, с изменением значений σ

Заключение

На первом уровне осуществляется слежение за изменяющимся сигналом с переменным шагом квантования. Поэтому необходимо найти правила увеличения и уменьшения величины шага квантования, позволяющие уменьшить погрешность и число состояний АЦП. Проведенные исследования показали перспективность АЦП, в которых величина кодового эквивалента образцового уровня кратна величине шага квантования.

На втором уровне осуществляется преобразование постоянного сигнала, возможное при наличии помех и одиночных сбоев. Для борьбы с одиночными сбоями можно использовать алгоритмы преобразования с повышенной достоверностью. Были разработаны алгоритмы, в основе которых лежит допущение о том, что шаг квантования можно уменьшать при условии чередования ответов схемы сравнения. Также были разработаны алгоритмы, осуществляющие поиск поддиапазона расположения сигнала, а затем преобразования самого сигнала. Эти алгоритмы учитывают состояние процесса первого уровня.

На третьем уровне для борьбы с помехами можно использовать либо классическое усреднение, либо последовательный анализ. Таким образом, использование цепей Маркова позволило с единых позиций описать процесс преобразования существующих АЦП.

Так как число состояний цепи Маркова, описывающей процесс преобразования, сильно зависит от вида входного сигнала и от разрядности АЦП, то представляется целесообразным использовать аппарат цепей Маркова. При этом разрядность АЦП можно выбирать в пределах 4–7 разрядов, а в качестве входного сигнала можно использовать сигнал, описываемый однократной или двукратной цепью Маркова.

Таким образом, приведенные результаты показывают, что использование Марковских цепей позволяет однотипно, точно и быстро проводить вероятностный анализ различных АЦП.

Литература:

1. IEEE CIS Task Force on Process Mining. Process Mining Manifesto. LNBIP 99, pp. 169–194. Springer, 2012. DOI: 10.1007/978-3-642-28108-2_19
2. Wil van der Aalst. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. Springer, 2011.
3. Alexey Mitsyuk, Anna Kalenkova, Sergey A. Shershakov, van der Aalst W. Using process mining for the analysis of an e-trade system: A case study // Бизнес-информатика. 2014. Vol. 29. № 3. P. 15–27.
4. Suriadi et al. Understanding Process Behaviours in a Large Insurance Company in Australia: A Case Study. In Advanced Information Systems Engineering — LNCS, pp. 449–464. Springer, Valencia, Spain, 2013.
5. Научно-учебная лаборатория процессно-ориентированных информационных систем (ПОИС). — <http://pais.hse.ru/>
6. Process Mining Workbench. — <http://www.promtools.org/>
7. Андросенко, О. С., Девятченко Л. Д., Маяченко Е. П. Постановка задач Марковских процессов в формате программы WinQSB // Математика. Приложение математики в экономических, технических и педагогических исследованиях: Сб. науч. тр./ Под ред. М. В. Бушмановой. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2006. с. 3–13.
8. Вентцель, Е. С., Овчаров Л. А. Прикладные задачи теории вероятностей. — М.: Радио и связь, 1983. — 416 с., ил. 6. Воеводин В. В., Кузнецов Ю. А. Матрицы и вычисл.
9. Тихонов, В. И., Миронов М. А. Марковские процессы.
10. А. с. 780184 (СССР). Следящий аналого-цифровой преобразователь. / В. Э. Балтрашевич — Оpubл. В Б. И., 1980
11. А. с. 797064 (СССР). Следящий аналого-цифровой преобразователь. / В. Э. Балтрашевич — Оpubл. В Б. И., 1981, № 2.
12. Process Mining — https://ru.wikipedia.org/wiki/Process_mining
13. Использование Process Mining — <https://habrahabr.ru/post/244879/>

Создание шумозащитной модели габионного блока

Шандалий Павел Алексеевич, студент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Статья посвящена рассмотрению габионных конструкций вместо шумозащитных экранов. Проведён анализ сравнения данных сооружений по набору параметров и предложена своя модель габионной конструкции.

Ключевые слова: шумопоглощение, искусственные сооружения, инновации, экология, безопасность дорог

Одна из основных задач и проблем проектировщиков дорожных систем — это проектирование качественных работ по комплексному благоустройству прилегающих территорий. Это создание экологической, функциональной, эстетичной обстановки. Здесь же и возникает проблема устройства системы защиты населения от чрезмерного звукового воздействия со стороны дорог с большими показателями пропускной способности и интенсивности движения.

В основном, в случае резкой необходимости возведения шумоотражающих или шумопоглощающих конструкций, возводят именно шумозащитные экраны. Подобные конструкции создают ряд проблем для автомобилистов, такие как ограниченность пространства, уменьшение освещенности проезжей части, которые влекут за собой еще больший ряд проблем. Для исторических городов, например, стоит задача «сохранения облика» города, эстетический фактор строительства, что как раз является широкой областью исследования учёных в строительной и экологической сферах и основным недостатком установки шумозащитных экранов. [1, 2]

В настоящее время, габионы в строительной отрасли используются для армирования грунтов и в качестве укрепляющих конструкций при обустройстве береговых линий и дорожных откосов. Большая выгода наблюдается при строительстве габионных конструкций вместо монолитных подпорных стенок в долговечности, пластичности и цене.

Обзор литературы

Согласно СНиП 23–3–2003 «Защита от шума» и СП 51.13330.2011. «Защита от шумов и акустика зала» звукоизоляция внутренних ограждающих конструкций определяется индексом изоляции воздушного шума RW , дБ и индексом приведенного уровня ударного шума (изоляция ударного шума) LW , дБ [3, 4].

Коэффициент звукопоглощения α — отношение эквивалентной площади звукопоглощения образца к его площади. Звукоизоляционные материалы и изделия с $\alpha \geq 0.8$ в диапазоне низких (100–250 Гц), средних (315–1000 Гц) и высоких (1250–5000 Гц) частот отнесены к первому классу звукопоглотителей, которые обеспечивают максимальное снижение звукового давления. В тех же частотах коэффициент звукопоглощения для второго класса лежит в диапазоне $\alpha = 0.4 \div 0.8$, а для третьего — $\alpha < 0.4$. Чем ближе коэффициент звукопоглощения к 1, тем больше защитные качества материала [5, 6].

Подбор шумоизоляционного материала основывался на анализе литературы по данному объекту исследования [7,8]. Больше всего мне понравилась таблица в статье [8]. Из этой статьи ниже приведена Таблица 1. Основные свойства и характеристики пористо-волоконистых звукоизоляционных и звукопоглощающих материалов.

Таблица 1. Основные свойства и характеристики пористо-волоконистых звукоизоляционных и звукопоглощающих материалов

Звукоизоляция воздушных шумов			
Материал	Стекловата — волокнистый теплоизоляционный материал, изготавливаемый на основе стекловолокна. Благодаря большому количеству пустот между волокнами, которые заполнены воздухом, стекловата обладает хорошим звукопоглощающими свойствами.	Минеральная вата — волокнистый материал, имеющий структуру ваты и изготавливаемый из расплава горной породы, металлургических шлаков и их смесей. Хаотично расположенные волокна под различными углами друг к другу обеспечивают хорошее звукопоглощение.	Многослойная панель — это многослойные строительные конструкции, состоящие из одного или двух покровных слоев и утеплителя. Они являются композитной строительной конструкцией, в которой сочетаются свойства всех используемых материалов.
Коэффициент звукопоглощения	0.8–0.85	0.87–0.95	0.7–0.9

Динамическая жесткость, МН/м ³	20	10–20	10–20
Динамический модуль упругости, Па	1.24	1.26	18*10 ⁴ при нагрузке 2 кПа
Индекс изоляции уровня воздушного шума, дБ	47	55–56	47–65
Плотность, кг/м ³	13–85	35–160	110–140
Горючесть	НГ	НГ	Г1
Примечания	Обладает высокой вибростойкостью, не вызывает коррозию контактирующих с ней металлов, эластична, негигроскопична.	Не вызывает коррозию контактирующих с ней металлов, имеет биологическую и химическую стойкость к агрессивным веществам, экологична, долговечна, негигроскопична.	Долговечна, имеет низкое влагопоглощение, экологична, отсутствует реакция на воздействие химически агрессивных веществ или биологических факторов.

В дополнении к этой таблицы диапазон цен для стекловаты, минеральной ваты и многослойной панели составляет порядка 1800–2000, 1500–3000 и 1200–2600 руб/м³ соответственно. Из описания данных материалов больше всего подходит минеральная вата.

Постановка задач

Целью является выяснить, можно ли рассматривать габионную конструкцию как шумозащитную конструкцию по стандартам, предъявляющимся шумозащитным экранам. Создать модель габионной конструкции, основываясь в первую очередь на экономический фактор и требуемый функционал, т.е. на защиту от шумового воздействия. Сравнить модель по стоимости конструкции, классу звукопоглощения (звукоотражения), классу пожарной

безопасности, времени воздвижения конструкции, показателю водопоглощения, показателю теплопроводности и габаритам конструкции.

Основная часть

Итак, габионная конструкция представляет собой несколько связанных между собой блоков габионов — объёмных решёток различной формы, сделанных из проволочной кручёной сетки с шестиугольными ячейками. Габион заполняют специальным наполнителем: бутовым камнем, щебнем, булыжником, галькой, гранитом, базальтом, мягким известняком. В таблице 2 представлены сравнительная характеристика наполнителей по основным параметрам. Цены указаны на 2015–2016 г. по Московской и Ленинградской областях.

Таблица 2. Характеристика наполнителей габионов

Порода	Цена, р/м ³	Предел текучести, 10 ⁷ Па	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %	Звукопоглощённость	Устойчивость к перепадам температур
Щебень	900	150	2600	3–4		
Булыжник	1100	250	2700	0,1–0,5		
Галька	<5000	200	2500	0,2–0,6		
Гранит	850	220–300	2600	0,7		ii
Базальт	1800	140	3300	2	ii	ii
Мягкий известняк	1300	15–30	2200	1–3	ii	ii

Для нашей цели мы будем рассматривать только базальт и мягкий известняк. Даже такой предел текучести, как у известняка, гарантирует нам надёжное противостояние ветровым нагрузкам, однако учитывая параметр плотности, базальт лучше использовать для наполнения габиона, если наша конструкция может быть подвержена столкновению на скорости с автомобильным транспортом. Но если не подвержена, то во внимание можно брать только ценовой фактор.

Я смоделировал габионную конструкцию в программе «AUTODESK 3ds Max» в три слоя: габион, звукоизоляционный материал, габион (Рис. 1). Также на Рис. 2 видна односкатная крыша, главная функция которой защитить попадание воды в звукоизоляционный материал. Два слоя габиона необходимы для эстетической функции, для сцепления и прочной фиксации звукоизоляционного материала.

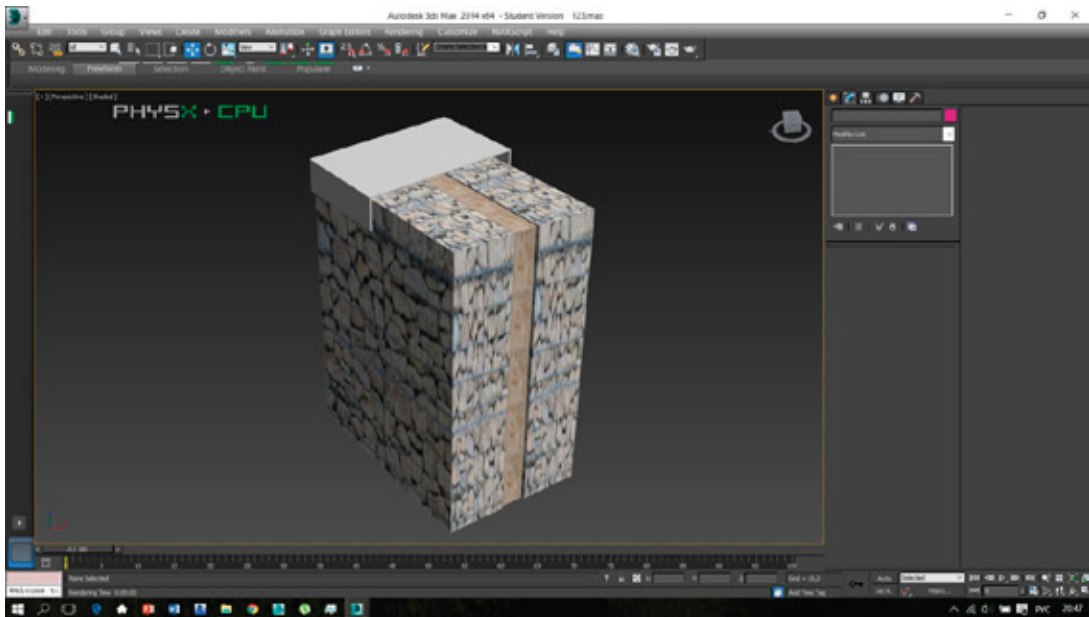


Рис. 1. Модель габиона

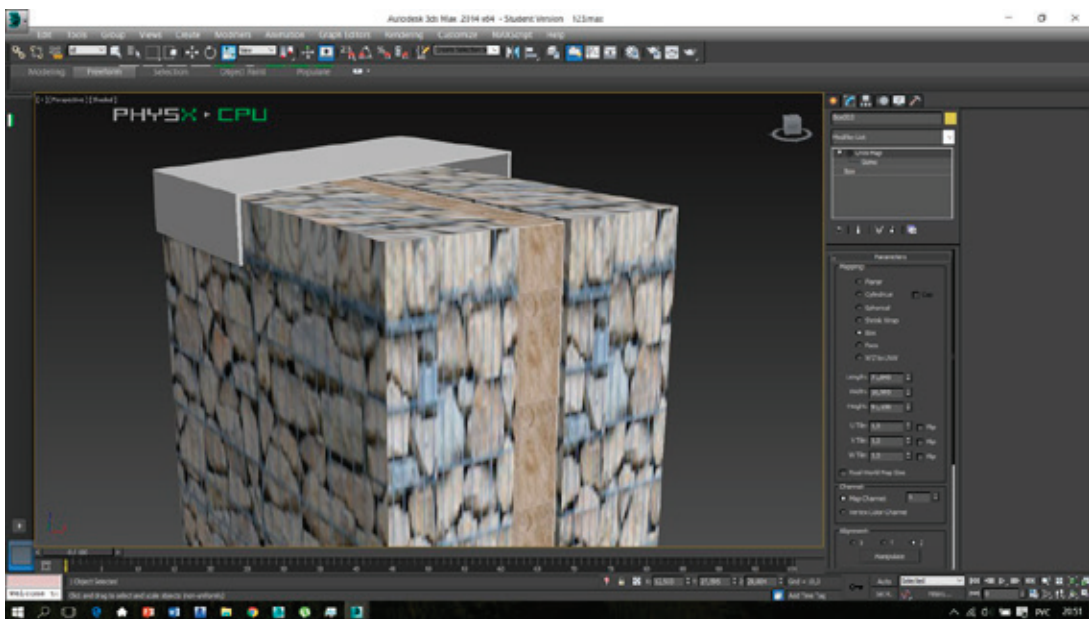


Рис. 2. Модель габиона

Таблица 3. Стоимость сборочного блока модели

Объект	Объём, м ³	Количество	Стоимость, руб/м ³	Расчетная стоимость, руб
Габионная сетка	2x1x0,5	2	2000	4000
Наполнитель	Мягкий известняк	2x1x0,5	1300	2600
	Базальт	2x1x0,5	1800	3600
Звукопоглощающий слой	Минеральная вата	2x1x0,1	2000	400
Объект	Количество	Стоимость, руб/шт.	Расчетная стоимость, руб	
Анкер металлический	12	30	360	
Итого	Модель с	мягким известняком	7360 руб = 3,345 руб/м ³	
		базальтом	6360 руб = 2890 руб/м ³	

Рассчитаем теоретическую стоимость в Таблице 3 одного сборочного блока $2 \times 1 \times 1,1$ ($V=2,2 \text{ м}^3$) данной модели, которая состоит из двух габионных решёток с наполнителем $2 \times 1 \times 0,5$, 12 металлических анкера для сцепления блоков и звукопоглощающего слоя $2 \times 1 \times 0,1$.

Выводы

В ходе проведенной работы были получены положительные результаты для моей гипотезы: габионы выгоднее использовать вместо шумозащитных экранов по экономическим показателям примерно в 5 раз (стоимость 1 м^3 составляет порядка 6–8 тыс. руб) без учёта

стоимости крыши. Предложенная мною модель имеет высокие показатели негигроскопичности, экологичности, что не имеют современные шумозащитные экраны. Но также присутствуют надёжные показатели негорючести, водопоглощения, биологическая и химическая стойкость к агрессивным веществам и антикоррозийное покрытие как и у звукоизолирующих барьеров.

Предварительные работы для надёжной установки конструкции абсолютно идентичны для габионов и для шумозащитных экранов. Модель лучше всего устанавливать на участках скоростных дорог и автомагистралей в откосной полосе отвода, где уклон больше 35% и за шумопоглощающей конструкцией возведены жилые массивы.

Литература:

1. ГОСТ 12.1.029–80 ССБТ «Средства и методы защиты от шума».
2. Бабков, В. Ф. Ландшафтное проектирование автомобильных дорог / В. Ф. Бабков. — Москва «ТРАНСПОРТ» 1980. — 114 с.
3. Боголепов, И. И. Строительная акустика. Второе издание. СПбГПУ. 2010. 364 с.
4. Goydke, H. New international standards for building and room acoustics // Applied acoustics. 1997. № 3–4. pp 185–196.
5. Витман, А. А. Градостроительные проблемы развития Ленинграда / Витман А. А., Муравьев Б. В. — Санкт-Петербург, государственное издательство литературы по строительству архитектуре и строительным материалам, 2006 г. — 259 с.
6. Савельев, И. В. Курс общей физики: В 5 кн.: кн. 1: учебное пособие для втузов. — М.: ООО «Издательство Астрель», 2004. — 336 с
7. ГОСТ Р 53376–2009. «Материалы звукопоглощающие. Метод измерения звукопоглощения в реверберационной камере».
8. Д. В. Глушко, М. В. Антонова, С. В. Беляева. Современные средства защиты от шума, применяемые в ограждающих конструкциях. ISSN 2304–6295. 3 (30). 2015. 38–48.

Молодой ученый

Международный научный журнал
Выходит два раза в месяц

№ 16 (120) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Абдрасилов Т. К.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.
Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игиснинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.
Ответственные редакторы: Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В.,
Майер О. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 10.09.2016. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25