

colloquium-journal

ISSN 2520-6990

Międzynarodowe czasopismo naukowe

Technical science

№15(39) 2019

Część 1



colloquium-journal

ISSN 2520-6990

Colloquium-journal №15 (39), 2019

Część 1

(Warszawa, Polska)

Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku angielskim, polskim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 20 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej dziennika.

Wysyłając artykuł do redakcji, Autor potwierdza jego wyjątkowość i bierze na siebie pełną odpowiedzialność za ewentualne konsekwencje za naruszenie praw autorskich

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - **Paweł Nowak**

Ewa Kowalczyk

Rada naukowa

- **Dorota Dobija** Profesor i rachunkowości i zarządzania na uniwersytecie Koźmińskiego, dyrektor programu k. e. n.
- **Jemielniak Dariusz** - prof. dyrektor centrum naukowo-badawczego w zakresie organizacji i miejsc pracy, kierownik katedry zarządzania Międzynarodowego w Ku.
- **Henryka Danuta Stryczewska** - prof. dziekan Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej.
- **Mateusz Jabłoński** - Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki.
- **Henryka Danuta Stryczewska** - prof. , dziekan Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej i prof. Zbigniew Grądzki, prorektor ds. Nauki.
- **Sani Lukács** — eötvösa Loránd University, Faculty of Social Sciences, phd in sociology7
- **Király Tamás** — Szegedi Tudományegyetem, gyógyszerésztudományi Kar, phd gyógyszertár9
- **Gazstav Lewandowski** — węgierski uniwersytet sztuk pięknych, Graficzny wydział / Specjalizacja w dziedzinie projektowania graficznego.
- **Bulakh Iryna Valerievna** - k.arh., Profesor nadzwyczajny w Katedrze Projektowania Środowiska Architektonicznego, Kijowski Narodowy Uniwersytet Budownictwa i Architektury

« Colloquium-journal »

Wydrukowano w « Chocimska 24, 00-001 Warszawa, Poland »

E-mail: info@colloquium-journal.org

<http://www.colloquium-journal.org/>

CONTENTS

TECHNICAL SCIENCE

Бондарев Б.А., Черноусов Н.Н., Черноусов Р.Н., Стурова В.А. ДИНАМИЧЕСКИЙ И СТАТИЧЕСКИЙ МОДУЛИ УПРУГОСТИ СТАЛЕФИБРОШЛАКОБЕТОНА (СФШБ)	4
Bondarev B.A., Chernousov N.N., Chernousov R.N., Sturova V.A. DYNAMIC AND STATIC MODELS OF ELASTICITY OF STEEL FIBRO SLAG CONCRETE (SFSC)	4
Антонова В.А., Балакин К.А. СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ WINDOWS - FORMS ДЛЯ РАБОТЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ	7
Antonova V.A., Balakin K.A. CREATING "WINDOWS - FORMS" APPLICATION FOR THE ELEMENTS OF DISCRETE MATHEMATICS	7
Беляева Л.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ЦИФРОВЫМ ПИД- РЕГУЛЯТОРОМ	10
Belyaeva L.L. STUDYING AUTOMATIC QUALITY REGULATION SYSTEM WITH DIGITAL PID-REGULATOR	10
Бойков А.С., Глушков Г.А. СТАБИЛИЗАЦИЯ ПЕРЕВЕРНУТОГО МАЯТНИКА	15
Boikov A.S., Glushkov G.A. STABILIZATION OF THE REVERSE PENDULUM	15
Глазырина Н.С., Асанова А.М., Сайтова Р.Б. РАЗРАБОТКА ЧПУ ПЛОТТЕРА НА ОСНОВЕ DVD/CD ПРИВОДА	22
Glazyrina N.S., Asanova A. M., Saitova R.B. THE DEVELOPMENT OF CNC PLOTTER ON THE BASIS OF THE DVD/CD DRIVE	22
Глазырина Н.С., Ермаганбетова М.А., Кинтонова А.Ж., Майкибаева Э.К., Икласова Г.Е. АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ШКОЛЬНИКОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ	26
Glazyrina N.S., Yermaganbetova M.A., Kintonova A.Zh., Maikibayeva E.K., Iklasova G.E. ALGORITHM FOR PROCESSING STATISTICAL DATA OF SCHOOLCHILDREN TO DISCOVER PSYCHOLOGICAL INSTABILITY	26
Новожилов К.С., Голубев Д.В., Энтин Н.И. ЯДРО ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ	29
Novozhilov K.S., Golubev D.V., Entin N.I. CORE DIGITAL PLATFORM	29
Новожилов К.С., Голубев Д.В., Энтин Н.И. ЯДРО ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ	31
Novozhilov K.S., Golubev D.V., Entin N.I. CORE DIGITAL PLATFORM	31
Новожилов К.С., Голубев Д.В., Энтин Н.И. ЯВЛЕНИЕ ПЛАТФОРМИЗАЦИИ И АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРЫ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ	33
Novozhilov K.S., Golubev D.V., Entin N.I. PLATFORMIZATION PHENOMENON AND DIGITAL PLATFORM ARCHITECTURE ANALYSIS	33
Голубев Д.В., Новожилов К.С., Энтин Н.И. ПРОЕКТ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ТВЁРДОЙ ИЗОЛЯЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ	35
Golubev D.V., Novozhilov K.S., Entin N.I. PROJECT FOR THE MODERNIZATION OF SOLID INSULATION SWITCHGEARS	35

Веркнер А.С., Ульянов М.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ IDEFO-МЕТОДОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЯ	38
Verkner A.S., Ulyanov M.V.	
APPLICATION OF IDEFO-METHODOLOGY IN THE PROBLEMS OF DESIGNING A PERSPECTIVE MODEL OF A CAR	38
Григорьев К.А., Иванов И.В., Андреев Д.Д.	
ПРИМЕНЕНИЕ МАЛОМОЩНЫХ ЛАЗЕРОВ ДЛЯ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ	42
Grigoriev K.A., Ivanov I.V., Andreev D.D.	
THE USE OF LOW POWER LASERS FOR PROTOTYPING IN THE INDUSTRY	42
Кадыров И.С.	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЯ УЧЕТА И ВЫДАЧИ КНИГ В СОСТАВЕ СПРАВОЧНО-ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ»	45
Kadyrov I.S.	
DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE ACCOUNTING MODULE AND ISSUING OF BOOKS CONSISTING OF REFERENCE AND LEARNING SYSTEM FOR THE COURSE "THEORY OF ALGORITHMS»	45
Кальчев Д.Н.,	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГРАФИТА	50
Kalchev D.N.,	
STUDY OF ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON GRAPHITE	50
Кинтонова А.Ж., Адилбеков А., Глазырина Н.С., Майкибаева Э.К., Ермаганбетова М.А.	
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕСТОРАННОГО БИЗНЕСА.....	52
Kintonova A.Zh., Adilbekov A., Glazyrina N.S., Maykibaeva E.K., Ermaganbetova M.A.	
DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR RESTAURANT BUSINESS	52
Контимиров Г.Е., Козлов И.С., Хоменко А.А.	
ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	57
Kontimirov G., Kozlov I., Khomenko A.	
PRINCIPLES FOR DESIGNING THE STRUCTURED CABLING SYSTEM OF THE ENTERPTISE	57
Сальников Н.А., Кормаков И.А., Корепин Я.Д.	
СРАВНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АЭС С РЕАКТОРОМ УНИТЕРМ И ТЭС В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ	60
Salnikov N.A., Kormakov I.A., Korepin Ya.D.	
COMPARISON OF ECONOMY PARAMETERS OF NUCLEAR POWER PLANT WITH UNITHERM REACTORS AND TES IN NORTH AREAS	60
Клочко И.В.,	
ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В СЕТИ. РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ DANE	65
Klochko I.V.,	
NETWORK SECURITY ISSUES. DANE TECHNOLOGY	65
Клочко И.В.,	
ВОПРОСЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ TLS	69
Klochko I.V.,	
ISSUES OF PRACTICAL APPLICATION OF TLS TECHNOLOGY	69

TECHNICAL SCIENCE

УДК 691.32

Бондарев Борис Александрович,
*д-р техн. наук, профессор кафедры «строительного материаловедения
и дорожных технологий»*
Черноусов Николай Николаевич,
канд. техн. наук, доцент кафедры «общей механики»
Черноусов Роман Николаевич,
канд. техн. наук, доцент кафедры «общей механики»
Стурова Виктория Андреевна,
*магистр кафедры «строительного производства»
Липецкий государственный технический университет*

ДИНАМИЧЕСКИЙ И СТАТИЧЕСКИЙ МОДУЛИ УПРУГОСТИ СТАЛЕФИБРОШЛАКОБЕТОНА (СФШБ)

Bondarev Boris Alexandrovich,
*Dr. Tech. sciences, professor of the
department of "building materials science and road technologies"*
Chernousov Nikolay Nikolaevich,
Cand. tech. Sciences, Associate Professor, Department of "General Mechanics"
Chernousov Roman Nikolaevich,
Cand. tech. Sciences, Associate Professor, Department of "General Mechanics"
Sturova Victoria Andreevna,
*Master of the department "building production"
Lipetsk State Technical University*

DYNAMIC AND STATIC MODELS OF ELASTICITY OF STEEL FIBRO SLAG CONCRETE (SFSC)

Аннотация

Сущность работы состоит в том, чтобы провести параллельно механические и ультразвуковые испытания образцов с целью установления зависимости между динамическим и статическим модулями упругости в мелкозернистом сталефиброшлакобетоне (СФШБ) и установления величины напряжений, при которых начинается интенсивный процесс трещинообразования в СФШБ, получить зависимости эксплуатационных физико-механических характеристик образцов из СФШБ, которые позволят спрогнозировать повреждаемость сталефиброшлакобетонных элементов при действии малоцикловых нагрузений.

Abstract

The essence of the work is to conduct parallel mechanical and ultrasonic testing of samples in order to establish the relationship between the dynamic and static moduli of elasticity in the fine-grained steel fibro-slag concrete (SFSC) and establish the magnitude of the stresses at which the intensive process of cracking starts in SFSC, to obtain dependencies physico-mechanical characteristics of samples from FSBB, which will predict the damage to steel-fibrous slag concrete elements under the action of Low-Cycle Loading.

Ключевые слова: сталефиброшлакобетон, динамический модуль упругости, статический модуль упругости, напряжение, трещинообразование

Key words: steel fibrous slag concrete, dynamic modulus of elasticity, static modulus of elasticity, stress, cracking

Качество бетона можно оценить по его модулю упругости, который зависит как от величины напряжений сжатия в образце, так и от скорости его нагружения. Поэтому различают статический $E_{стат}$ и динамический $E_{дин}$ модули упругости. Статический модуль упругости находят путем проведения статических испытаний бетонных образцов или конструкций по измеренным деформациям при определенной нагрузке. Динамический модуль

упругости находят с помощью механических колебаний, практически пренебрегая нагрузкой и деформациями образца или конструкции. Так как для бетона закон Гука строго не выполняется, то статический модуль упругости определяется приближенно. $E_{стат}$ всегда ниже динамического модуля упругости, поскольку последний соответствует углу наклона касательной в нулевой точке диаграммы $\sigma - \varepsilon$. Динамический модуль упругости

существенно зависит от механических свойств заполнителя, а статический - преимущественно от вида цемента. Поэтому в общем случае между этими механическими характеристиками трудно установить какую-либо функциональную связь. Однако рядом исследователей найдены эмпирические зависимости, которые достаточно широко используются на практике. Например (1):

$$E_{стат} = E_{дин} \left(1 - 0,15 \frac{\sigma - 4}{10} \right) \quad (1)$$

где σ - напряжение, измеренное в образце, МПа.

С целью установления зависимости между динамическим и статическим модулями упругости в мелкозернистом сталефиброшлакобетоне (СФШБ) и установления величины напряжений, при которых начинается интенсивный процесс трещинообразования в СФШБ заданного состава и конструкции определенного вида, были проведены параллельно механические и ультразвуковые (использовался прибор – тестер ультразвуковой УК1401) испытания образцов-балочек (призм 40х40х160 мм) при осевом и внецентренном сжатии.

Величина динамического модуля упругости СФШБ определялась по формуле:

$$E_{дин} = c^2 \cdot \rho \quad (2)$$

Где c - скорость распространения ультразвукового импульса, м/сек;

ρ - плотность бетона, кг/м³

Из результатов экспериментальных исследований свойств сталефиброшлакобетона (СФШБ) при сжатии можно сделать следующие выводы:

- Скорость распространения ультразвука зависит от напряженного состояния в бетоне. При сжатии СФШБ постепенно возрастающей нагрузкой и одновременном его прозвучивании ультразвуком вдоль действия силы на начальном этапе нагружения наблюдается увеличение скорости ультразвука, рост которой при дальнейшем нагружении замедляется. Это можно объяснить происходящим уплотнением бетона под действием нагрузки. При растяжении бетонного образца уплотнения бетона не происходит, и поэтому скорость ультразвука при постепенном увеличении нагрузки постоянно уменьшается.

- Динамический модуль упругости СФШБ при сжатии на 3-12 % выше динамического модуля упругости неармированного бетона. Он возрастает с увеличением коэффициента фибрового армирования и уменьшения диаметра фибр.

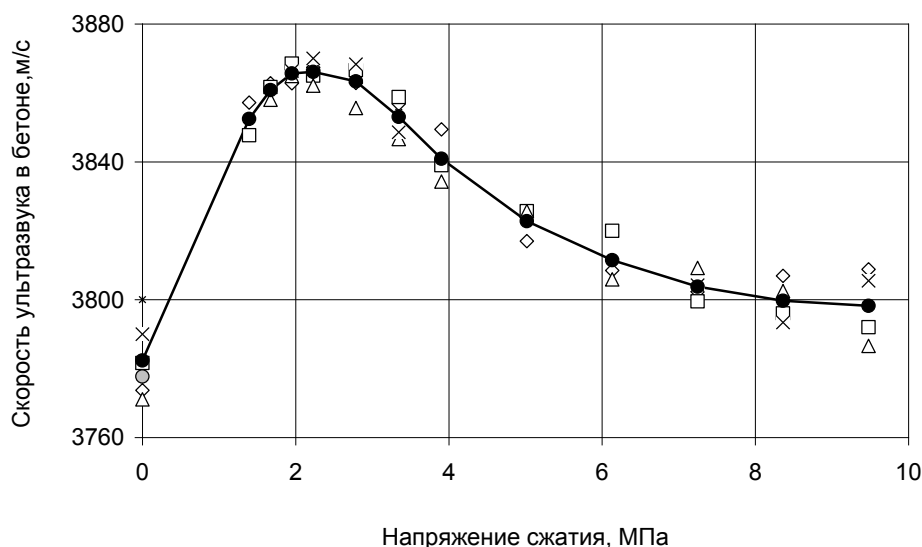


Рис. 1. Зависимость скорости распространения ультразвука от напряженного состояния СФШБ

На основании принятой модели деформирования при повторной нагрузке первого цикла и последующих циклах «разгрузка-нагрузка» на нисходящей ветви связь между нагрузкой и деформациями принимается линейной, а угол наклона прямых отрезков задается секущими модулями:

$$E_i = k \cdot \operatorname{tg} \alpha_i = \frac{L^3}{48 \cdot J} \cdot \operatorname{tg} \alpha_i \quad (1)$$

Получена зависимость секущего модуля деформаций от количества циклов (рис.2):

$$E_N = -545,96 \cdot N + 8631,9 \text{ (МПа)} \quad (2)$$

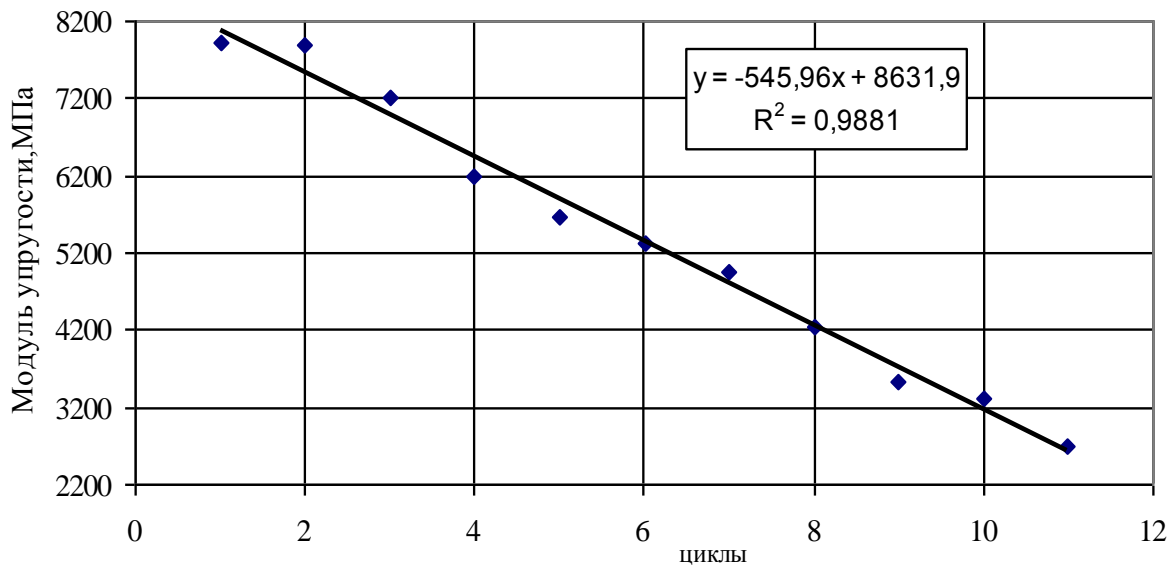


Рис. 2. Изменение модуля деформаций в зависимости от циклов

Для определения прочности элемента при изгибе на каждом цикле нисходящей ветви использовалась формула:

$$\sigma_{\text{разр}} = 3,5 \frac{M}{bh^2} = 3,5 \frac{L}{4} \cdot \frac{P}{bh^2} = 2,05 \cdot 10^{-3} P \text{ (Н/мм}^2\text{)} \quad (3)$$

Получена зависимость «временной» прочности сталефибробетонного элемента с трещинами при изгибе от количества циклов (рис. 3):

$$\sigma_N = -0,1865 \cdot N + 4,186 \text{ (МПа)} \quad (4)$$

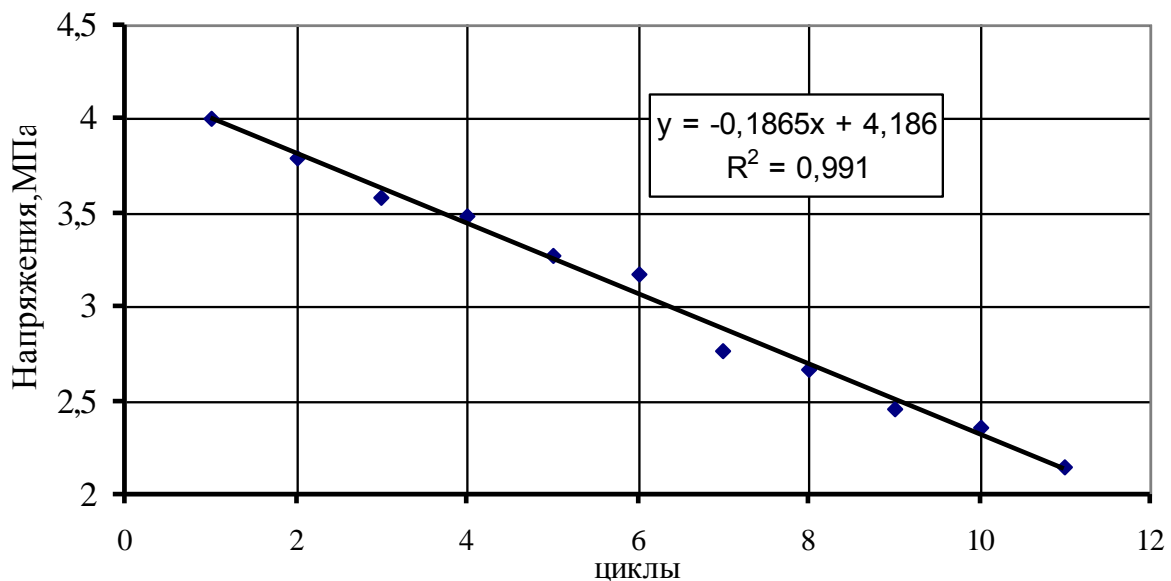


Рис. 3. Изменение напряжений в зависимости от циклов

Таким образом, полученные зависимости эксплуатационных физико-механических характеристик образцов из СФШБ с трещинами от количества циклов с учетом особенности диаграммы деформирования изгибаемого элемента позволяют прогнозировать повреждаемость сталефибробетонных элементов при действии малоцикловых нагрузений.

Список литературы:

1. Бондарев, Б.А. Исследование деформативных свойств сталефиброшлакобетона при осевом растяжении и сжатии с учетом его возраста / Б.А. Бондарев, Н.Н. Черноусов, Р.Н. Черноусов, В.А. Стурова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. Пермь. 2017. Т. 8, № 1. С. 18–31.

2. Бондарев, Б.А. Исследование прочностных свойств сталефиброшлакобетона при осевом растяжении и сжатии с учётом его возраста [Текст] / Б.А. Бондарев, Н.Н. Черноусов, Р.Н. Черноусов, В.А. Стурова // Строительные материалы. 2017. № 5. С. 20–26.

3. Бондарев, Б.А. Моделирование прочностных и деформативных свойств сталефиброшлакобетона при осевом растяжении и сжатии с учетом возраста бетона / Б.А. Бондарев, Н.Н. Черноусов, В.А. Стурова // Научный вестник Воронежского гос-

ударственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2018. № 2 (50). С. 56–67.

4. Черноусов, Н.Н. Изгибаемые сталефиброшлакобетонные элементы / Н.Н. Черноусов, Р.Н. Черноусов // Бетон и железобетон. – 2010. – №4. – С. 7–11.

5. Черноусов Н.Н., Черноусов Р.Н., Суханов А.В., Стурова В.А. Моделирование физико-механических свойств мелкозернистого цемента-песчаного бетона при осевом растяжении и сжатии // Сборник статей по материалам XXII Международной заочной научно-практической конференции.

Антонова В.А.¹, Балакин К.А.²

¹ ассистент, Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва

² студент, Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва

СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ WINDOWS - FORMS ДЛЯ РАБОТЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ

Antonova V.A.¹, Balakin K.A.²

¹ assistant, Bauman Moscow State Technical University, Moscow

² student, Bauman Moscow State Technical University, Moscow

CREATING "WINDOWS - FORMS" APPLICATION FOR THE ELEMENTS OF DISCRETE MATHEMATICS

Аннотация

Статья посвящена разработанному приложению Windows Forms в среде Microsoft Visual Studio 2017 на языке C#, обладающему достаточным функционалом для полноценной работы с графами. Данное приложение позволяет совершать операции по работе с булевыми функциями и графами.

Abstract

This article is devoted to the developed Windows Forms application in the Microsoft Visual Studio 2017 environment in C #, which has sufficient functionality work with graphs. The application allows users to perform operations on working with some Boolean functions and graphs.

Ключевые слова: разработка, приложение, оптимизация, булева функция, граф, метод поиска элементарных цепей и циклов.

Keywords: development, application, optimization, Boolean function, graph, method of searching for elementary circuits and cycles.

В данной статье описывается разработанное приложение Windows Forms в среде Microsoft Visual Studio 2017 на языке C#, позволяющее совершать операции по работе с булевыми функциями и графами.

При запуске приложения пользователь выбирает, с чем будет в дальнейшем работать: либо с графами, либо с булевыми функциями. Приложение состоит из двух независимых форм: первая для работы с графами, вторая для работы с булевыми функциями (рисунок 1).

1) Первая форма состоит из трех классов Vertex (Вершины), Edge (ребра) и CreateGraph (Создание графа). Классы Vertex и Edge содержат в себе данные, отвечающие за работу с вершинами и

ребрами графа соответственно (размер, построение и т.д). Класс CreateGraph объединяет в себе данные, полученные из двух предыдущих классов, и содержит методы, отвечающие за выполнение всех доступных в программе функций.

2) Вторая форма также состоит из трех классов FunctionStepOne (первый шаг функции), FunctionStepSecond (Второй шаг функции) и Polinom (Полином), не взаимодействующих друг с другом. Классы FunctionStepOne и FunctionStepSecond содержат в себе методы, отвечающие за расчёт функции Патрика, склеек и ядра. Класс Polinom, ввиду своей сложности, обособлен. Он отвечает исключительно за расчет полинома Жегалкина.

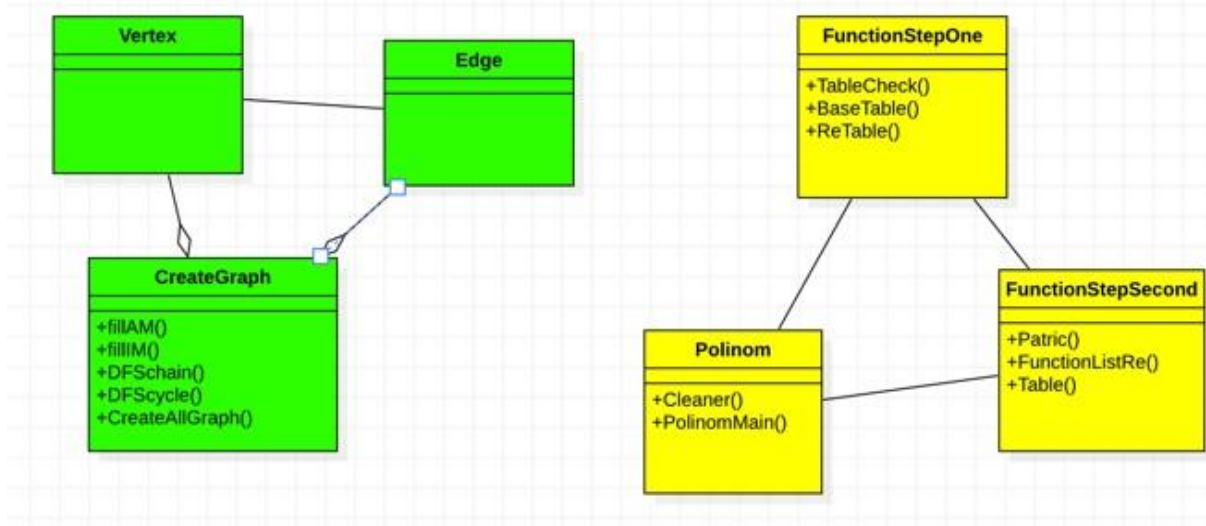


Рисунок 1. Диаграмма классов.

Данная диаграмма демонстрирует взаимодействие классов между собой.

Функционал разработанной формы для работы с булевыми функциями (BullFunction) представлен на рисунке 2.

Возможные операции с Булевыми функциями:

- выбор количества переменных функции;

- ввод столбца значений функции в программу;
- выбор дальнейшего действия (Расчет полинома Жегалкина, расчет ядра, расчет склеек, расчет функции Патрика);
- вывод результата на экран;
- просмотр основных теоретических сведений.

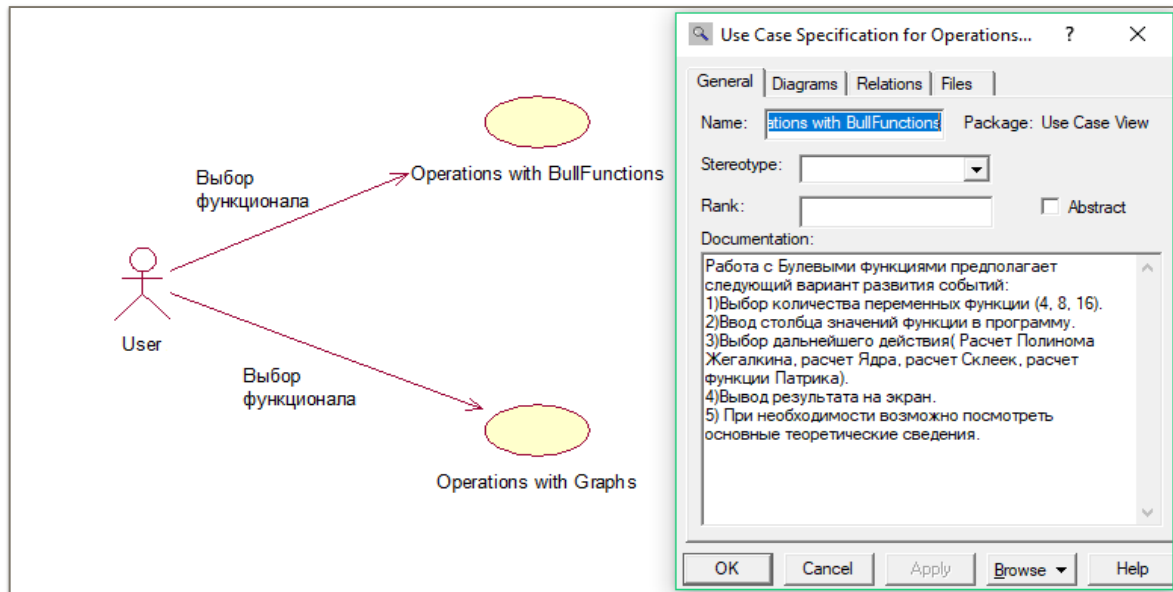


Рисунок 2. Функциональность формы BullFunction

Форма для работы с графами (Graphs) представлена на рисунке 3. Форма позволяет пользователю с помощью простейших инструментов строить графы и находить все необходимые сведения о них, а именно совершать следующие операции:

- выбор инструментов "Вершина" и "Ребро", построение самого графа;
- удаление вершины и прилегающих к нему ребер (так же возможно удаление всего графа);

- использование курсора для определения степени вершины или выбора ребра для удаления;
- выбор необходимого действия над графом (построение матрицы смежности, построение матрицы Инцидентности, поиск всех простых цепей, поиск всех простых циклов);
- вывод результатов на экран;
- просмотр основных теоретических сведений

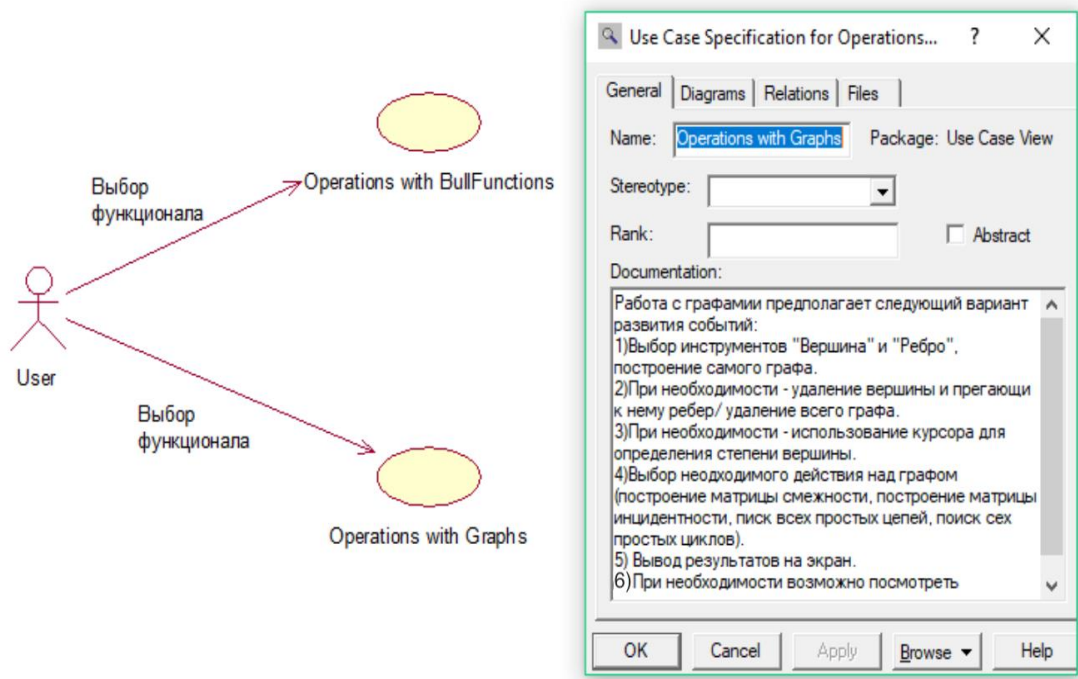


Рисунок 3. Функциональность формы Graphs

В ходе работы был реализован методы поиска элементарных цепей и циклов, а именно проведена реализация алгоритма при работе с графами «Поиск в глубину» (Depth-first search, DFS), который похож на алгоритм «Глубокое прослеживание дерева» (Depth First Traversal of a tree, DFT). Алгоритм для обоих методов выглядит так: начиная со случайно выбранной вершины, программа переходит по всем возможным ребрам вглубь графа, пока связи не иссякнут. Если какое-либо ребро ведёт в вершину, не рассмотренную ранее, то «отправной» становится данная «неизвестная» вершина, после чего происходит возврат к первоначальной и дальнейший перебор оставшихся ребер. Возврат происходит в том случае, если в рассматриваемой вершине не осталось ребер, которые ведут в нерассмотренную. Если по завершении алгоритма остались нерассмотренные вершины, то метод вызывается еще раз, пока всё не будет учтено.

Разница между деревьями и графами для данного метода состоит в том, что последние могут содержать в себе циклы. Во избежание обработки одного и того же узла несколько раз, мы используем логический массив, исключающий повторения.

Выбрав раздел “Дискретная математика” в загрузочном окне, пользователю сразу предлагается ввести столбец значений булевой функции, причем значения, отличные от 0 и 1, приниматься не будут. Также невозможно ввести дву- и более- значное значение. Сделано это специально, дабы облегчить для использующего сам процесс ввода и исключить возможные ошибки работы программы.

Введем следующую функцию от 4 переменных: $f = (110101111011011)$, после чего выполним все доступные расчеты, параллельно сверяя результаты с другими источниками, рисунке 4.

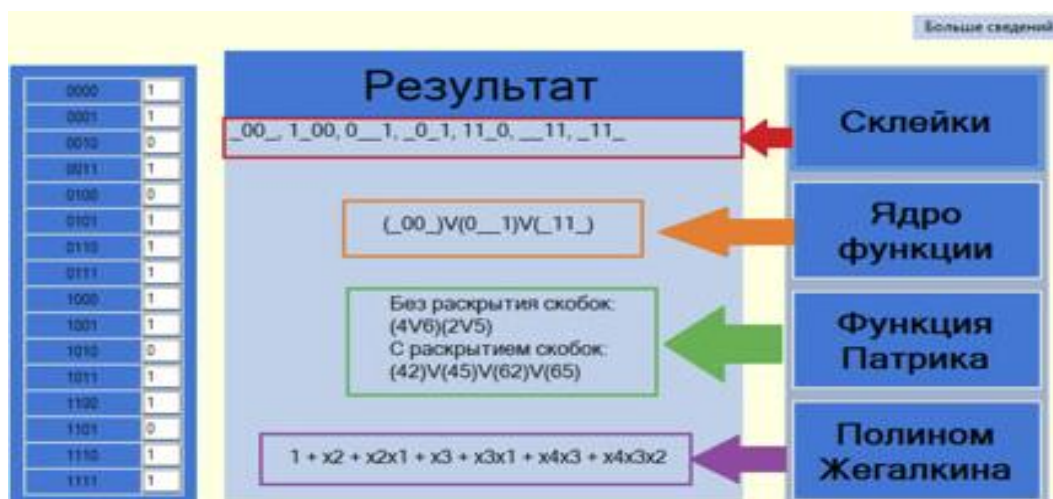


Рисунок 4. Вывод результатов на консоль формы BullFunction

Выбрав в загрузочном окне раздел “Графы” и запустив форму, можно строить вершины, соединять их ребрами и производить дальнейшие операции. Интерфейс представлен на рисунке 5.

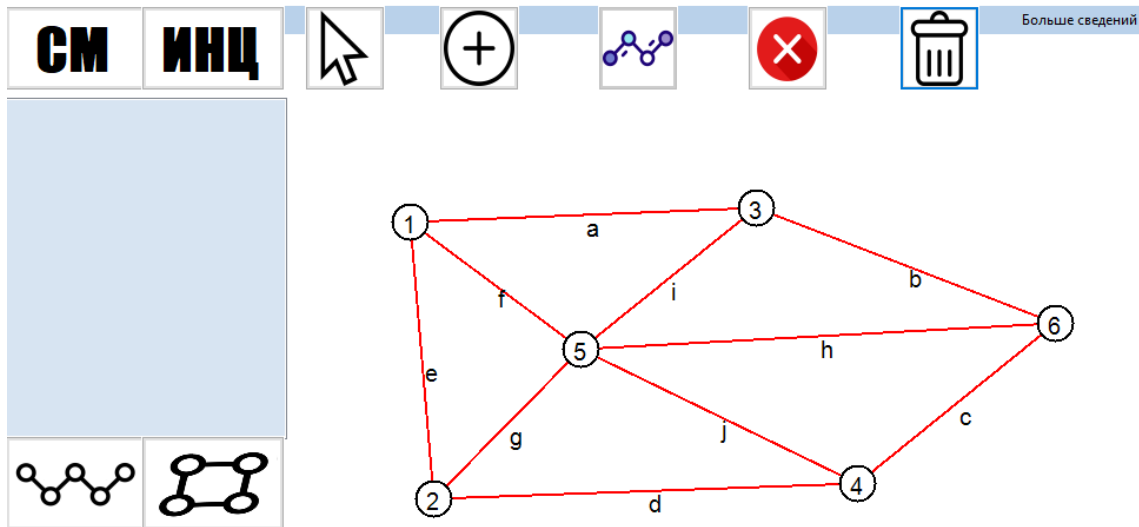


Рисунок 5. Построение графа для последующей работы

Выводы: В среде Visual Studio 2017 на основе разработанной архитектуры, написан код. Проведено тестирование программы. Несомненно, функционал данной программы позволяет оперировать лишь малой частью всей теории графов, поэтому в качестве дальнейшего обновления возможно:

- 1) Расширение возможностей программы - добавление новых методов и функций.
- 2) Добавление возможности использования “горячих” клавиш.
- 3) Оптимизация некоторых методов для улучшения скорости работы.

Список литературы/References

1. Леоненков А. В. Самоучитель UML, 2-е издание, БХВ-Петербург, 2004. – 432 с.
2. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя. 2-е изд.: Пер. с англ. Мухин Н. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 496 с.

3. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. Интернет-издание – 158 с.

4. Троелсен Э. C# и платформа .NET. Библиотека программиста. СПб: Питер, 2004. – 796 с.

5. Павловская Т. А. C#. Программирование на языке высокого уровня. Учебник для вузов. СПб: Питер, 2007. – 432 с.

6. Фаронов В. В. Создание приложений с помощью C#: Руководство программиста. М.: Эксмо, 2008. – 576 с.

7. Нортроп Тони, Уилдермьюс Шон, Райан Билл. Основы разработки приложений на платформе Microsoft .Net Framework. Учебный курс Microsoft / Пер. с англ. - М.: «Русская редакция», СПб: «Питер», 2007. – 864 с.

УДК: 681.3

Беляева Л.Л.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

[DOI: 10.24411/2520-6990-2019-10455](https://doi.org/10.24411/2520-6990-2019-10455)

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ЦИФРОВЫМ ПИД-РЕГУЛЯТОРОМ

Belyaeva L.L.

FSEI of HE «Sevastopol State University»

STUDYING AUTOMATIC QUALITY REGULATION SYSTEM WITH DIGITAL PID-REGULATOR

Аннотация

Рассматривается система автоматического регулирования давления воздуха. Объект управления – регулируемый пневматический клапан. Настройка параметров ПИД-регулятора может быть выполнена экспериментальным способом на основе метода Зиглера-Никольса. Однако он имеет ограничения в применении. Поэтому возникает необходимость в применении математических методов настройки параметров. В работе предложено применение математического метода настройки параметров на основе построения областей устойчивости и качества.

Abstract

The system of automatic control of air pressure is considered. The control object is an adjustable pneumatic valve. Setting the parameters of the PID controller can be performed experimentally based on the Ziegler-Nichols method. However, it has limitations in application. Therefore, there is a need to use mathematical methods for setting parameters. The paper proposes the use of a mathematical method for setting parameters based on the construction of areas of stability and quality.

Ключевые слова: система автоматического управления, ПИД-регулятор, области устойчивости и качества, настройка параметров.

Key words: automatic control system, PID-regulator, areas of stability and quality, setting parameters.

Функциональная схема системы автоматического регулирования давления воздуха показана на рисунке 1.

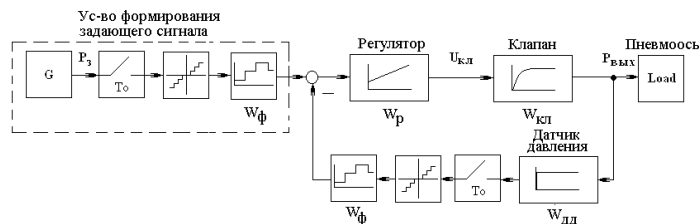


Рисунок 1. Функциональная схема САУ

Передаточные функции цифрового ПИД-регулятора в режиме ПИ- и ПИД-регулирования имеют вид:

$$W_{P_PI}(z) = \frac{U_{P_PI}(z)}{U_3(z) - U_{ДД}(z)} = \frac{a_1 - b_1 z^{-1}}{1 - z^{-1}} \quad (1)$$

где $a_1 = K_P + K_I$; $b_1 = K_P$.

$$W_{P_PID}(z) = \frac{U_{P_PID}(z)}{U_3(z) - U_{ДД}(z)} = \frac{c_0 + c_1 z^{-1} + c_2 z^{-2}}{1 - z^{-1}} \quad (2)$$

где $c_0 = K_I + K_D$, $c_1 = -2K_D - K_P$, $c_2 = K_D$

Передаточная функция датчика давления $W_{ДД}(s) = 1$, т. к. его постоянная времени мала.

По ЛАЧХ, прилагаемой в техническом описании регулируемого клапана давления определена его передаточная функция

$$W_{КЛ}(s) = \frac{U_{кл}(s)}{p_{кл}(s)} = \frac{K_{кл}}{T_{кл}^2 s^2 + 2\xi_{кл} T_{кл} s + 1}, \quad (3)$$

где $K_{кл} = 1$ – коэффициент передачи клапана; $T_{кл} = 0,012$ – постоянная времени клапана, с; $\xi_{кл} = 0,612$ – коэффициент демпфирования клапана.

После z-преобразования передаточная функция непрерывной части системы записывается в виде:

$$W_{ПНЧ}(z) = \frac{k_{кл} e^{-\alpha T_0} \sin(\beta T_0) (z - 1)}{T_{кл}^2 (z^2 - 2e^{-\alpha T_0} \cos(\beta T_0) z + e^{-2\alpha T_0})} \quad (4)$$

где $\alpha = \frac{\xi_{кл}}{T_{кл}}$, $\beta = \frac{\sqrt{\xi_{кл}^2 - 1}}{T_{кл}}$.

Передаточная функция замкнутой системы с ПИ-регулятором:

$$\Phi(z) = \frac{p_{вых}(s)}{p_3(s)};$$

$$\Phi(z) = \frac{k_{кл} e^{-\alpha T_0 \sin(\beta T_0)} [(K_p + K_I)z - K_p]}{T_{кл}^2 z^2 + [k_{кл} e^{-\alpha T_0 \sin(\beta T_0)} (K_p + K_I) - 2T_{кл}^2 e^{-\alpha T_0 \cos(\beta T_0)}]z - [k_{кл} e^{-\alpha T_0 \sin(\beta T_0)} K_p + T_{кл}^2 e^{-\alpha T_0}]}$$

Характеристическое уравнение системы в пространстве параметров:

$$a(z) = T_{кл}^2 z^2 + [k_{кл} e^{-\alpha T_0 \sin(\beta T_0)} (K_p + K_I) - 2T_{кл}^2 e^{-\alpha T_0 \cos(\beta T_0)}]z - [k_{кл} e^{-\alpha T_0 \sin(\beta T_0)} K_p + T_{кл}^2 e^{-\alpha T_0}] \quad (5)$$

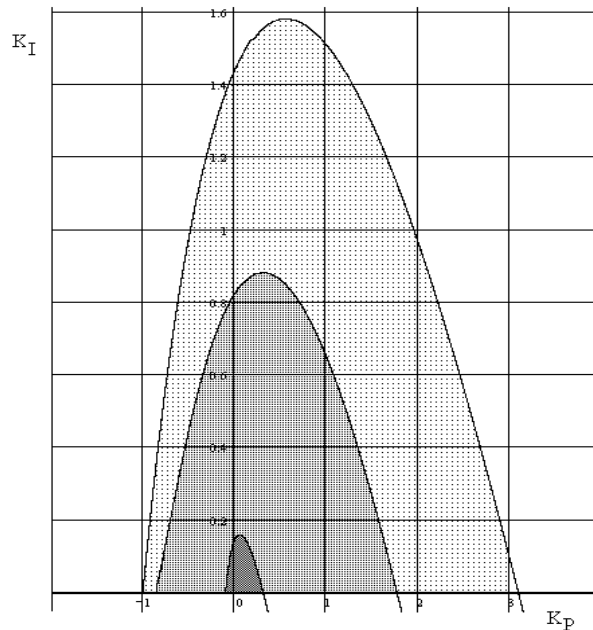


Рисунок 2. ОК САР давления

Период квантования принимается равным $T_0 = 0,014$ с. Это значение определено для ПЛК по его техническим характеристикам. Построены области заданного качества (ОК) устойчивости, области заданного запаса устойчивости по амплитуде и по фазе. При построении ОК учтены следующие требования к качеству регулирования: запас по амплитуде должен быть не менее 20 дБ, а запас по фазе должен быть не менее 30 град. ОУК в пространстве параметров $K_I = f(K_p)$ представлены на рисунке 2.

Значение критического коэффициента усиления, взятого на границе области устойчивости (внешняя кривая на рисунке 3) при $K_I = 0$ $K_{Ркрит} = 3,087$. Область заданного запаса по амплитуде ограничивается средней кривой. Область заданного запаса устойчивости по фазе ограничивается нижней кривой.

Согласно методу Зиглера-Никольса при известном значении критического коэффициента можно выполнить расчет коэффициентов настройки ПИД-регулятора в соответствии с соотношениями, приведенными в таблице 1.

Период колебаний определяется по графику переходного процесса в системе при критическом значении коэффициента $K_{Ркрит} = 3,087$ и составляет $T_{Скрит} = 3,3$ такта или $T_{Скрит(c)} = 0,046$ с. Параметры настройки ПИ-регулятора согласно методу Зиглера-Никольса (таблица 1), будут иметь следующие значения: $K_p = 0,45K_{Ркрит} = 1,389$, $K_I = \frac{T_0}{T_I} = \frac{T_0}{0,83T_{Скрит(c)}} = 0,367$. Значения параметров настройки регулятора, определенные по ОУК следующие: $K_p = 0,1$, $K_I = 0,1$.

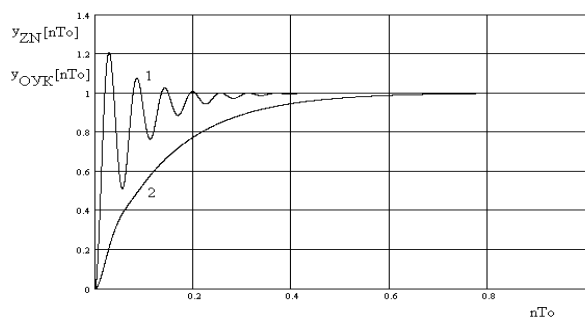


Рисунок 3. Переходные процессы

Таблица 1

Расчет параметров настройки регуляторов методом Зиглера-Никольса

Регулятор	K_p	T_I	T_D
П	$0,5K_{pкрит}$	—	—
ПИ	$0,45K_{pкрит}$	$0,83T_{скрит}$	—
ПИД	$0,6K_{pкрит}$	$0,5T_{скрит}$	$0,125T_{скрит}$

Выполнен расчет и построение переходных процессов при значениях параметров настройки регулятора, рассчитанных по методу Зиглера-Никольса (рисунок 3, кривая 1) и при значениях, уточненных с помощью областей качества (рисунок 3, кривая 2). Видно, что уточнение параметров настройки с помощью областей качества позволяет обеспечить заданное качество регулирования в системе.

Экспериментальные исследования. На основании полученного теоретического расчета выполнена экспериментальная настройка параметров цифрового регулятора. Для реализации ПИД-

регулятора на базе ПЛК FEC FC620 разработано программное обеспечение в среде программы FST4.10 на алгоритмическом языке STL. В программном проекте выполняется реализация алгоритма дискретного ПИД-регулятора и загрузка исходных данных, в том числе и значений параметров настройки ПИД-регулятора и периода квантования (K_p, K_I, K_D, T_0).

Графики сигнала управления (ПИД-регулятора), снимаемого с аналогового выхода контроллера FEC FC620 и давления на выходе регулируемого клапана изображены на рисунке 4.

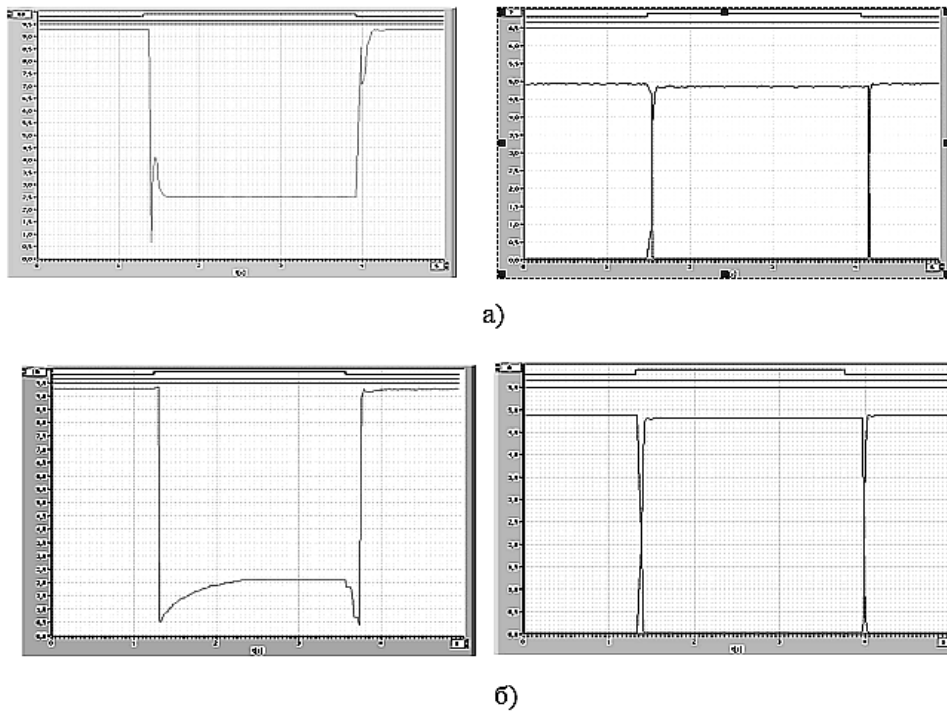


Рисунок 4. Результаты эксперимента:

a – $K_p = 1,38$; $K_I = 0,4$ (определены по методу Зиглера-Никольса);

б – $K_p = 0,1$; $K_I = 0,1$ (определены по ОУК).

На рисунке 4, а, в приведены осциллограммы сигнала управления (напряжение), формируемого контроллером, и давления в системе управления (на выходе регулируемого клапана) при настройке параметров ПИД-регулятора по правилам Зиглера-Никольса. Переходные процессы давления в камерах клапана являются колебательными, с перерегулированием. При задании параметров настройки ПИД-регулятора, выбранных по ОУК (рисунок 5, б), перерегулирование отсутствует и в камерах клапана происходит плавное нарастание давления.

Заданное качество регулирования в системе предложено обеспечивать путем уточнения значений параметров настройки ПИД-регулятора за счет использования областей качества в пространстве

настраиваемых параметров. Полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований показали, что значения параметров соответствуют найденным областям для исследуемой системы.

Список литературы

1. Closed-Loop Pneumatics. Workbook TP.Festo Didactic.GmbH&Co. 2001. – 450 p.
2. Беляева Л.Л. Настройка параметров регуляторов цифровых систем автоматического управления с применением областей качества // Л.Л. Беляева / Наука и образование в XXI веке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 30 июня 2015 г., г.Москва: в 3-х частях. Часть II. – М.: «АР-Консалт», 2015. – С.23-27.

Бойков А.С.

Бакалавр СПбГУ

Россия, г. Санкт - Петербург

Глушков Г.А.

бакалавр СПбГУ

Россия, г. Санкт - Петербург

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПЕРЕВЕРНУТОГО МАЯТНИКА**Boykov A.S.**

Bachelor of St. Petersburg State University

Russia, St. Petersburg

Glushkov G.A.

Bachelor of St. Petersburg State University

Russia, St. Petersburg

STABILIZATION OF THE REVERSE PENDULUM**Аннотация**

Статья посвящена вопросам исследования динамики вращающегося перевернутого маятника Фуруты как одного из интересных представителей перевернутых маятников на подвижной основе. Целью работы является получение способа обеспечения стабилизации маятника в верхнем неустойчивом положении равновесия. Решение задачи основано на использовании линейных законов управления, предложена схема, обеспечивающая стабилизацию маятника в этом положении. Особое внимание уделено вопросу возможного наличия внешних возмущений при стабилизации. Моделирование и настройка варьируемых параметров закона управления выполнены в среде MATLAB-Simulink.

Abstract

The article is devoted to the study of dynamics of the rotating inverted pendulum of Furuta as one of the interesting representatives of inverted pendulums on a moving basis. The aim of the work is to obtain a method for ensuring stabilization of the pendulum in the upper unstable equilibrium position. The solution of the problem is based on the use of linear control laws, a scheme is proposed that ensures the stabilization of the pendulum in this position. Particular attention is paid to the possible presence of external disturbances during stabilization. Simulation and adjustment of variable parameters of the control law are performed in the MATLAB-Simulink environment.

Ключевые слова: перевернутый маятник, маятник Фуруты, стабилизация, синтез, закон управления, линеаризация.

Keywords: inverted pendulum, Furuta pendulum, stabilization, synthesis, control law, linearization.

I. Введение

Развитие робототехники породило множество задач теории управления, связанных со стабилизацией сложных кинематических систем. Одними из таких задач являются задачи поддержания колебательных движений и управления системами, в которых центр масс не совпадает с точкой приложения силы. В качестве примера можно привести всем известные индивидуальные транспортные средства: сигвеи, гироскутеры, представленные в различных формах, как двухколесные, так и одноколесные.

Кроме того, в настоящее время разрабатываются различные робототехнические системы, содержащие элементы, динамика которых подобна динамике такого типа маятников.

Исследование таких задач может быть сведено к построению модели перевернутого маятника и разработке соответствующего алгоритма управления. Ввиду того, что часто решение упомянутых задач представляет собой коммерческую тайну, новые решения являются по-прежнему актуальными.

Особое внимание задачам стабилизации маятника в верхнем положении уделяется еще и потому, что на успешность ее реализации влияет задача перевода маятника в зону стабилизации из начального положения покоя. Такая задача называется задачей «заброски» маятника.

Различные вопросы управления в режиме "заброски" и стабилизации при управлении перевернутым маятником рассматриваются, например, в работах [2], [7], [8].

В настоящей статье рассматривается задача построения стабилизирующего управления для перевернутого маятника Фуруты с учетом качества подавления внешних возмущений.

II. Математическая модель объекта и постановка задачи

Система перевернутого маятника на вращающемся основании (маятника Фуруты) состоит из платформы (основания), вращающейся в горизонтальной плоскости под действием электромотора, и самого маятника, вращающегося в вертикальной плоскости, закрепленного на краю платформы.

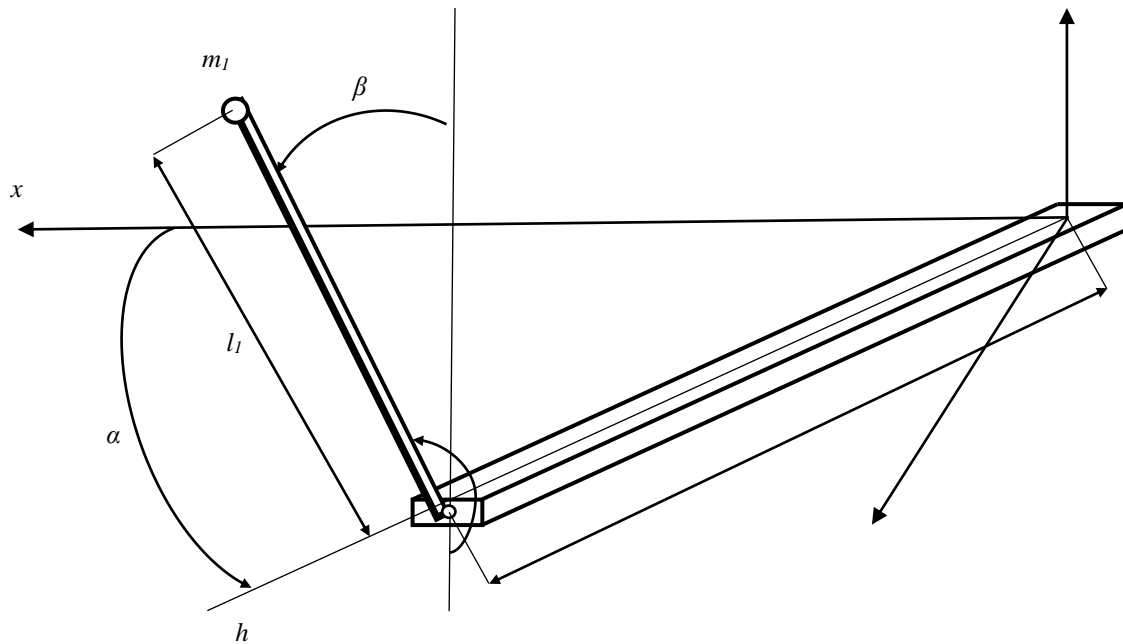


Рис. 1. Схема перевернутого маятника Фуруты.

Введем правую систему координат, началом которой будет служить точка O , вокруг которой происходит вращение платформы в плоскости Oxy , а ось Oz направлена вертикально вверх.

Таким образом, положение данной системы в пространстве будет однозначно определяться двумя углами: углом α поворота платформы и углом β отклонения маятника от вертикального верхнего положения. Угол α отсчитывается от оси Ox и положительным считается направление против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Oz . Угол β отсчитывается от верхнего вертикального положения против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Oh . Ось Oh – ось вращения маятника, проходящая через начало координат O и точку крепления маятника к платформе.

Также, введем обозначения L – длина платформы, l – длина маятника, m_1 – масса маятника.

Нелинейная математическая модель перевернутого маятника на вращающемся основании представляется системой нелинейных дифференциальных уравнений [1]

$$\mathbf{M}_0(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}} + \mathbf{M}_1(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}} + \mathbf{M}_2(\mathbf{q}) = \mathbf{T}u \quad (1.1)$$

Здесь $\mathbf{q} = (\alpha \ \beta)^T$ – вектор обобщенных координат, u – управляющий сигнал, являющийся напряжением, подаваемым на привод электромотора, а матрицы \mathbf{M}_0 , \mathbf{M}_1 , \mathbf{M}_2 и \mathbf{T} представляются в следующем виде:

$$\mathbf{M}_0 = \begin{pmatrix} J_0 + m_1 L_0^2 + m_1 l_1^2 \sin^2 \beta & -m_1 L_0 l_1 \cos \beta \\ -m_1 L_0 l_1 \cos \beta & J_1 + m_1 l_1^2 \end{pmatrix},$$

$$\mathbf{M}_1 = \begin{pmatrix} C_0 + \frac{K_t K_b}{R_a} + \frac{1}{2} m_1 l_1^2 \dot{\beta} \sin 2\beta & m_1 L_0 l_1 \dot{\beta} \sin \beta + \frac{1}{2} m_1 l_1^2 \dot{\alpha} \sin 2\beta \\ -\frac{1}{2} m_1 l_1^2 \dot{\alpha} \sin 2\beta & C_1 \end{pmatrix}, \quad (1.2)$$

$$\mathbf{M}_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ -m_1 g l_1 \sin \beta \end{pmatrix}, \quad \mathbf{T} = \begin{pmatrix} \frac{K_t K_u}{R_a} \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Здесь угол α – угол поворота платформы, угол β – отклонения маятника от верхнего вертикального положения, L_0 – длина платформы, l_1 – длина маятника, m_1 – масса маятника, J_0 и J_1 – моменты инерции, а C_0 и C_1 – коэффициенты сухого трения платформы и маятника соответственно. Константы K_t , K_b , K_u , и K_a

зависят от характеристик электромотора. Уравнения динамики (1.1) и (1.2) выводятся на основе уравнений Лагранжа второго рода.

Запишем систему (1.1) в нормальной форме, сделав замену:

$$q_1 = q, q_2 = \dot{q} \quad (1.3)$$

В результате замены в уравнении (1.1) получаем:

$$\begin{aligned} \dot{q}_1 &= q_2, \\ \dot{q}_2 &= M_0^{-1}(q_1)(-M_1(q_1, q_2)q_2) - M_2(q_1) + Tu. \end{aligned}$$

Будем считать, что на маятник действует внешний момент M_β по отклонению угла β . Тогда нелинейная модель маятника с внешним воздействием представляется в виде:

$$\begin{aligned} \dot{q}_1 &= q_2, \\ \dot{q}_2 &= M_0^{-1}(q_1)(-M_1(q_1, q_2)q_2) - M_2(q_1) + Tu + Gd(t), \end{aligned} \quad (1.4)$$

где $G = (0 \ M_\beta)^T$ – вектор внешних моментов, а $d(t)$ – внешние возмущения.

Итак, в качестве нелинейной модели маятника Фуруты примем систему дифференциальных уравнений (1.4).

Перейдем к рассмотрению линейной модели системы в окрестности верхнего вертикального положения равновесия. Этому равновесию соответствует вектор x с компонентами:

$$\alpha_0 = const, \dot{\alpha}_0 = 0, \beta_0 = 0, \dot{\beta}_0 = 0. \quad (1.5)$$

Такое равновесие является неустойчивым.

Выполним линеаризацию уравнений (1.1) в окрестности положения равновесия (1.5). В результате получим систему в отклонениях:

$$\begin{aligned} &\begin{pmatrix} J_0 + m_1 L_0^2 & -m_1 L_0 l_1 \\ -m_1 L_0 l_1 & J_1 + m_1 l_1^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \ddot{\alpha} \\ \ddot{\beta} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} C_0 + \frac{K_t K_b}{R_a} & 0 \\ 0 & C_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{\alpha} \\ \dot{\beta} \end{pmatrix} + \\ &+ \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -m_1 g l_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{K_t K_u}{R_a} \\ 0 \end{pmatrix} u + \begin{pmatrix} 0 \\ M_\beta \end{pmatrix} d. \end{aligned} \quad (1.6)$$

Введем в рассмотрение вектор состояния для линейной системы (1.6):

$$x = (\dot{\alpha} \ \beta \ \dot{\beta})^T = (\omega_\alpha \ \beta \ \omega_\beta)^T, \quad (1.7)$$

где ω_α и ω_β – угловые скорости вращения основания и маятника соответственно.

Переходя от уравнений (1.6) с учетом (1.7) к системе дифференциальных уравнений в нормальной форме, получим:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + bu + Gd, \\ y &= Cx \end{aligned} \quad (1.8)$$

где матрица A и вектор b представлены в виде:

$$A = \frac{1}{af - c^2} \begin{pmatrix} -nf & ch & -cC_1 \\ 0 & 0 & af - c^2 \\ -cn & ah & -aC_1 \end{pmatrix}, \quad b = \frac{1}{af - c^2} \begin{pmatrix} ef \\ 0 \\ ce \end{pmatrix},$$

где a, c, e, f, h, n вычисляются по формулам:

$$a = J_0 + m_1 L_0^2, c = m_1 L_0 l_1, n = C_0 + \frac{K_i K_b}{R_a},$$

$$e = \frac{K_i K_u}{R_a}, f = J_1 + m_1 l_1^2, h = m_1 g l_1.$$
(1.9)

Измеряемыми переменными в данной модели являются угловая скорость вращения платформы $\omega_\alpha = \dot{\alpha}$ и угол отклонения маятника β , поэтому матрица C будет иметь вид:

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$
(1.10)

Для проведения численных экспериментов были взяты физические параметры маятника Фуруты, приведенные в [1].

Требуется построить линейный регулятор вида

$$u = K(s)y,$$
(1.11)

где $K(s)$ – передаточная матрица регулятора, так чтобы в замкнутой системе (1.8), (1.11) обеспечилась стабилизация нулевого положения маятника, которое задается отклонением угла $\beta = 0$. При этом необходимо учесть требования к качеству динамики, которые будут описаны ниже.

III. Построение регулятора

A. Стабилизирующий закон управления

Пусть объект управления задан системой:

$$\dot{x} = Ax + Bu,$$

$$y = Cx,$$
(2.1)

и заданы начальные условия $x(0) = x_0$.

Введем в рассмотрение обратную связь по состоянию

$$u = Kx,$$
(2.2)

где K – постоянная матрица коэффициентов усиления регулятора.

Как известно, эффективным и удобным способом построения матрицы K на практике является метод интегральной квадратичной оптимизации (LQR-оптимизации).

Зададим интегральный квадратичный функционал

$$J = J(K) = \int_0^{\infty} [x'(t, K)Qx(t, K) + u'(t, K)Ru(t, K)]dt$$
(2.3)

где Q – знакоположительная матрица с постоянными компонентами, R – положительно определенная матрица с постоянными компонентами.

Компоненты указанных матриц являются весовыми множителями, определяющими значимость вклада в величину функционала отдельных составляющих векторов состояния и управления.

Задача LQR-оптимального синтеза состоит в нахождении матрицы такой K , чтобы функционал (2.3) достигал своего минимума по отношению ко всем другим матрицам коэффициентов усиления, обеспечивающим асимптотическую устойчивость замкнутой системы, то есть

$$J = J(K) \rightarrow \min_{K \in \Omega},$$

где Ω – множество постоянных матриц K таких, что матрица $A+BK$ гурвицева.

Подробно задача LQR-оптимизации и алгоритм ее решений приведены в монографии [4].

B. Асимптотический наблюдатель

Как уже было сказано выше, в рассматриваемой модели доступны к измерению только две компоненты вектора состояния x – угловая скорость платформы ω_α и угол отклонения маятника β , в то время как для синтеза регулятора необходима информация обо всех компонентах вектора состояния. Поэтому на основе измеренных значений сигнала y в системе (1.8) с помощью наблюдателя производится оценивание z вектора состояния:

$$\dot{z} = Az + Bu + F(y - Cz) \quad (2.4)$$

(2.4) – асимптотический наблюдатель по отношению к объекту (1.8), если матрица $(A - FC)$ является гурвицевой, то есть ее собственные числа лежат в левой открытой комплексной полуплоскости. В результате управление формируется на основе оценки вектора состояния

$$u = Kz. \quad (2.5)$$

Матрица F в наблюдателе (2.4) может быть выбрана различными способами, в данном случае достаточно эффективным является ее выбор также на базе задачи LQR-оптимизации.

С. Оценка качества

Объединяя все варьируемые параметры (в данном случае варьируемые элементы матриц Q и R регулятора) в вектор $h \in E^N$, $N = 9$, зададим формально характеристики, которые определяют качество динамики в замкнутой системе.

Сначала введем функционал

$$J_1(h) = T_f(h) = \min \{t \in [0, T] \mid |\beta(t, h)| < \delta \quad \forall t \geq T_f\},$$

где δ – малое число, характеризующее время перехода маятника в заданную малую окрестность конечного положения при отсутствии действия внешних возмущений, T – момент окончания промежутка моделирования.

Для оценки качества подавления возмущающего сигнала алгоритмом будем использовать АЧХ (амплитудно-частотную характеристику) замкнутой системы от входа d (внешние возмущения) к выходу β (угол отклонения маятника):

$$A_{\beta d}(\omega) = |W_{\beta d}(j\omega)|, \quad \omega \in (0, \omega_0) \quad \omega_0 > 0.$$

$W_{\beta d}(s)$ – передаточная функция замкнутой системы (1.8), (2.4), (2.5), от входа $d \in E^1$ к выходу β .

Также зададим функционал

$$J_2(h) = \max_{\omega \in [0, \omega_0]} |W_{\beta d}(j\omega)|,$$

где ω_0 – частота, характеризующая возможный диапазон частот входных возмущающих воздействий от сигнала $d(t)$. Такой функционал характеризует реакцию угла отклонения $\beta(t, h)$ на входное возмущение $d(t)$.

IV. Моделирование

Для проведения имитационного моделирования нелинейной системы перевернутого маятника Фурты и настройки варьируемых параметров регулятора был использован пакет прикладных программ MATLAB-Simulink. На рис.2 представлен общий вид Simulink-модели.

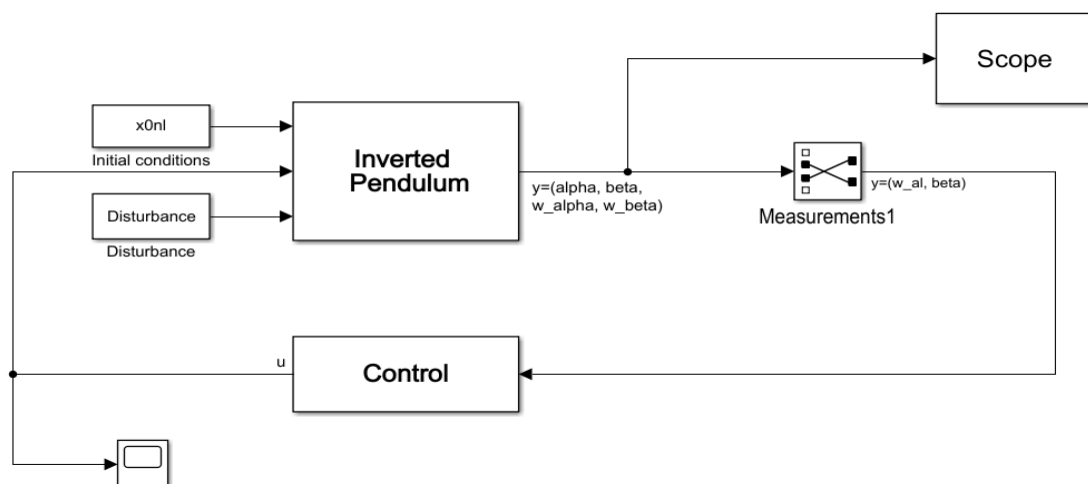


Рис.2 Simulink-модель системы.

Выбор коэффициентов закона управления осуществим исходя из указанных в предыдущем пункте характеристик динамики.

Зададим начальное отклонение маятника 5 градусов, а в качестве модели внешнего возмущения и погрешности измерения добавим белый шум.

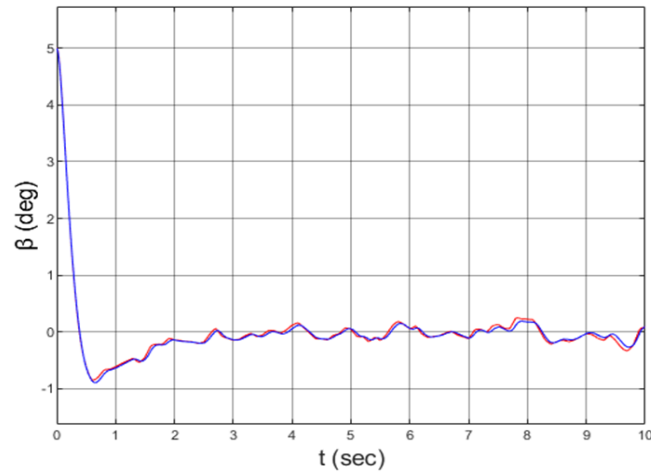


Рис.3 Измеряемое и наблюдаемое значение. β

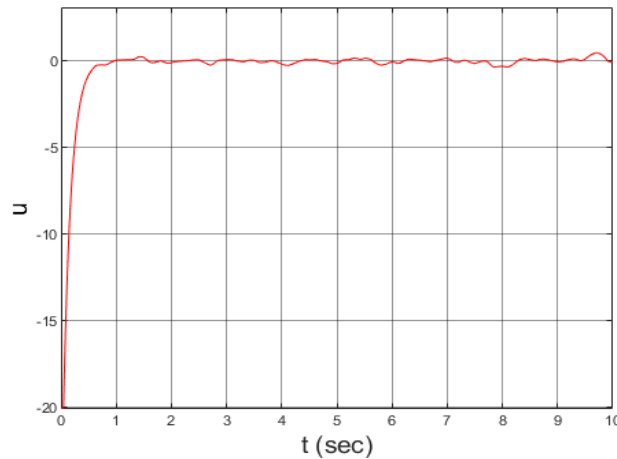


Рис.4 Управляющий сигнал u .

Время переходного процесса составило примерно 3 секунды, а значение перерегулирования менее одного градуса. Кроме того, можно заметить, что результат фильтрации близок к реальному значению вектора состояния.

Теперь в качестве внешнего возмущения добавим сумму нескольких гармонических сигналов с разными частотами.

На рис. 5–8 представлены значения амплитудно-частотной характеристики и угла β для двух вариантов выбора варьируемых коэффициентов.

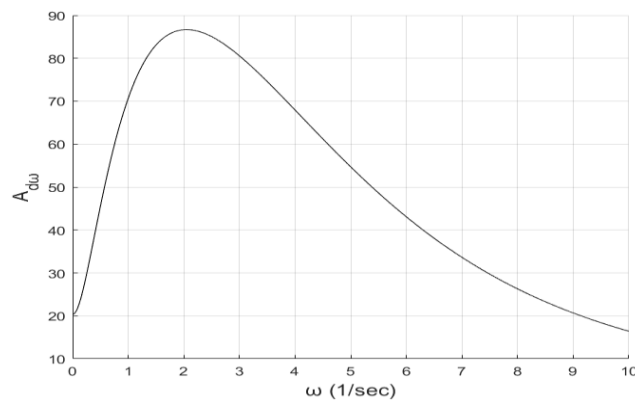


Рис. 5 АЧХ.

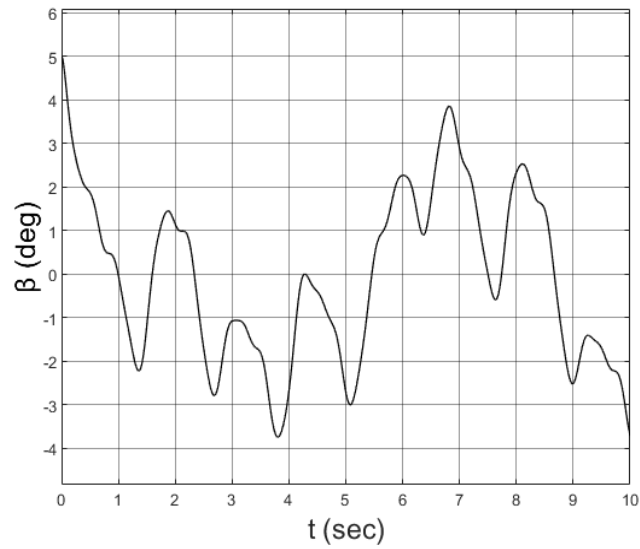


Рис. 6 Значение угла

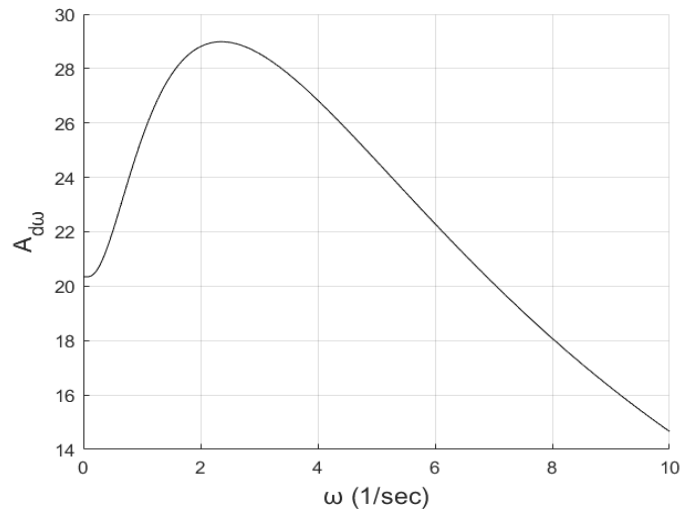


Рис. 8 Значение угла при выборе матрицы F с помощью LQR-оптимизации.

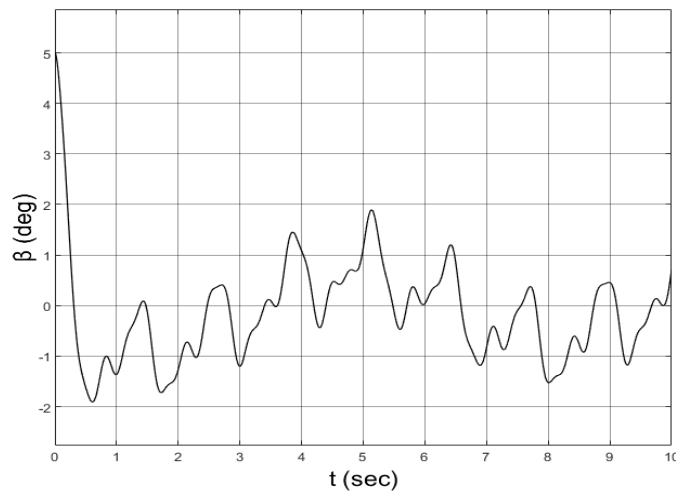


Рис. 7 АЧХ при выборе матрицы F с помощью LQR-оптимизации.

Во втором случае коэффициенты матрицы F уравнения (2.4) наблюдателя были выбраны с помощью алгоритма LQR-оптимизации. При этом при настройке коэффициентов матриц K и F с помощью LQR-подхода матрицы Q и R выбираются во всех случаях диагональными:

$$Q = \text{diag}(q_{11} \dots q_{pp}), \quad R = \text{diag}(r_{11} \dots r_{jj}), \quad \text{где } q_{ii} \geq 0, \quad i = 1 \dots p, \quad r_{ll} > 0, \quad l = 1 \dots j.$$

Как видно из графиков рис. 5–8 качество работы алгоритма стабилизации при внешнем возмущении с использованием коэффициентов в матрице наблюдателя, полученных с помощью LQR-синтеза значительно лучше. Так, значение функционала $J_2(h)$ меньше во втором случае примерно в 3 раза, а отклонения от нулевого значения уменьшились с ± 4 градусов до ± 2 .

V. Выводы

Была построена нелинейная математическая модель перевернутого маятника Фуруты, выполнена ее линеаризация в верхнем вертикальном положении. Затем был сформирован асимптотический наблюдатель для оценки компонент вектора состояния объекта на основе измеряемых переменных, а также предложен алгоритм закона управления, реализующий стабилизацию маятника с использованием обратной связи. Проведено моделирование работы описанного алгоритма в среде MATLAB-Simulink.

УДК 004.356.2

Использованные источники:

1. Chye T.K. and Sang T.C. Rotary Inverted Pendulum. Technical Report, School of Electrical and Electronic Engineering, Nanyang Technological University, 1999.
2. Веремей Е. И., Сотникова М.В. Управление с прогнозирующим моделями
3. Andrew Careaga Houck, Robert Kevin Katzschmann, Joao Luiz Almeida Souza Ramos Furuta Pendulum. 2013.
4. Веремей Е.И. Линейные системы с обратной связью. 2013.
5. Andrew K. Stima Standup and Stabilization of the Inverted Pendulum. 1999.
6. Ali Wadi, Jin-Hyuk Lee, Lotfi Romdhane Dynamic Analysis of the Tilted Furuta Pendulum.
7. Sylvain Durand, Fermi Guerrero Castellanos, Nicolas Marchand, W. Fermín Guerrero Sánchez Event-Based Control of the Inverted Pendulum: Swingup and Stabilization. 2013
8. Astrom K.J. and Furuta K. Swinging up a pendulum by energy control. Automatica, volume 36, pp. 287-295, 2000.

**Глазырина Н.С.,
Асанова А.М.,
Сайтова Р.Б.**

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан

РАЗРАБОТКА ЧПУ ПЛОТТЕРА НА ОСНОВЕ DVD/CD ПРИВОДА

**Glazyrina N.S.,
Asanova A. M.,
Saitova R.B.**

L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan

THE DEVELOPMENT OF CNC PLOTTER ON THE BASIS OF THE DVD/CD DRIVE

Аннотация

В статье приведен обзор существующих числовых плоттеров с программным управлением, выявлены достоинства и недостатки в их работе. На основе выявленных недостатков разработана концепция недорогого трехосевого мини-ЧПУ плоттера. Плоттер основан на DVD/CD приводах, которые приводят в движение пишущий элемент и платформу с деталью. Плоттер можно использовать в течение долгих часов, что невозможно в существующих. В ходе работы плоттера не требуется постоянный контроль и нет необходимости в высококвалифицированных операторах. В качестве пишущего элемента могут быть использованы: ручка, карандаш, лазер, 3-D перо, сверло. Плоттер собран на основе микроконтроллера Arduino. Программное обеспечение написано в среде Arduino IDE на языке C++. Стоимость установки составляет 25 618 тг. Плоттер может использоваться в лабораториях НИИ, а также в университетах.

Abstract

The article provides an overview of the existing numerical plotters with software control, identified advantages and disadvantages in their work. On the basis of the identified shortcomings, the concept of an inexpensive three-axis mini-CNC plotter was developed. The plotter is based on DVD/CD drives that drive the writing element and the platform with the detail. The plotter can be used for long hours, which is impossible in existing ones. The plotter does not require constant monitoring and there is no need for highly qualified operators. As a writing element can be used: pen, pencil, laser, 3-D pen, drill. The plotter is assembled on the basis of Arduino microcontroller. The software is written in the Arduino IDE in C++. The cost of installation is 25 618 Tg. The plotter can be used in laboratories of research institutes, as well as in universities.

Ключевые слова: *плоттер, программное управление, Arduino, DVD/CD привод, пишущий элемент*
Keywords: *plotter, software control, Arduino, DVD/CD drive, writing element*

Требования современной промышленности - производство большого количества и качественных продуктов с низкими затратами на производство и монтаж. Эти задачи могут быть легко выполнены машинами, которые управляются компьютерами, чтобы упростить работу со сложными деталями и меньшими человеческими ошибками. Они широко известны как станки с программным управлением (ЧПУ).

Сейчас остро стоит вопрос о продвижении на казахстанских предприятиях новых высокоэффективных ЧПУ станков, которые не будут требовать энергозатратного человеческого труда. Это определяется тремя причинами:

Первая причина относится к кадровым проблемам, то есть резкое сокращение и практически полное отсутствие обучения высококвалифицированных станочников-универсалов или мастеров при все большем повышении требований к качеству деталей практически во всех отраслях машиностроения. Одним из преимуществ ЧПУ плоттера на основе DVD/CD привода является его простота использования, нет необходимости в высококвалифицированных работниках [1].

Вторая - необходимость обработки сложных, уникальных деталей при этом с минимальными сроками изготовления. Если при наличии высококвалифицированных мастеров сокращается число операций и уменьшается затраченное время, обеспечиваемое использованием многокоординатных ЧПУ станков, позволяет получать более качественные и стабильные параметры продукта, особенно в части отклонений от стандартизированных деталей. Разнообразие технологических возможностей дает существенный эффект с точки зрения производительности благодаря упрощению использования станков, что было сделано в настоящем ЧПУ плоттере. Производственный цикл иногда сокращается от недель до нескольких часов. Также упрощается обслуживание станков при ремонтных работах, то есть не нужно держать большой штат обслуживающего персонала, тем более сейчас существует нехватка в квалифицированных кадрах, как говорилось ранее.

Третий фактор технико-экономический. Возможные технико-экономические факторы целесообразности внедрения технологических комплексов на основе ЧПУ станков взамен участков из обычных универсальных станков в условиях серийного производства, то есть способствует увеличению оптимизации труда на предприятиях.

Именно в технико-экономической области чаще всего отмечается несоответствие реальных

результатов внедрения дорогостоящего высокопроизводительного оборудования к ожидаемым и прогнозируемым. В то же время отметим, что повышение мобильности отдельных компонентов производства (ускорение полной комплектации сборки) способно принести общий экономический эффект производства в целом, несмотря на удорожание процессов изготовления некоторых деталей и узлов. Однако чтобы решить данную распространенную проблему с бюджетом и ценами на ЧПУ станками была разработана нынешняя концепция простого ЧПУ по приемлемой цене.

Перед разработкой плоттера были изучены такие плоттеры как: Roland SRM-20, Prusa i3 3d printer DIY, Pouter 4230, Sltapeoko 2 DIY Desktop CNC kit и SolidCraft CNC-3040 Light [2]. Были выбраны плоттеры небольшого размера, так как размер разработанного ЧПУ плоттера на основе DVD/CD приводах 20x20 см. Главными недостатками существующих решений являются высокая цена плоттеров, а также сложность в управлении. Инструкции составляются объемные и расшифровать их достаточно сложно для обычного пользователя. Кроме этого замена деталей оказалась труднодоступной, к тому же требуются специалисты по данной технике.

Актуальность работы состоит в том, что с развитием IT-технологий спрос на плоттерные машины с компьютерным численным управлением (ЧПУ) в производстве, а также в учебных заведениях и лабораториях быстро растет [3]. Низкая стоимость печатной платы стала основной потребностью в лабораториях электроники, для студентов машиностроения и для любителей электроники.

Разработанный плоттер использует три шаговых двигателя в качестве линейных приводов на каждой оси X, Y и Z. Во время печати / рисования правильная синхронизация всех этих трех осей, то есть шаговых двигателей, является наиболее сложной задачей. В настоящее время данные для рисования предоставляются программно, то есть жестко запрограммированы в программе в двоичном формате. Ручка касается поверхности и печатает пиксель для логики 1 и поднимается в воздух для логического нуля, и привод меняет свое положение для выполнения следующих команд. Как и в будущем плане, он может получить доступ к G-коду напрямую из поддерживающего программного обеспечения, такого как «Inkscape»[4]. На рисунке 1 представлен алгоритм работы плоттера.

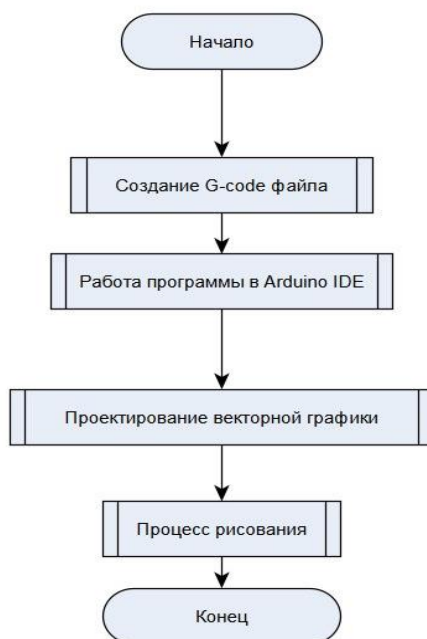
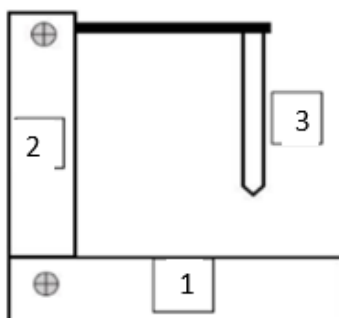


Рисунок 1. Схема работы плоттера.

Основным компонентом разработанного плоттера является DVD/CD привод. Горизонтальное движение детали (по оси X) осуществляется нижним CD приводом. Движение сервопривода по горизонтали (по оси Y) обеспечивает второй CD привод, то есть левые и правые боковые движения. Шпиндель установленный на сервоприводе обеспечивает вертикальное перемещение (по оси Z) для подачи инструмента. Прототип плоттера представлен на рисунке 2.



1. CD привод 1
2. CD привод 2
3. Сервопривод

Рисунок 2. Прототип плоттера

В таблице 1 приведены размеры прототипа ЧПУ плоттера

Таблица 1.

Размеры прототипа ЧПУ		
№	Название	Длина
1	Ход по оси X	5 см
2	Ход по оси Y	5 см
3	Ход по оси Z	3 см
4	Высота ЧПУ	15 см
5	Длина ЧПУ	15 см
6	Ширина ЧПУ	15 см

В таблице 2 приведены необходимые комплектующие и их стоимость.

Стоимость комплектующих

№	Название детали	Цена
1	Arduino Mega 2560 Rev3 (оригинал)	21 750 тг.
2	Беспаячная макетная плата	850 тг.
3	Сервопривод 9g SG90	810 тг.
4	Драйвер двигателей L293D	2 x 230 тг.
5	Резистор сопротивления	2 x 4 тг.
6	Светодиоды	2 x 10 тг.
7	Комплект проводов	650 тг.
8	Уголки	20 тг.
9	Перо/ручка	50 тг.
10	Поддержанные DVD приводы	2 x 500 тг.
Итого		25 618 тг.

Для разработки программного обеспечения были использованы три программы: Arduino IDE, Inkscape и программа «The GCTRL».

Программа «Inkscape». Это профессиональный векторный графический редактор для Windows, Mac OS X и Linux. Конвертация рисунка или надписи в G-код. После тестирования и калибровки, плоттер был готов к работе. Рабочий прототип плоттера представлен на рисунке 3.

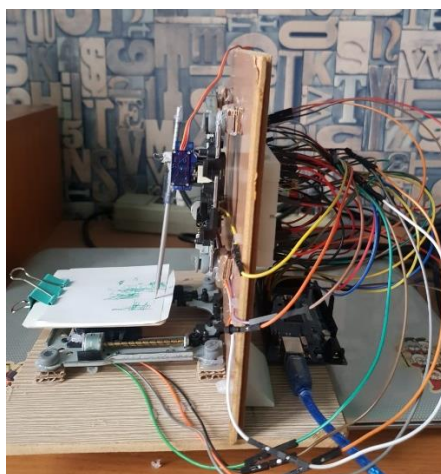


Рисунок 3. Рабочий прототип

На рисунке 4 представлен результат работы плоттера



Рисунок 4. Результат работы плоттера

Закончив работу, мы получили работающий прототип. Легкая замена пера делает плоттер универсальным и его возможно применять при лазерной резке, фрезерной резке, 3D печати и т.д. В целях обучения, на лабораторных занятиях, можно

использовать прототип в его первоначальном виде. То есть разработать готовый разобранный набор плоттера в миниатюре и дать задание по сборке плоттера студентам. Также плоттер можно использовать для печати учебных материалов.

Список использованной литературы

1. Peter Smid, "A comprehensive Guide to Practical CNC Programming: CNC Programming Handbook", 2003. – С. 15-18

2 MS. A. Arti, "CNC Systems and Programming", A W.F. Group Pub, 2004. – 105 с.

2. Michael Mattson, "CNC Programming: Principles and Applications", Book 2nd edition, 2010. – 81 с.

3. B. Jayachandriah, O.Vamsi Krishna, P. Abdullah Khan and R. Ananda Reddy, "Fabrication of Low Cost 3-Axis CNC Router", International Journal of Engineering Science Invention, volume3 Issue 61, June 2014. – С. 61-65

4. B. Jayachandriah, O.Vamsi Krishna, P. Abdullah Khan and R. Ananda Reddy, "Fabrication of Low Cost 3-Axis CNC Router", International Journal of Engineering Science Invention, volume3 Issue 61, June 2014. – С. 61-65

УДК 004.021

*Глазырина Н.С.,
Ермаганбетова М.А.,
Кинтонова А.Ж.,
Майкибаева Э.К.,
Икласова Г.Е.*

Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан

**АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ШКОЛЬНИКОВ
ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ**

*Glazyrina N.S.,
Yermaganbetova M.A.,
Kintonova A.Zh.,
Maikibayeva E.K.
Iklasova G.E.*

L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan

**ALGORITHM FOR PROCESSING STATISTICAL DATA OF SCHOOLCHILDREN
TO DISCOVER PSYCHOLOGICAL INSTABILITY**

Аннотация

В статье описан разработанный алгоритм тестирования школьников для выявления психологической эмоциональной нестабильности, в соответствии с которым была написана тестирующая программа. Алгоритм основан на добавлении психологических вопросов в основное тестирование школьников по дисциплине.

Abstract

The article describes the developed algorithm for testing students to identify psychological emotional instability, in accordance with which the testing program was written. The algorithm is based on the addition of psychological issues in the main testing of students in the discipline.

Ключевые слова: *тестирование, алгоритм, эмоциональная нестабильность, школьник, программное обеспечение.*

Keywords: *testing, algorithm, emotional instability, student, software.*

Переход от индустриального к постиндустриальному обществу начался в конце XX и начало XXI века. Произошли значительные перемены и изменения в общественной структуре за последнее столетие, но система образования в школах практически не изменилась, стереотипы с которыми бьётся информационная революция, вросли в сознания многих людей и до сих пор являются устойчивыми, не подвергаясь изменениям. Информационно – технологическая революция – результат современного этапа научно-технического прогресса, который повышает уровень и качества жизни населения. Продолжающийся процесс информатизации общества влечет за собой и компьютеризацию образования. Это обозначает, что нужны кардинальные изменения в стратегии образования: в инфор-

мационном обществе и обучение должно быть информационным. В общественной жизни идёт критическая переоценка социальных ценностей, осуществляется поиск новой модели общественного и государственного устройства, идёт процесс отказа от многих утвердившихся за годы стереотипов, сопровождаемый значительными издержками в уровне и качестве жизни людей. На сегодняшний день осуществляющийся процесс информатизации общества влияет на информатизацию образования. Это означает, что нужны радикальные изменения в стратегии образования. Особо важным моментом является человеческий ресурс, т. е. адаптация детей к новому переходу должна сопровождаться. Основной упор в ней должен делаться на создание технически оснащенной и включающей в себя большое

количество информации обучающей среды, обладающей гибкой и легко адаптируемой организационной структурой, оптимальной в плане эффективного использования учебного пространства и времени, а также на разработку психологической программы поддержки, учитывающей вопрос адаптации ученика. Неспособность адаптации учащихся, не сумевших справиться с эмоциональным натиском уже приводила к негативным последствиям, в виде ухода из жизни накануне важных этапов. По информации международных организаций ВОЗ и ЮНИСЕФ, Казахстан уже 10 лет входит в тройку лидеров среди стран мира по числу самоубийств среди подростков. Пик подростковых суицидов пришелся на 2008 год. Тогда Казахстан оказался на первом месте по количеству самоубийств, совершенных юношами и девушками в возрасте 15-19 лет. В отчете ЮНИСЕФ за 2013-2014 год говорится, что Казахстан в течение нескольких лет входит в группу стран, в которых суицид является одной из основных причин смертности среди подростков и молодежи [1]. При рассмотрении, существующих решений данной проблемы, столкнулись с работой психолога, которая проводится в групповом формате нежели индивидуальном, что не является благоприятным для выявления честных ответов. Для организации дистанционного тестирования с использованием сети Интернет требуется персональный компьютер с возможностью доступа к всемирной сети. Поскольку тестирование само по себе индивидуально, процесс дистанционного характера позволяет каждому ученику проходить программу соответственно своим индивидуальным особенностям. По ряду причин одни адаптируются быстрее других, поэтому определить эмоциональную неустойчивость в коллективе затруднительно [2].

В результате проведенного анализа существующих тестирующих алгоритмов и программ, лишь очень немногие из тех, кто работает в области создания таких программ, намереваются создать многофункциональное средство, предназначенное для организации и управления учебным процессом, позволяющее создавать образовательные ресурсы, выявлять психологические отклонения, проводить учебный процесс на основе индивидуального плана с контролем графика обучения, организовывать взаимодействие преподавателей и обучаемых и прочее.

В результате проведенного анализа, было выявлено много недостатков, поэтому был разработан алгоритм тестирования школьников для выявления психологической эмоциональной нестабильности, в соответствии с которым была написана тестирующая программа. Алгоритм основан на добавлении психологических вопросов в основное тестирование школьников по дисциплине.

Блок схема разработанного тестирующего алгоритма по обработке статистических данных представлена на рисунке 1.

Написанное по алгоритму программное обеспечение, предполагает работу трехуровневых пользователей, а именно администратора, учителя и ученика. Администратор является пользователем первого уровня. К функции администратора относится регистрация пользователей второго и третьего уровней, а также доступ к редактированию данных профилей, изменять функции других пользователей.

Профиль пользователей второго уровня имеет несколько внутренних вкладок, такие как создание тестовых заданий, просмотр результатов учащихся в разных видах, как по одному школьнику, так и в общем всех учащихся курса.



Рисунок 1 Блок схема разработанного алгоритма.

Пользователь третьего уровня, то есть учащийся, который проходит тестирование на выявление эмоциональной нестабильности, имеет возможность войти в личный кабинет, пройти тестирование и увидеть мгновенный результат в режиме реального времени, для этого был куплен домен, с целью получения доступа для всех пользователей по сети.

Программа предусматривает регистрацию, прохождение тестов, редактирование существующих тестирований, проведения психодиагностики, просмотр результатов. Результаты работы алгоритма можно представить в виде графиков и диаграмм.

Результаты тестирования школьников 7 «А» класса КГУ «Казахско-турецкий лицей-интернат для одаренных девочек» акимата города Астаны, в который входит 15 учащихся, представлены на рисунках 2 и 3, в виде используемых Google Diagrams.

На рисунке 2, Combo Chart представляет шкалы результатов тестирований по предметам в виде bar chart, по вертикальной шкале, и синюю линию, выявляющую эмоциональную нестабильность у учащихся, по вертикали.

Если результат тестирования ученика на выявление эмоциональной нестабильности, как показано на рисунке 2, попадает на интервал с 0-10 и 30-40, то предполагается дальнейшая работа учащегося с психологом для психологической поддержки и устранения психологической неустойчивости.

Достоинством разработанного алгоритма, и в соответствии с ним написанного программного обеспечения является возможность своевременно выявить кризисы, обусловленные психологическими нестабильностями у обучающихся подросткового возраста.

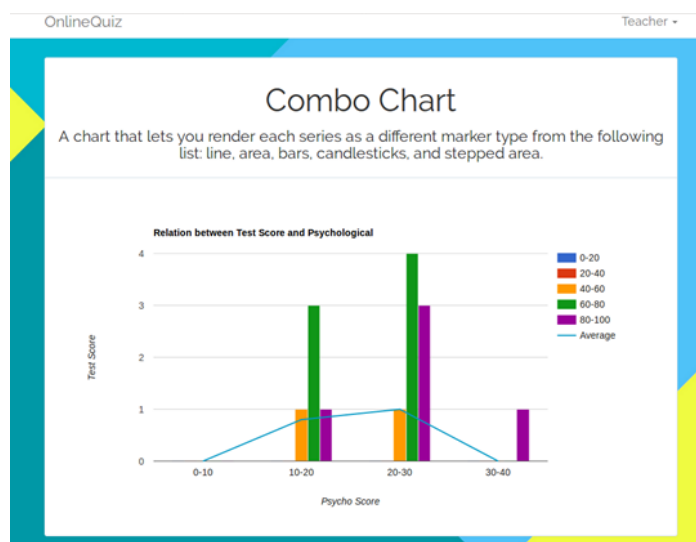


Рисунок 2 Результаты пробного тестирования, с добавлением психодиагностики.

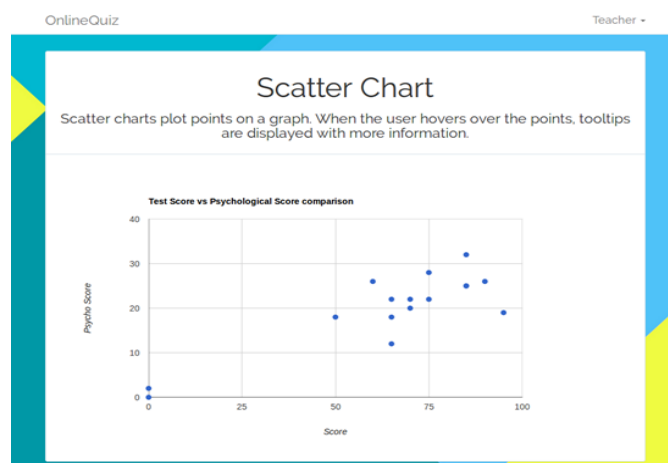


Рисунок 3 Использование различных возможностей Google Diagrams, а именно Scatter Chart для вывода результатов.

Список использованной литературы

1. Радио «Азаттык» – Казахская Служба радио «Свобода», [Электронный ресурс]. Режим доступа: открытый. <http://www.rus.azattyq.org>

2. Немов Р.С. Психология в трех книгах Книга 3 – Москва: МПГУ, 2000. – 634С.

ЯДРО ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ

Novozhilov K.S., Golubev D.V., Entin N.I.

CORE DIGITAL PLATFORM

Аннотация:

В текущий момент в мире стремительно идет платформизация. Проведены изыскания по выявлению ядра цифровой платформы и определению его функций. Предложен ряд определений понятия ядра цифровой платформы.

Abstract:

At the moment, the world is rapidly platforming. Conducted research to identify the core of the digital platform and determine its functions. A number of definitions for the concept of the core of a digital platform are proposed.

Ключевые слова: платформизация, цифровая платформа(ЦП), ядро, платформенная компания, конвейерная(традиционная) компания, цифровая трансформация.

Keywords: platformization, digital platform, core, platform model of company, traditional model of company, digital transformation.

Смотря на свойства ядра платформы, показанные в литературе, можно составить примерные определения ядра платформы:

«Платформа программного обеспечения, это расширенная система, основанная на программном обеспечении, которая представляет из себя ядро, функционально разделенное на «приложения», которые находятся во взаимодействии с ней, а также интерфейсы, через которые они взаимодействуют.»¹

1) Ядро ЦП — основная часть цифровой платформы, без которой ее функционирование невозможно.

«Экосистема платформы может развиваться быстрее, когда ядро платформы — чистая, простая система, а не клубок бесчисленных функций.»²

2) Ядро ЦП — основная часть цифровой платформы, содержащая в себе корневые функции(компоненты) платформы (минимальный набор функций(компонентов)), необходимые для ее работоспособности.

Т.е. имеется ввиду, что чем больше функций(компонентов) включает в себя ядро платформы, тем менее производительной становится сама платформа, т.к. без ядра невозможно выполнение любых функций(Из этого следует, что, в первую очередь, производительность платформы ограничивается производительностью ее ядра). Отличным примером неудачно спроектированного ядра платформы может послужить Windows Vista, имеющая завышенные системные требования, по сравнению со своей предшественницей Windows XP, но при этом работающая заметно медленней.

«Vista не оправдала себя. Команда разработчиков Microsoft попыталась сохранить программные компоненты, необходимые для поддержки совместности со старыми компьютерными системами, одновременно добавляя функции, необходимые для систем нового поколения — причем в ядре платформы. В результате Vista получилась менее стабильной и более сложной, чем ее предшественница Windows XP, и сторонним разработчикам приложений с трудом удавалось писать для нее код.»³

«Замена ядра платформы почти всегда завершается неудачей, поскольку часто требуется нарушение обратной совместимости с существующим поколением платформы, что, в свою очередь, требует перестройки приложений.»⁴

3) Ядро ЦП — основная часть цифровой платформы, взаимодействующая с приложениями через определенные интерфейсы, практически не поддающаяся изменениям, чтобы не нарушать работоспособность всей ЦП в целом.

Примером нарушения работоспособности вследствие изменения ядра может послужить неправильное функционирование некоторых приложений из Apple AppStore после обновления версии iOS, после которого разработчикам приходится обновлять свои приложения, до этого работающие стабильно. Вследствие таких «приспособлений» под обновления ядра возникают новые ошибки, от которых, в итоге страдают пользователи, принуждаемые к переходу на другое приложение, и разработчики, теряющие своих потребителей.

«Разработчики ядра создают корневые функции платформы, которые предоставляют ценность

¹ Амрит Тивана. Платформы экосистем. Соединяя архитектуру, управление и стратегию.

² Джеффри Паркер, Маршалл ван Альстин, Санджит Чаудари. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику — и как заставить их работать на вас.

³ Джеффри Паркер, Маршалл ван Альстин, Санджит Чаудари. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику — и как заставить их работать на вас.

⁴ Амрит Тивана. Платформы экосистем. Соединяя архитектуру, управление и стратегию.

участникам. Эти разработчики, как правило, нанимаются компанией, управляющей платформой.»⁵

4) Ядро ЦП — основная часть цифровой платформы, разработанная самими ее владельцами, содержащая в себе базовые компоненты, необходимые для ее работоспособности, а также функции и интерфейсы, необходимые для дальнейшей эволюции ЦП путем создания приложений сторонними разработчиками для всевозможных групп пользователей.

5) Ядро ЦП — основная и приватная часть цифровой платформы, содержащая в себе все основные функции и ноу-хау (коммерческая тайна) к которой не имеет доступа никто, кроме владельца самой платформы. Разработчики приложений же могут обращаться к ядру только через заранее прописанные алгоритмы и интерфейсы.

Т.е. имеется ввиду, что желательно, чтобы в ядро ЦП входил минимальный набор функций, но так как существует коммерческая тайна, которая пусть и не является часто используемой (или редко используемой, но важной), приходится добавлять ее в ядро, возможно, жертвуя при этом производительностью. Проще говоря, чтобы коммерческая тайна оставалась коммерческой тайной, можно ограничить круг лиц, имеющей к ней доступ, путем добавления ее в ядро.

Для объединения компонентов и функций в ядре платформы может быть несколько предпосылок:

1. Так как ядро считается изолированной системой, к которой имеет доступ ограниченный круг лиц (например, владелец платформы и те, кому владелец выдал доступ к ядру), а все разработчики приложений получают доступ к возможностям ядра через многочисленные API, есть смысл содержать в ядре ноу-хау.

«Коммерческая тайна - режим конфиденциальности информации, позволяющий её обладателю при существующих или возможных обстоятельствах увеличить доходы, избежать неоправданных расходов, сохранить положение на рынке товаров, работ, услуг или получить иную коммерческую выгоду;

Информация, составляющая коммерческую тайну, - сведения любого характера (производственные, технические, экономические, организационные и другие), в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, а также сведения о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам, к которым у третьих лиц нет свободного доступа на законном основании и в отношении

которых обладателем таких сведений введён режим коммерческой тайны;»⁶

Т.е. если выдавать доступ к части функций ноу-хау, но при этом не раскрывать содержимого риск того, что технология будет украдена становится значительно ниже, чем если бы она была выделена в приложение и находилась на периферии.

2. Так как важнейшие компоненты ЦП, от работы которых зависит функционирование всей цифровой платформы, следует подвергать наибольшей защите, нужно объединить их в одну группу, ограничив доступ всех, кому он не положен, а предоставлять его через API.

В данном случае ситуация похожа на ситуацию с ноу-хау, но ссылаясь на ФЗ "О коммерческой тайне" когда кража коммерческой тайны влечет за собой экономические убытки, но повреждение ядра ЦП ведет к частичному, или скорее полному прекращению работы ЦП, что также приводит к убыткам и незапланированным расходам, но уже другого характера.

3. В любой цифровой платформе имеются компоненты, которые наиболее часто используются разработчиками приложений. Чаще всего это незаменимые или универсальные компоненты, которые составляют фундамент приложений, без которых их разработка была бы усложнена. При изменении или удалении незаменимых компонентов может произойти так, что приложения начнут работать некорректно.

«Разделение исходной архитектуры экосистемы должно быть сделано таким образом, чтобы функциональность, которая может совместно использоваться многими приложениями, помещалась в ядро платформы, которое должно быть стабильным, а остальное – в набор дополнительных приложений, которые поощряются для варьирования.»⁷

В итоге можно сделать вывод, что объединение компонентов в ядро необходимо для того, чтобы владелец платформы, разработчики приложений и пользователи не несли незапланированных расходов. Также оно может помочь разработчикам приложений и владельцу платформы установить взаимовыгодное взаимодействие.

Список литературы

1) *Джеффри Паркер, Маршалл ван Альстин, Санджит Чаудари. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику — и как заставить их работать на вас*

2) *Амрит Тивана. Платформы экосистем. Соединяя архитектуру, управление и стратегию.*

3) Федеральный Закон "О коммерческой тайне"

⁵ Джеффри Паркер, Маршалл ван Альстин, Санджит Чаудари. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику — и как заставить их работать на вас.

⁶ [ФЗ "О коммерческой тайне"] Статья 3. Основные понятия, используемые в настоящем Федеральном законе

⁷ Амрит Тивана. Платформы экосистем. Соединяя архитектуру, управление и стратегию.

ЯДРО ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ

Novozhilov K.S., Golubev D.V., Entin N.I.

CORE DIGITAL PLATFORM

Аннотация:

В текущий момент в мире стремительно идет платформизация. Проведены изыскания по выявлению ядра цифровой платформы и определению его функций. Предложен ряд определений понятия ядра цифровой платформы.

Abstract:

At the moment, the world is rapidly platforming. Conducted research to identify the core of the digital platform and determine its functions. A number of definitions for the concept of the core of a digital platform are proposed.

Ключевые слова: платформизация, цифровая платформа(ЦП), ядро, платформенная компания, конвейерная(традиционная) компания, цифровая трансформация.

Keywords: platformization, digital platform, core, platform model of company, traditional model of company, digital transformation.

Смотря на свойства ядра платформы, показанные в литературе, можно составить примерные определения ядра платформы:

«Платформа программного обеспечения, это расширенная система, основанная на программном обеспечении, которая представляет из себя ядро, функционально разделенное на «приложения», которые находятся во взаимодействии с ней, а также интерфейсы, через которые они взаимодействуют.»⁸

б) Ядро ЦП — основная часть цифровой платформы, без которой ее функционирование невозможно.

«Экосистема платформы может развиваться быстрее, когда ядро платформы — чистая, простая система, а не клубок бесчисленных функций.»⁹

7) Ядро ЦП — основная часть цифровой платформы, содержащая в себе корневые функции(компоненты) платформы (минимальный набор функций(компонентов)), необходимые для ее работоспособности.

Т.е. имеется ввиду, что чем больше функций(компонентов) включает в себя ядро платформы, тем менее производительной становится сама платформа, т.к. без ядра невозможно выполнение любых функций(Из этого следует, что, в первую очередь, производительность платформы ограничивается производительностью ее ядра). Отличным примером неудачно спроектированного ядра платформы может послужить Windows Vista, имеющая завышенные системные требования, по сравнению со своей предшественницей Windows XP, но при этом работающая заметно медленней.

«Vista не оправдала себя. Команда разработчиков Microsoft попыталась сохранить программные компоненты, необходимые для поддержки совместности со старыми компьютерными системами, одновременно добавляя функции, необходимые для систем нового поколения — причем в ядре платформы. В результате Vista получилась менее стабильной и более сложной, чем ее предшественница Windows XP, и сторонним разработчикам приложений с трудом удавалось писать для нее код.»¹⁰

«Замена ядра платформы почти всегда завершается неудачей, поскольку часто требуется нарушение обратной совместимости с существующим поколением платформы, что, в свою очередь, требует перестройки приложений.»¹¹

8) Ядро ЦП — основная часть цифровой платформы, взаимодействующая с приложениями через определенные интерфейсы, практически не поддающаяся изменениям, чтобы не нарушать работоспособность всей ЦП в целом.

Примером нарушения работоспособности вследствие изменения ядра может послужить неправильное функционирование некоторых приложений из Apple AppStore после обновления версии iOS, после которого разработчикам приходится обновлять свои приложения, до этого работающие стабильно. Вследствие таких «приспособлений» под обновления ядра возникают новые ошибки, от которых, в итоге страдают пользователи, принуждаемые к переходу на другое приложение, и разработчики, теряющие своих потребителей.

«Разработчики ядра создают корневые функции платформы, которые предоставляют ценность

⁸ Амрит Тивана. Платформы экосистем. Соединяя архитектуру, управление и стратегию.

⁹ Джеффри Паркер, Маршалл ван Альстин, Санджит Чаудари. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику — и как заставить их работать на вас.

¹⁰ Джеффри Паркер, Маршалл ван Альстин, Санджит Чаудари. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику — и как заставить их работать на вас.

¹¹ Амрит Тивана. Платформы экосистем. Соединяя архитектуру, управление и стратегию.

участникам. Эти разработчики, как правило, нанимаются компанией, управляющей платформой.»¹²

9) Ядро ЦП — основная часть цифровой платформы, разработанная самими ее владельцами, содержащая в себе базовые компоненты, необходимые для ее работоспособности, а также функции и интерфейсы, необходимые для дальнейшей эволюции ЦП путем создания приложений сторонними разработчиками для всевозможных групп пользователей.

10) Ядро ЦП — основная и приватная часть цифровой платформы, содержащая в себе все основные функции и ноу-хау(коммерческая тайна) к которой не имеет доступа никто, кроме владельца самой платформы. Разработчики приложений же могут обращаться к ядру только через заранее прописанные алгоритмы и интерфейсы.

Т.е. имеется ввиду, что желательно, чтобы в ядро ЦП входил минимальный набор функций, но так как существует коммерческая тайна, которая пусть и не является часто используемой (или редко используемой, но важной), приходится добавлять ее в ядро, возможно, жертвуя при этом производительностью. Проще говоря, чтобы коммерческая тайна оставалась коммерческой тайной, можно ограничить круг лиц, имеющей к ней доступ, путем добавления ее в ядро.

Для объединения компонентов и функций в ядре платформы может быть несколько предпосылок:

4. Так как ядро считается изолированной системой, к которой имеет доступ ограниченный круг лиц (например, владелец платформы и те, кому владелец выдал доступ к ядру), а все разработчики приложений получают доступ к возможностям ядра через многочисленные API, есть смысл содержать в ядре ноу-хау.

«Коммерческая тайна - режим конфиденциальности информации, позволяющий её обладателю при существующих или возможных обстоятельствах увеличить доходы, избежать неоправданных расходов, сохранить положение на рынке товаров, работ, услуг или получить иную коммерческую выгоду;

Информация, составляющая коммерческую тайну, - сведения любого характера (производственные, технические, экономические, организационные и другие), в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, а также сведения о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам, к которым у третьих лиц нет свободного доступа на законном основании и в отношении

которых обладателем таких сведений введён режим коммерческой тайны;»¹³

Т.е. если выдавать доступ к части функций ноу-хау, но при этом не раскрывать содержимого риск того, что технология будет украдена становится значительно ниже, чем если бы она была выделена в приложение и находилась на периферии.

5. Так как важнейшие компоненты ЦП, от работы которых зависит функционирование всей цифровой платформы, следует подвергать наибольшей защите, нужно объединить их в одну группу, ограничив доступ всех, кому он не положен, а предоставлять его через API.

В данном случае ситуация похожа на ситуацию с ноу-хау, но ссылаясь на ФЗ "О коммерческой тайне" когда кража коммерческой тайны влечет за собой экономические убытки, но повреждение ядра ЦП ведет к частичному, или скорее полному прекращению работы ЦП, что также приводит к убыткам и незапланированным расходам, но уже другого характера.

6. В любой цифровой платформе имеются компоненты, которые наиболее часто используются разработчиками приложений. Чаще всего это незаменимые или универсальные компоненты, которые составляют фундамент приложений, без которых их разработка была бы усложнена. При изменении или удалении незаменимых компонентов может произойти так, что приложения начнут работать некорректно.

«Разделение исходной архитектуры экосистемы должно быть сделано таким образом, чтобы функциональность, которая может совместно использоваться многими приложениями, помещалась в ядро платформы, которое должно быть стабильным, а остальное – в набор дополнительных приложений, которые поощряются для варьирования.»¹⁴

В итоге можно сделать вывод, что объединение компонентов в ядро необходимо для того, чтобы владелец платформы, разработчики приложений и пользователи не несли незапланированных расходов. Также оно может помочь разработчикам приложений и владельцу платформы установить взаимовыгодное взаимодействие.

Список литературы

4) *Джеффри Паркер, Маршалл ван Альстин, Санджит Чаудари. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику — и как заставить их работать на вас*

5) *Амрит Тивана. Платформы экосистем. Соединяя архитектуру, управление и стратегию.*

6) *Федеральный Закон "О коммерческой тайне"*

¹² Джеффри Паркер, Маршалл ван Альстин, Санджит Чаудари. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику — и как заставить их работать на вас.

¹³[ФЗ "О коммерческой тайне"] Статья 3. Основные понятия, используемые в настоящем Федеральном законе

¹⁴ Амрит Тивана. Платформы экосистем. Соединяя архитектуру, управление и стратегию.

Новожилов К.С., Голубев Д.В., Энтин Н.И.
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

[DOI: 10.24411/2520-6990-2019-10458](https://doi.org/10.24411/2520-6990-2019-10458)

ЯВЛЕНИЕ ПЛАТФОРМИЗАЦИИ И АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРЫ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ

Novozhilov K.S., Golubev D.V., Entin N.I.

PLATFORMIZATION PHENOMENON AND DIGITAL PLATFORM ARCHITECTURE ANALYSIS

Аннотация:

В текущий момент в мире стремительно идет платформизация. Многие сферы жизни человека все чаще выбирают платформы взамен конвейеров по причине более высокой эффективности платформенной экосистемы по сравнению с традиционной. Проведены изыскания по определению причины самого явления цифровой платформизации. Предложен вариант желательной архитектуры цифровой платформы.

Abstract:

At the moment, the world is rapidly platforming. Many areas of human life are increasingly choosing platforms instead of pipelines because of the higher efficiency of the platform ecosystem compared to the traditional one. Conducted surveys to determine the causes of the phenomenon of digital platformization. A variant of the desired digital platform architecture is proposed.

Ключевые слова: платформизация, цифровая платформа (ЦП), ядро, платформенная компания, конвейерная (традиционная) компания, цифровая трансформация.

Keywords: platformization, digital platform, core, platform model of company, traditional model of company, digital transformation.

Чтобы говорить о платформизации для начала необходимо определиться со значением этого понятия:

«Платформа» — Бизнес, основанный на осуществлении создающих ценность взаимодействий между внешними производителями и потребителями. Обеспечивает открытую инфраструктуру для участников взаимодействий и устанавливает для них правила. Основная задача платформы — объединять пользователей и облегчать обмен продуктами или социальной валютой между ними, способствуя созданию ценности для всех участников.

Конвейер — Структура традиционного (неплатформенного) бизнеса, в которой компания сначала разрабатывает продукт, затем производит его и предлагает на продажу или создает систему

предоставления услуги. Наконец появляется потребитель и приобретает продукт. Это пошаговое устройство для создания и перемещения ценности можно рассматривать как своего рода конвейер, на одном конце которого находятся производители, а на другом — потребители. Он также известен как линейная цепочка ценности»¹⁵

Платформизация — полное или частичное преобразование предприятия конвейерного типа в платформенный.

За пределами России уже давно началась цифровая трансформация, которая породила такие компании-гиганты как Amazon и Alibaba, но с каждым годом российские компании рассматривают цифровую трансформацию как одну из возможных стратегий дальнейшего существования.

¹⁵ Джеффри Паркер, Маршалл ван Альстин, Санджит Чаудари. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику — и как заставить их работать на вас

Наличие стратегии цифровой трансформации

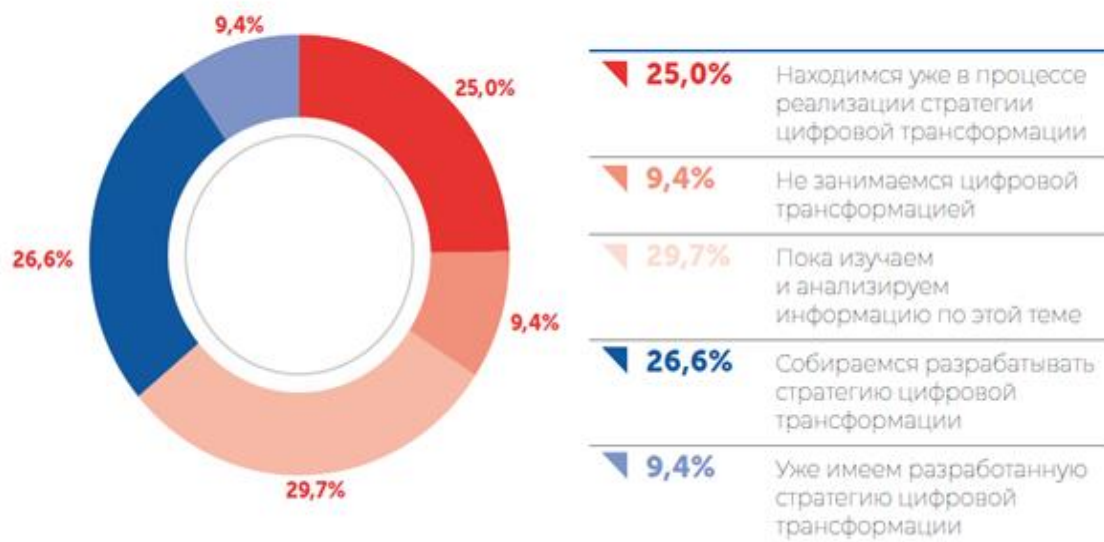


Рисунок 1. Результаты исследования ООО «Команда-А Менеджмент»

Согласно исследованию¹⁶ ООО «Команда-А Менеджмент» только 9,4% российских компаний не занимаются цифровой трансформацией.

Цифровая трансформация в России уже затронула и само государство, которое способствует развитию ЦП, известной как «Портал государственных услуг Российской Федерации»¹⁷. Государство упрощает и ускоряет такие процедуры как получение документов, запись на прием к врачу, оплата штрафов или ЖКХ. Государство поощряет пользование ЦП (например, при оформлении загранпаспорта нового образца через Портал ГосУслуг гражданин получает скидку при уплате госпошлины и платит 3500 рублей взамен 5000-м рублей). В 2017 году количество пользователей портала увеличилось на 25 млн и составила 65 млн человек, а также было оказано 1,3 млрд услуги, что в 3 раза больше, чем годом ранее¹⁸. Для сравнения текущий учет населения России на 2017 год составил 147 млн человек. Портал ГосУслуг позволяет существенно сократить очереди на получения услуг в больницах, центрах ГосУслуг и остальных органах, что способствует привлечению меньшего числа сотрудников, уменьшению давки в них и улучшению их функционированию. Также это косвенно влияет на загруженность дорог и общественного транспорта.

Для того, чтобы ответить на вопрос: «Как правильно выбрать архитектуру цифровой платформы?», сначала необходимо определиться с тем,

что же именно подразумевается под понятием «архитектура». Так как цифровая платформа по сути своей является программным обеспечением, то под архитектурой можно подразумевать:

«Архитектура — базовая организация системы, воплощенная в ее компонентах, их отношениях между собой, и их отношением с окружением, а также принципы, определяющие дизайн и развитие системы.

Система — набор компонентов, организованных для выполнения определенной функции или набора функций.»¹⁹

Верное решение с точки зрения правильного дизайна ПО — разделить все функции отрасли на несколько категорий по разным критериям, чтобы получилось так, что каждый процесс в отрасли представлял из себя ЦП, а все ЦП были разделены и объединены по типу и «важности» (т.е. процесс занимал более высокое место в иерархии). Такое разделение позволит силами разбросанных команд разработчиков поддерживать и улучшать работу отдельных платформ, не оказывая пагубное влияние на другие, а объединение позволит выстроить верную иерархию.

Как раз-таки причине объединения процессов по своей «важности» появляется эффект «зонтика», когда процесс стоящий выше по иерархии координирует выполнение других процессов, стоящих ниже по ней.

¹⁶ Цифровая трансформация в России. Аналитический отчет на основе результатов опроса российских компаний 2018 © 2018 ООО «Команда-А Менеджмент».

¹⁷ «Портал государственных услуг Российской Федерации» <https://www.gosuslugi.ru>

¹⁸ Статья: Единый портал государственных и муниципальных услуг России

http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Единый_портал_государственных_услуг_-_www.gosuslugi.ru (ЕПГУ)

¹⁹ IEEE 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description for Software-Intensive Systems

Причин почему одна цифровая платформа не может являться единственной для отрасли может быть несколько:

Первой причиной является громоздкость, которой будет обладать ЦП, покрывающая все задачи, необходимые отрасли.

Во-первых, желательно, чтобы ЦП, как программный интерфейс не удовлетворяла «признакам плохого дизайна». А громоздкие программные интерфейсы часто бывают подвержены «Жесткости» и «Хрупкости», когда при внесении малейших изменений в программный интерфейс, вызывает целый каскад изменений в других модулях программы. Исправление появившихся проблем ведет к появлению новых, из-за чего в результате приходится перепроектировать программный интерфейс.²⁰

Во-вторых, модулярный подход проектирования ЦП благоприятно сказывается на ее работоспособности и популярности. Экосистема платформы может развиваться быстрее, когда ядро платформы — чистая, простая система, а не клубок бесчисленных функций. Если специфические новые функции включаются в ядро платформы, вместо того чтобы «крепиться» на периферии, приложения, которые не пользуются этими функциями, будут работать медленно и неэффективно.²¹ Также, если пользователи будут неудовлетворены каким-то модулем

ЦП, они могут отказаться от его использования, но продолжить пользоваться самой ЦП. В случае, если такая специфичная функция интегрирована в само ядро ЦП и ее замена пользователем невозможна, это может повлечь отказ от всей ЦП. А из-за этого появляется риск того, что количество потерянных пользователей (в особенности потенциальных) будет экспоненциально расти.

Второй причиной может быть то, что некоторые процессы, существующие в отрасли на данный момент невозможно реализовать в цифровом виде.

Увеличение платформенных компаний и их успех заставит почувствовать себя некомфортно своих конкурентов, использующих традиционную бизнес-модель, что рано или поздно приведет и их к цифровой трансформации.

Список литературы

7) Джеффри Паркер, Маршалл ван Альстин, Санджит Чаудари. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику — и как заставить их работать на вас

8) Роберт С. Мартин, Мика Мартин. Принципы, паттерны и методики гибкой разработки на языке C#.

9) IEEE 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description for Software-Intensive Systems

Голубев Д.В., Новожиллов К.С., Энтин Н.И.

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

ПРОЕКТ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ТВЁРДОЙ ИЗОЛЯЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Golubev D.V., Novozhilov K.S., Entin N.I.

PROJECT FOR THE MODERNIZATION OF SOLID INSULATION SWITCHGEARS

Аннотация:

Задачей исследования ставится разработка проекта и его экономическое обоснование модернизации существующих на данный момент изоляционных решений, а также его непосредственное внедрение в комплектные распределительные устройства.

Abstract:

The research task is to develop a project and its economic justification for the modernization of the currently existing insulation solutions, as well as its direct implementation in switchgears.

Ключевые слова: энергетика, изоляция, распределительное устройство, высоковольтное устройство, математическая модель

Keywords: energy, insulation, switchgear, high-voltage device, insulation, switchgear, high-voltage device, mathematical model

С развитием энергетики и вводом в эксплуатацию новых мощностей одним из главных вопросов является поиск более компактной, прочной и безопасной изоляции электрооборудования. Для обеспечения данных параметров наиболее перспективен переход от воздушной и газовой изоляции к

твёрдой, состоящей из различных эпоксидных смол. Однако, данному переходу требуется соответствующее изучение и расчёт экономического эффекта от внедрения. Поскольку в сегменте комплектных распределительных устройств (КРУ) не распространена твёрдая экранированная изоляция,

²⁰ Роберт С. Мартин, Мика Мартин. Принципы, паттерны и методики гибкой разработки на языке C#.

²¹ Джеффри Паркер, Маршалл ван Альстин, Санджит Чаудари. Революция платформ. Как сетевые рынки меняют экономику — и как заставить их работать на вас

проект по выпуску данного оборудования является наиболее рентабельным.

В рамках проекта по разработке комплектного распределительного устройства с твёрдой изоляцией, с применением нового типа эпоксидной

смолы планируется достигнуть ряд ключевых особенностей, благодаря которым будет возможно составить конкуренцию как имеющимся на рынке КРУ, так и находящимся на стадии разработки. Примеры распределительных устройств показаны на рисунке 1.

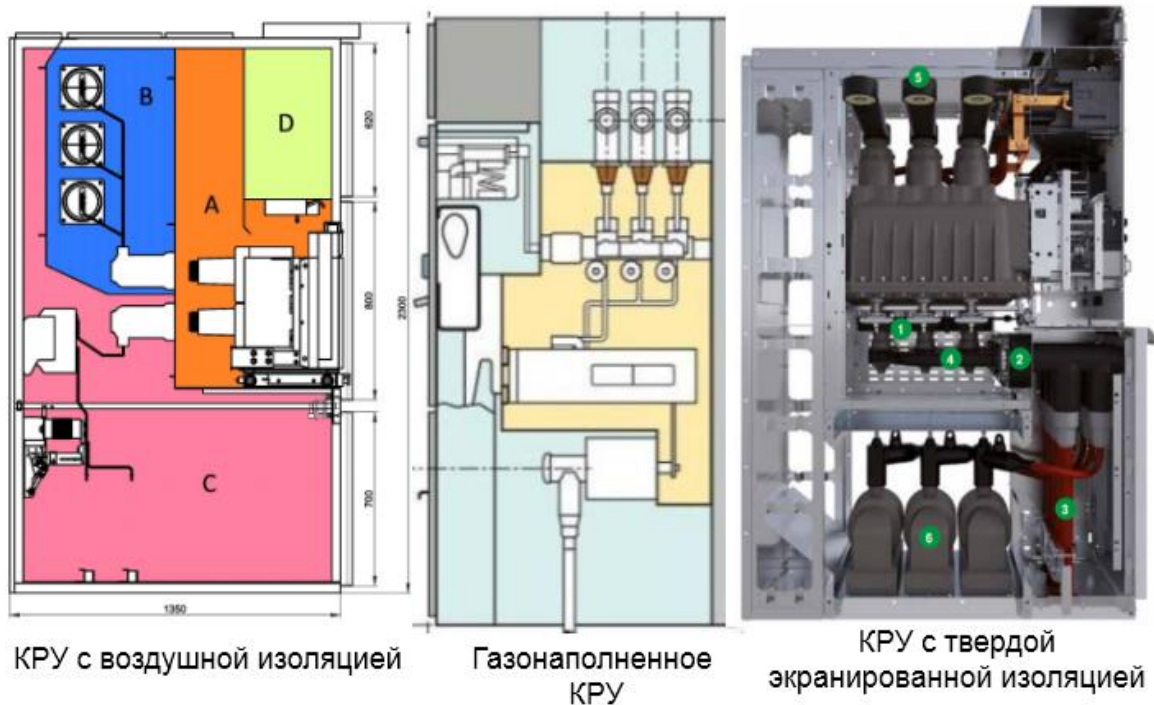


Рисунок 1. Различные типы комплектных распределительных устройств

На рисунке 2 показан график зависимости максимального пробивного напряжения от размеров ячеек КРУ в зависимости от их изоляции, и как видно, лидером является газовая, однако ей незначительно уступает твёрдая.

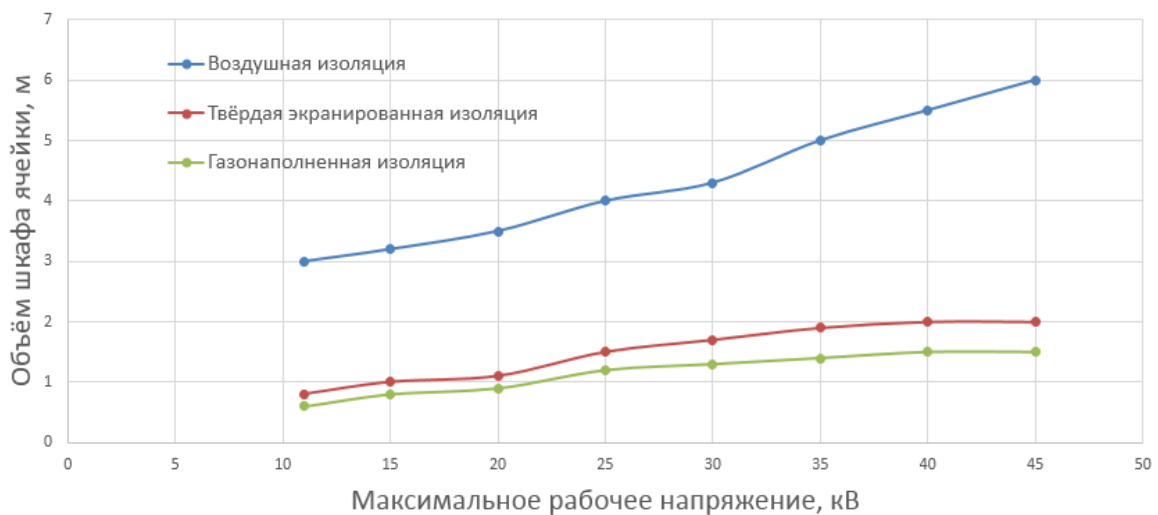


Рисунок 2. зависимости максимального пробивного напряжения от размеров ячеек

В работе выполнена разработка материала, состоящего из нового типа бисфенольной эпоксидной смолы и ангидрида фталевой кислоты. Данная смола, заполняясь большим количеством сферического диоксида кремния и небольшого количества частиц резины заметно улучшала электрические характеристики заполняемого компаунда, что продемонстрировано на рисунке 3.

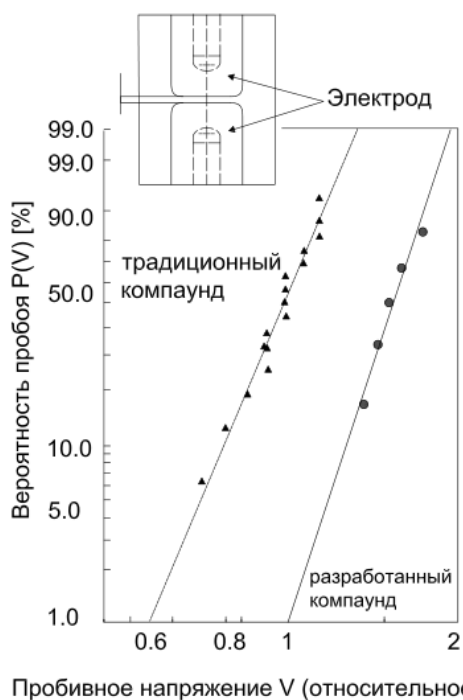


Рисунок 3. График зависимости вероятности пробоя от напряжения

Однако, преимущества в технической части не всегда оправданы из-за высокой себестоимости оборудования и дополнительных устройств для его благополучной эксплуатации, поэтому, второй задачей данного исследования (Рисунок 3) ставится его экономическая обоснованность, анализ рынка конкурентов, и возможного эффекта от выхода на рынок.



Рисунок 3. Этапы экономической части работы

Совокупность комплексной технической работы совместно с экономической позволяет качественно продемонстрировать возможность и необходимость внедрения новой технологии в существующий рынок, так удалось выяснить, что на Российском рынке данный сегмент практически не занят, и лишь 8% (Рисунок 4) рынка имеет возможность выпуска высоковольтного устройства с полностью герметичной твердой изоляцией

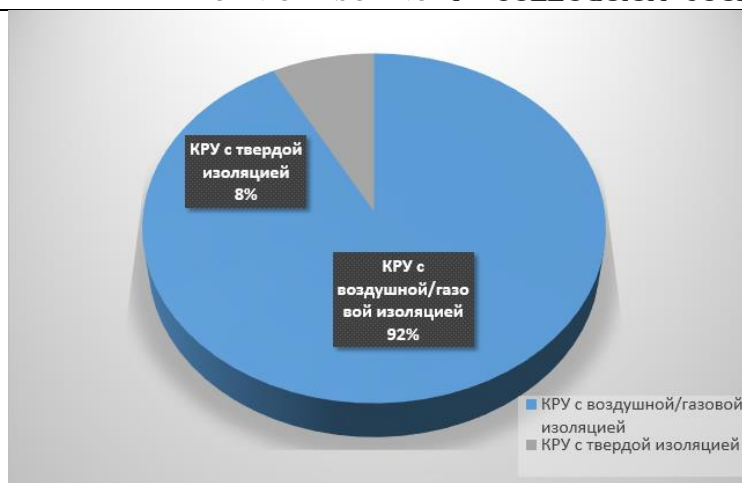


Рисунок 4. Процентное соотношение выпускаемой продукции

Вывод:

Благодаря применению нового типа эпоксидного компаунда удалось достичь следующих особенностей:

- уменьшение габаритных размеров панели КРУ в 1,5–2 раза
- Возможность замены каждого модуля ячейки;
- исключение влияния окружающей среды;
- защиты от негативного воздействия окружающей среды, в частности сверхнизких температур;
- сокращение риска возникновения между фазных коротких замыканий.

- обеспечения экспортного потенциала и замещения импорта;

- обеспечение конкурентоспособности отечественных энергетических решений. обеспечения экспортного потенциала и замещения импорта.

Список литературы

10) Журавлев В. Заливка и пропитка в электротехнике и электронике. Новейшие технологии для российской промышленности, Новости электротехники, №5, 2018

11) Mayer. D. «Profile extrusion of/with thermoplastic elastomers» // TPE Magazine. June 2009. S. 26 – 31

12) К.И.Черняк, "Эпоксидные компаунды и их применение", Судпромгиз, Л, 1963.

УДК–658.5

Веркнер А.С., Ульянов М.В

МИРЭА – Российский технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ IDEF0-МЕТОДОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЯ

Verkner A.S., Ulyanov M.V.

MIREA - Russian Technological University

APPLICATION OF IDEF0-METHODOLOGY IN THE PROBLEMS OF DESIGNING A PERSPECTIVE MODEL OF A CAR

Аннотация

В статье рассматривается организационно-техническая система конструкторско-исследовательского подразделения, которая может быть описана с точки зрения бизнес-процессов методологией IDEF0. Для управления процессом проектирования перспективной модели автомобиля был затронут процесс разработки и управления требованиями, на всех уровнях отображены потоки данных согласно методологии IDEF0.

Abstract

The article discusses the organizational and technical system of the design and research division, which can be described in terms of business processes thanks by IDEF0 methodology. To manage the process of designing a prospective vehicle model, the process of developing and managing requirements was affected, data flows are shown according to the IDEF0 methodology at all levels.

Ключевые слова: бизнес-процессы, проектирование перспективной модели автомобиля, BMP-система, IDEF0-методология.

Key words: business processes, promising vehicle model design, BMP-system, IDEF0-methodology.

Business process management system (BPM – системы, системы по управлению бизнес-процессами) широко применяется практически в любой компании, которая стремится к тому, чтобы сделать алгоритмы работы прозрачными и эффективными. Для наукоёмких отраслей, в том числе автопроизводителей, полномасштабное внедрение BPM – системы является комплексной задачей высокого уровня сложности. В этом случае было предложено описание проектирования автомобиля, которое предполагается использовать для перспективных образцов. Эта область наиболее гибкая и легко модифицируемая, так как не затрагивает серийное производство, логистику и сервисное обслуживание. В качестве инструмента, описывающего бизнес-процессы была выбрана IDEF0 – методология [1]. Она используется для создания функциональной модели, отображающей структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, связывающие эти функции.

Управление процессом проектирования автомобиля можно представить в виде модели с различными уровнями декомпозиции. Входные потоки для функциональной модели проектирования автомобиля – план НИОКР, госзаказ, маркетинговые исследования. Управленческими потоками являются ГОСТы, Технические условия (ТУ), декларации и принципы Бережливого производства, организационно-распорядительные документы руководства. Инструментами исполнения для реализации деятельности являются PLM-система TeamCenter, система 1С:Предприятие, корпоративная информационная система, а также персонал и оборудование.

Выходной поток для опытно-промышленного производства формируют проекты автомобиля, включающие в себя конструкторскую документацию и расчёты, а также физические прототипы для серийного производства. IDEF0- диаграмма верхнего уровня представлена на рисунке 1.

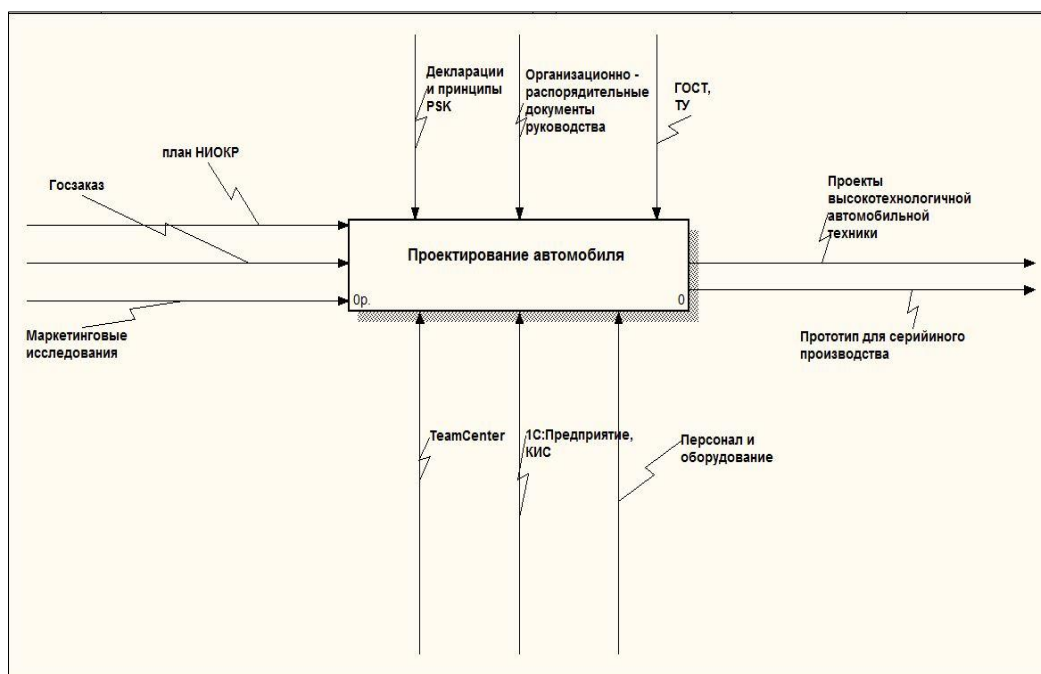


Рисунок 1. IDEF0 – диаграмма «Проектирование автомобиля» модели «Управление процессом проектирования автомобиля»

Прежде чем автомобиль попадёт на испытание, необходимо изготовить его реальный прототип, этому этапу предшествует несколько процессов: разработка и управление требованиями, концептуальное проектирование, создание прототипа. После этого опытные и макетные образцы автомобилей и их модификации подвергают доводочным, предварительным и приёмочным испытаниям.

Процесс концептуального проектирования автомобиля реализуется в различных подразделениях

предприятия. В нем могут быть задействованы инженеры-конструкторы, инженеры-исследователи и экономисты. Разработка требований является одним из важнейших этапов при проектировании автомобиля. Для него входными данными будут являться документы как: Госзаказ, план НИОКР, отчёты по маркетинговым исследованиям. Создание прототипа тесно связано с организацией работ на опытно-промышленном производстве, стендовых испытаниях.

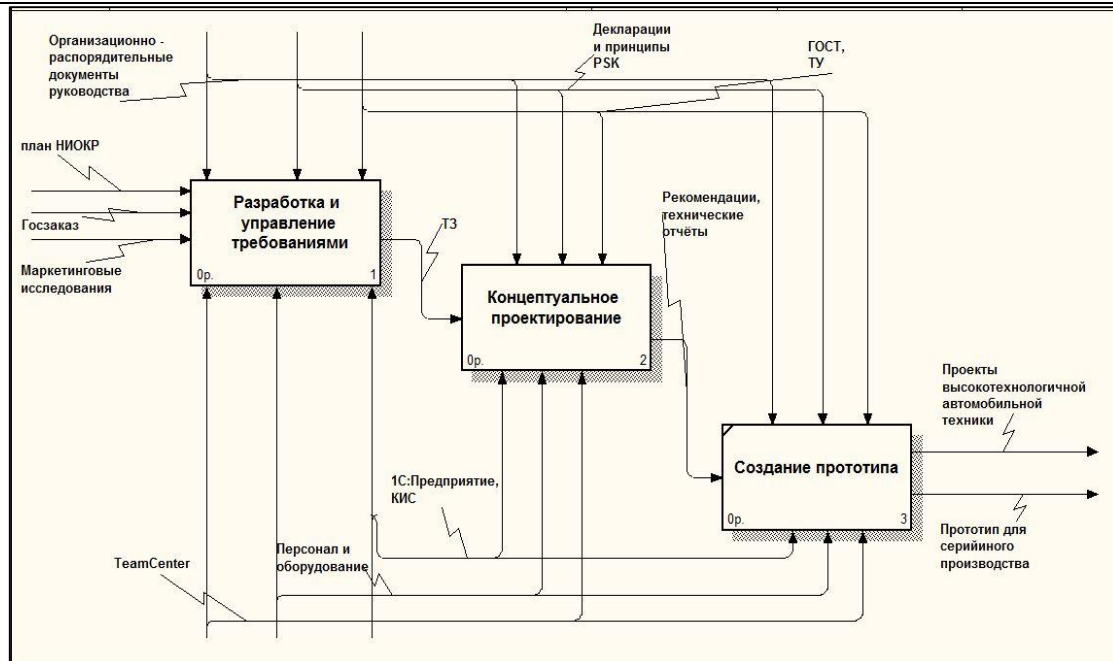


Рисунок 2. IDEF0-диаграмма декомпозиции процесса «Проектирование автомобиля»

Требования в первом процессе должны быть сформированы таким образом, чтобы конечный результат оправдал ожидания заказчика. Наилучшим считается требование, удовлетворяющее следующим положениям:

- корректное (с технической и юридической точек зрения);
- полное (выражать утверждение или *законченную* идею);
- четкое, однозначное (недвусмысленное и не сбивающее с толку);
- совместимое, *согласующееся* (не конфликтующее с другими требованиями);
- проверяемое (чтобы подтвердить, что результат соответствует *требованию*);

трассируемое (уникально идентифицированное и отслеживаемое);

- выполнимое (*может* быть реализовано в рамках запланированного бюджета и сроков);
- модульное, блочное (*может* быть изменено без чрезмерных последствий для всего проекта);
- инженерно-независимое (не должно содержать описания конкретного решения).

Требования, которые получают при госзаказе, несут в себе конкретные числовые данные для параметров автомобиля, такие как защищённость, проходимость, максимальная скорость и т.д. Конечный результат должен удовлетворять этим условиям.

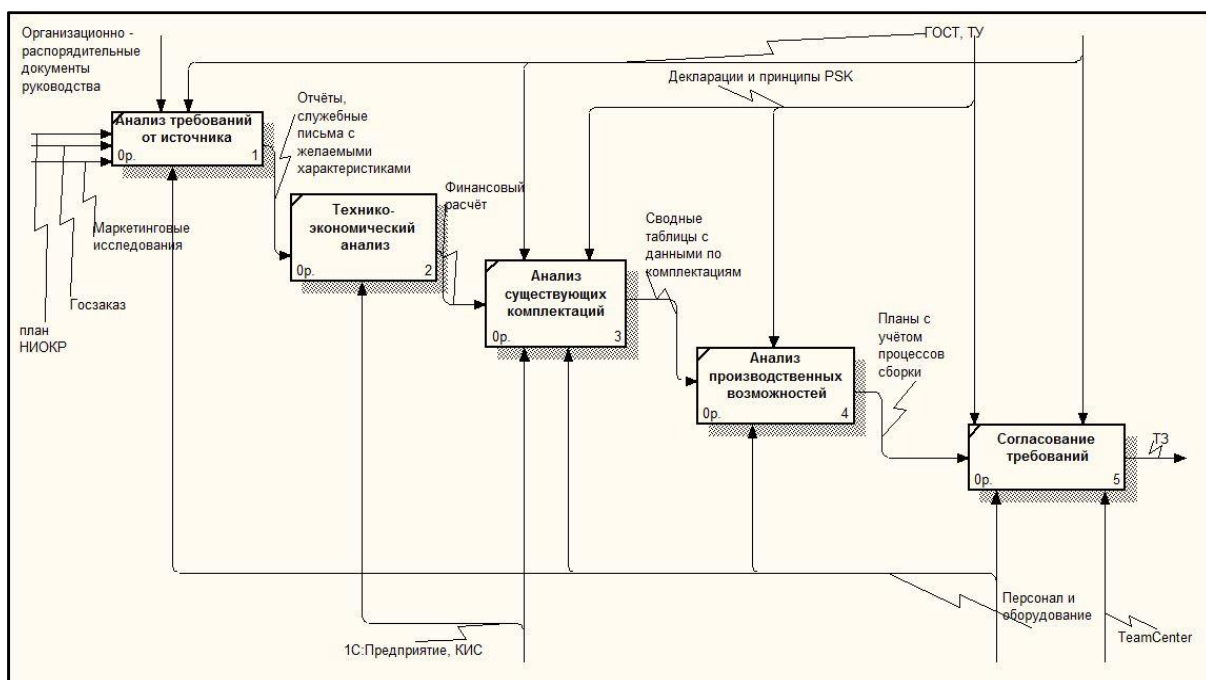


Рисунок 3. IDEF0 – диаграмма декомпозиции процесса «Разработка и управление требованиями»

После проведения маркетинговых исследований производитель сам принимает решение, какими эксплуатационными свойствами должен обладать автомобиль. При этом цена автомобиля должна быть адекватной. Поскольку возможности производства ограничены: нужно учитывать структуру линии конвейера, стоимость материала, виды оснастки и т.д, эти факторы необходимо учитывать при принятии решения. Цель проектирования автомобиля после завершения маркетинговых исследований – занять свою рыночную нишу.

План научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок соответствует программе инновационной деятельности предприятия, в силу чего требования, складывающиеся из результатов НИОКР, менее конкретизированы. Они направлены на повышение качества, числовые параметры могут браться из опыта предшествующих проектов или путём исследования.

Концептуальное проектирование включает в себя множество подпроцессов, но в целом их можно описать тремя основными этапами, представленными на рисунке 4.

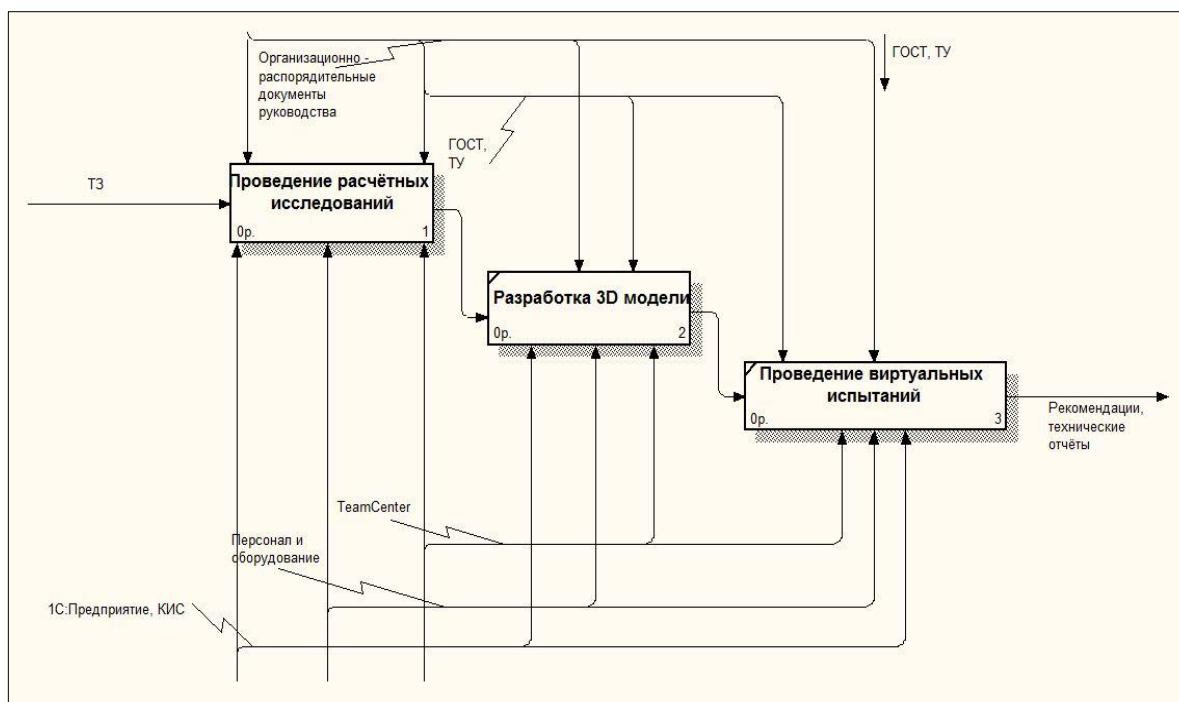


Рисунок 4. IDEF0-диаграмма декомпозиции процесса «Концептуальное проектирование»

Таким образом, с помощью методологии IDEF0 были отображены основные бизнес-процессы, входящие в функции компании до уровня концептуальное проектирование. Их можно внедрить в систему управления жизненным циклом, детальнее рассмотреть уровни декомпозиции каждого из выше приведённых этапов, рассчитать ключевые показатели эффективности (KPI) [2]. Далее необходимо прибегнуть к методам IDEF3-нотации,

чтобы описать алгоритмы работы структурных подразделений.

Список литературы

1. Черемных С.В., Семёнов И.О., Ручкин В.С. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум. - М.: Финансы и статистика, 2006.
2. Зайцев Е.И. Организация производства на предприятиях автомобильного транспорта. - М.: Academia, 2008. - 176 с.

Григорьев Кирилл Анатольевич
студент Московского Государственного Технического Университета
имени Н.Э. Баумана, Россия, г. Москва
Научное направление: 16. Технические науки

Иванов Илья Владимирович
студент Московского Государственного Технического Университета
имени Н.Э. Баумана, Россия, г. Москва

Андреев Даниил Дмитриевич
студент Московского Государственного Технического Университета
имени Н.Э. Баумана, Россия, г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ МАЛОМОЩНЫХ ЛАЗЕРОВ ДЛЯ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Grigoriev Kirill Anatolyevich
student of Moscow State Technical University name N. Eh. Bauman.,
Russia, Moscow

Ivanov Ilya Vladimirovich
student of Moscow State Technical University name N. Eh. Bauman.,
Russia, Moscow

Andreev Daniil Dmitrievich
student of Moscow State Technical University name N. Eh. Bauman.,
Russia, Moscow

THE USE OF LOW POWER LASERS FOR PROTOTYPING IN THE INDUSTRY

Аннотация.

В статье приведены основные принципы работы лазерного оборудования. Дана информация о нормировании мощности лазеров и классах опасности для человека. Приводятся примеры использования лазерного излучения современной промышленности, рассматриваются возможности применения маломощных лазеров на производстве. Более подробно описаны варианты использования в качестве инструмента для изготовления прототипов с максимально возможной скоростью. Также приведены наиболее перспективные направления развития использования лазерного излучения такие, как трехмерная печать фоточувствительными полимерами и резка горючих материалов. В заключении рассматриваются перспективы дальнейшего расширения эксплуатации лазерных станков малой мощности при проектировании и производстве.

Abstract

The article presents the basic principles of laser equipment. Information is given on the normalization of laser power and hazard classes for humans. Examples of the use of laser radiation of modern industry are given, the possibility of using low-power lasers in production is considered. Use cases as a tool for prototyping at the highest possible speed are described in more detail. Also, the most promising areas of development of the use of laser radiation such as three-dimensional printing with photosensitive polymers and cutting of combustible materials are given. In conclusion, we consider the prospects for further expansion of the operation of low-power laser machines in the design and production.

Ключевые слова: лазерное излучение; прототип; производство; фоторезист; светочувствительная смола; оргстекло; ЧПУ станок; 3D-модель; ультрафиолетовый диапазон; инфракрасный диапазон.

Keywords: laser radiation; prototype; production; photoresist; light-sensitive resin; plexiglass; CNC machine; 3D model; ultraviolet range; infrared range.

ВВЕДЕНИЕ

В современном, динамично развивающемся мире нет времени на долгую разработку конструкций устройств. Не всегда получается точно оценить реальные показатели моделей. Решение данной проблемы заключается в изготовлении прототипов. Чем меньше времени потребуются на изготовление пробного образца устройства, тем быстрее можно будет провести измерения необходимых параметров и тем самым отладить конструкцию устройства.

Сейчас существует множество средств для ускоренного изготовления прототипов: от высокоточных координатных фрезерных станков до трехмерных принтеров, создающих модели из расплавленного пластика [1-3]. Одним из незаслуженно недооцененных способов прототипирования является изготовление рабочих образцов при помощи маломощных лазерных станков. Их большим преимуществом является их сравнительная дешевизна и простота использования.

Устройства, использующие лазеры, окружают нас повсюду в повседневной жизни DVD и CD-

проигрыватели, лазерные указки, реклама на улице, устройства для чтения штрих-кодов на упаковках (сканеры штрих-кода) в магазинах и на производстве. Для использования лазерных станков в промышленности необходимо понимать основные принципы их работы.

1. Анализ возможностей лазерного излучения для решения задач прототипирования

В основе систем лазерного прототипирования лежит лазерное излучение, которое представляет собой вынужденное монохроматическое излучение, охватывающей широкий диапазон длин волны 10^{-5} - 10^{-2} см (от ближней ультрафиолетовой области до инфракрасной области спектра, включая видимую) [4]. И хотя полный диапазон длин его волн примерно 0,1-1000 мкм, длины волн крайних участков спектра имеют лишь экспериментальные лазеры. Современные лазеры, используемые на практике, генерируют излучение с длиной волны 0,3 - 10,6 мкм.

Принцип действия лазера основан на свойстве атома излучать фотоны при переходе из возбужденного состояния в основное (с меньшей энергией) [5]. К характеристикам лазерного излучения относятся:

- Монохроматичность излучения (четко одной длины волны)

- Высокая частота излучения (10^{14} ... 10^{16} Гц)
 - Способность концентрироваться узко с малым углом расхождения луча (угол расхождения меньше 1 минуты), что позволяет на большом расстоянии от источника получить точку света почти неизменных размеров с большой концентрацией энергии.

По характеру генерации электромагнитных волн лазеры делятся на импульсные (длительность излучения до 0,25 с) и лазеры непрерывного действия (продолжительность излучения от 0,25 с и более). Лазер генерирует электромагнитное излучение с длиной волны от 0,2 до 1000 мкм [6].

Этот диапазон по длине волны и биологическим действием делится на три участка:

- ультрафиолетовый (от 200 нм до 380 нм)
 - видимый (от 380 нм до 780 нм)
 - ближний инфракрасный (от 1400 нм до 106 нм).

Помимо длины волны важнейшей характеристикой лазеров является выходная мощность. Лазеры, средняя мощность которых превышает 10^6 Вт, называют высокомоощными. В диапазоне 10^5 ... 10^3 Вт имеем лазеры средней мощности. Маломощные лазера излучают менее 10^{-3} Вт [7, 8].

Классы лазерного излучения представлены в таблице 1:

Таблица 1

Классификация лазеров по мощности

Класс	Мощность	Длина волны, нм	Краткое описание
1	не более 25 мкВт	400-700	Безопасно
1М	не более 25 мкВт	302,4-4000	Безопасно без оптических приборов
Класс	Мощность	Длина волны, нм	Краткое описание
2	не более 1 мВт	400-700	Безопасно при длительности до 0,25 с
2М	не более 1 мВт	400-700	Как при классе 2, до тех пор, пока никакие оптические приборы не используется
3R	1-5 мВт	302,6-106	Опасно для глаз
3В	5-500 мВт	302,6-106	Опасно для глаз и, возможно, кожи
4	Свыше 500	302,6-106	Очень опасно для глаз и кожи

Из данных, представленных в таблице, можно сделать вывод, что самыми безопасными в условиях эксплуатации являются маломощные лазеры и поэтому они заслуживают особого внимания.

Развитие лазерной техники позволило сформировать крупное научно-техническое направление — взаимодействие когерентного монохроматического электромагнитного излучения с биологическими системами — лазерной медицины.

2. Использование маломощных лазеров в условиях цифровизации производства

Наибольшее распространение в конструировании получили маломощные лазеры. В основном

они применяются для формирования монохроматических пучков света, которые используются для распознавания штрихкодов и визирных точек на деталях и документации. Первые ускоряют передачу документации и позволяют переходить на электронный документооборот, вторые же используются для точного позиционирования заготовок в станках перед операциями. Лазеры формируют очень узкий пучок света, что обеспечивает высокую точность определения координат. Также данный вид излучения имеет высокий уровень монохроматичности, что дает возможность отфильтровывать лишнюю информацию на физическом уровне [9].

Второе место по популярности применения лазерного излучения заняли станки лазерного реза горючих и легкоплавких материалов. В основном для этих целей применяют маломощные CO₂-лазеры, работающие в ИК-диапазоне [10]. Подобное оборудование обычно применяют любители для изготовления штучных поделок. Резка и гравировка мелкосерийных изделий из оргстекла и фанеры открывают множество возможностей для творчества. Но куда интереснее применять потенциал ЧПУ лазерных станков в изготовлении деталей для механических и электромеханических систем в промышленности. Приведем простейший пример: для сборки измерительного стенда СВЧ электроники может понадобиться изготовление кронштейнов, удерживающих коаксиальные кабели, с гибкой настройкой высоты фиксации. В данной задаче не требуется высокая точность и прочность системы. Таким образом лазерный станок создает возможность заменить металлическую подставку, на механизм, изготовленный из оргстекла. Подобное решение позволяет снизить стоимость на изготовление оснастки и увеличить скорость получения готового продукта, однако подобное применение не доступно для мощных, которые будут оплачивать материал линии реза. Наряду с резких горючих материалов маломощные лазеры применяются для скрайбирования кремниевых пластин.

Однако есть и другие способы использования маломощных лазерных станков УФ-диапазона [11]. Например, активация фоточувствительных составов таких, как фоторезист или светочувствительная смола. Первый применяется для защиты материала от кислот и проявки рисунков. Вторая затвердевает под воздействием лазерного пучка, что применяется в 3D принтерах. В данном способе проявки точность может достигать 1 мкм. Подобные показатели недостижимы на 3D принтерах, работающих по принципу экструдирования пластика. Еще одной отличительной особенностью принтеров, работающих на эффекте затвердевания смолы, является отсутствие необходимости в дополнительных опорах для объектов, не прикрепленных к столу. Данная особенность позволяет получать готовую функционирующую систему сразу из принтера, без дополнительной механической обработки [12, 13]. Если же говорить о фоторезисте, лазерное оборудование позволяет достичь не только высокой точности проявки рисунка, но и убирает необходимость изготовления фотоматриц.

3. Методика использования лазеров в прототипировании

После проведения конструкторского проектирования системы встает вопрос о реальности показателей, заложенных в устройство, так как математические модели не всегда способны в полной мере оценить совокупность внешних факторов. Влияние на устройство может возникнуть с неожиданной стороны. Чтобы исключить погрешности моделей необходимо вначале изготовить пробный образец устройства, называемый прототипом.

Прототипирование (Prototyping - RP) - это создание прототипа по специальным технологиям за

считанные часы, а не дни или недели, которые требуются при использовании традиционных технологий.

Но прототипы не лишены недостатков, и самый главный из них - потребность в быстром изготовлении. Если спроектировать 3D-модель детали специалист может довольно быстро и относительно недорого, то для создания первого образца нужны значительные затраты времени и средств. При технологической проработке создаются специальные приспособления и оснастка. А когда инженерам требуется изменить конструкцию, для новой версии образца придется создавать оснастку и приспособления с нуля, тратить средства и снова проходить этап подготовки производства жизненного цикла изделия.

Для сокращения времени создания прототипов и были разработаны RP-технологии [13 - 15]. Они позволяют пройти путь от 3D-модели до готового образца сравнительно быстро и без применения специальной оснастки и переналадки оборудования. А если конструкция будет изменена, то создать новый образец будет так же легко, как и предыдущий.

Применение лазера в прототипировании позволяет создавать модели максимально приближенных к реальным образцам в довольно сжатые сроки.

Помимо всего прочего, изготовление механических моделей сразу в металле довольно затратный процесс и цена ошибки в таком случае довольно велика. Чтобы решить данную проблему, можно изготавливать первые образцы разрабатываемого устройства из пластика с применением технологий лазерной 3D печати или лазерной резки листового материала. Такие модели вполне смогут повторить основные показатели механических объектов, без учета прочностных характеристик и к тому же будут иметь низкую себестоимость. Все это позволит решить большую часть ошибок разрабатываемого продукта на начальных стадиях проектирования.

Заключение:

Обобщая все вышесказанное, хочется сказать, что возможности внедрения маломощных лазеров в промышленности сильно недооценены. Наибольшее раскрытие потенциала подобные установки получают в создании опытных образцов сложных систем, что позволит улучшить их конструктивные показатели до выпуска серийных образцов. И хотя традиционные методы физического изготовления макетов имеют множество преимуществ (главным из которых является возможность максимального приближения характеристик к продукту, планируемому для выпуска), быстрое прототипирование, в свою очередь, выигрывает за счет скорости их изготовления. Это значит, что технология может использоваться в сферах, в которых не принципиальным является выбор материала для макета, но требуется быстрое воссоздание его внешних параметров.

Список литературы:

- [1] Арабов Д.И., Власов А.И., Гриднев В.Н., Григорьев П.В. Концепция цифрового инструментального производства (FAB LAB) для прототипирования изделий электронной техники // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 5-3 (47). С. 23-34.
- [2] Арабов Д.И., Верясова А.Ю., Гриднев В.Н. комплексное макетирование узлов вычислительной техники с использованием инфраструктуры цифрового производства (FAB-LAB) в условиях сквозного обеспечения качества // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2016. Т. 1. С. 189-192.
- [3] Власов А.И., Гриднев В.Н., Милешин С.А., Козлова А.Ю. Маршрут технологической подготовки производства печатных плат в среде САМ350 // Технологии инженерных и информационных систем. 2017. № 1. С. 14-45.
- [4] Айрапетян В.С., Ушаков О.К. Физика лазеров. – Новосибирск: СГГА, 2012. – 134 с.
- [5] Носов Ю.Р. Оптоэлектроника. – 2-е изд. – М.: Радио и связь, 1989. – 360 с.
- [6] Очкин, В. Н. Волноводные газовые лазеры / В.Н. Очкин. - М.: Знание, 1988. - 820 с.
- [7] Паркер, Стив Лазеры / Стив Паркер. - М.: АСТ, Астрель, 2001. - 925 с.
- [8] Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. – М.: "Высшая школа", 2001. – 573 с.
- [9] Парфенов В.А. Лазерная микрообработка материалов. – СПб.: СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2011. – 59 с.
- [10] Рассел, Джесси Волоконный лазер / Джесси Рассел. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 442 с.
- [11] Быстрое прототипирование: описание технологии, назначение и отзывы: [Электронный ресурс]. М., 2013-2019. URL: <https://www.syl.ru/article/352334/byistroe-prototipirovanie-opisanie-tehnologii-naznachenie-i-otzyvyi> (Дата обращения 21.01.2019)
- [12] Горьков, Дмитрий 3D печать в малом бизнесе [Электронный ресурс] М., 2015. URL: <http://biznes-knigi.com/avtor-gorkov-dmitriy/3436-3d-pechat-v-malom-biznese-gorkov-dmitriy.html> (Дата обращения 21.01.2019)
- [13] Технологии быстрого прототипирования: [Электронный ресурс]. М., 2013 URL: <https://stanko-arena.ru/article/tehnologii-bystrogo-prototipirovaniya-.html> (Дата обращения 21.01.2019)
- [14] Kurnosenko A.E., Arabov D.I. Optimization of electronic components mounting sequence for 3d mid assembly process // Breakthrough directions of Scientific Research in NRNU MEPhI: Development Perspectives in the Framework of the Strategic Ser. "KnE-Engineering" 2018. С. 311-321.
- [15] Арабов Д.И., Новиков И.П. Анализ методов и средств автоматизации прототипирования электронных изделий // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2018. № 2 (170). С. 63-68.

УДК 004.42

Кадыров И.С.

*Студент 4 курс, факультет «Программная инженерия»
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Россия, г. Москва
Научный руководитель: Тихомирова А.Н.
К.т.н, доцент*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЯ УЧЕТА И ВЫДАЧИ КНИГ В СОСТАВЕ СПРАВОЧНО-ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ»

Kadyrov I.S.

*Student 4th year, faculty of Software engineering»
National research nuclear University "MEPhI»
Russia, Moscow
Supervisor: Tikhomirova A.N.
k. t. n., associate Professor*

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE ACCOUNTING MODULE AND ISSUING OF BOOKS CONSISTING OF REFERENCE AND LEARNING SYSTEM FOR THE COURSE "THEORY OF ALGORITHMS»

Аннотация

Статья посвящена разработке модуля учёта и выдачи книг, в составе существующей справочно-обучающей системы по курсу «Теория алгоритмов».

Были сформированы требования к модулю, а также разработана модель предметной области с использованием IDEF0 нотации.

Спроектирована концептуальная модель модуля учёта и выдачи книг. А также спроектирован web-интерфейс взаимодействия модуля с пользователем.

Abstract

The article is devoted to the development of a module for accounting and issuing books, as part of the existing reference and training system for the course "Theory of Algorithms".

The module requirements were formed, and a domain model was developed using IDEF0 notation.

Designed a conceptual model of the module accounting and issuing books. And also designed a web-interface for user interaction with the module.

Ключевые слова: система дистанционного обучения, модуль учёта и выдачи книг, методология IDEF0, нотация Питера Чена, web-приложение.

Key words: distance learning system, book accounting and distribution module, IDEF0 methodology, Peter Chen notation, web application.

На данный момент в связи с развитием и распространением Интернет технологий существуют большое количество web-ориентированных системы учета и выдачи книг. Особенно выделяются библиотечные сайты, в задачи которых входят быстрое оповещение пользователей о возможностях библиотеки, предоставление постоянного допуска к какой-либо литературе, анализ информационных потребностей пользователей web-сайта, повышение узнаваемости данной библиотеки, формирование престижа библиотеки как современного информативного, культурного центра. Главной задачей данных ресурсов является автоматизация процессов учёта и выдачи какой-либо литературы пользователям сайта библиотеки.

Задачей данной работы является создание модуля библиотечного обслуживания для предоставления доступа студентам, обучающимся по курсу «Теория алгоритмов» к редкой научной литературе, с целью увеличения их интереса к данному курсу, а также улучшения их успеваемости. Также в задачи входит изучение и анализ существующих приложений библиотечного обслуживания с целью определения требований к структуре, дизайну, функционалу разрабатываемого модуля. Для реализации функционала данного модуля должен быть разработан удобный и простой интерфейс, и задействованы современные web-технологии.

Данная работа выполняется в рамках существующей справочно-обучающей системы по курсу «Теория алгоритмов», активно используемой в учебной программе НИЯУ «МИФИ» на кафедре 22 с целью более продуктивного образования студентов. В этой связи интеграция разрабатываемого модуля библиотечного обслуживания в существующую справочно-обучающую систему также является задачей данной работы. Именно поэтому актуальной является разработка системы учета и выдачи книг, с помощью которой будет осуществляться доступ читателей к редкой литературе.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- составить бизнес-требования к реализуемому модулю,
- составить модель AS-IS взаимодействия с системой,

- составить модель TO-BE взаимодействия с системой,

- спроектировать концептуальную модель предметной области,

- спроектировать макеты интерфейса взаимодействия модуля с пользователем.

Для разрабатываемого модуля библиотечного обслуживания предъявляются следующие бизнес требования:

- предоставлять удобный доступ к книгам для студентов НИЯУ «МИФИ», обучающихся по курсу «Теория алгоритмов»,

- предоставлять возможность заказа книг,

- предоставлять возможность управления статусом заказа,

- вести учёт книг,

- быть связанным с расписанием преподавателей,

- показывать информацию о студентах, вовремя не сдавших литературу,

- предоставлять возможность изменения каталога книг,

- информировать о задолженностях.

Для моделирования предметной области с целью выявления основных процессов и функционального разделения на верхнем уровне абстракции использовалась методология IDEF0 [1, 2]. Данная методология успешно применяется в самых различных отраслях как эффективное средство анализа, проектирования и представления деловых процессов. Основной структурной единицей IDEF0-модели является диаграмма, представляющая собой графическое описание модели предметной области или ее части. Главными компонентами IDEF0-диаграммы являются блоки.

Была составлена модель AS-IS («как есть») [1, 2]. Основной процесс – учет и выдача книг, его входными потоками являются: данные о книгах, данные о студентах, запрос читателя, выходными потоками являются: выданные книги, отказ, запись в каталог книг, запись в журнал читателей, данные о книговыдачах, отменённый заказ, отказ. В качестве управления над данным процессом выступают правила библиотеки. Ресурсами процесса являются: каталог книг, преподаватель, журнал учёта книговыдач, журнал регистрации читателей.

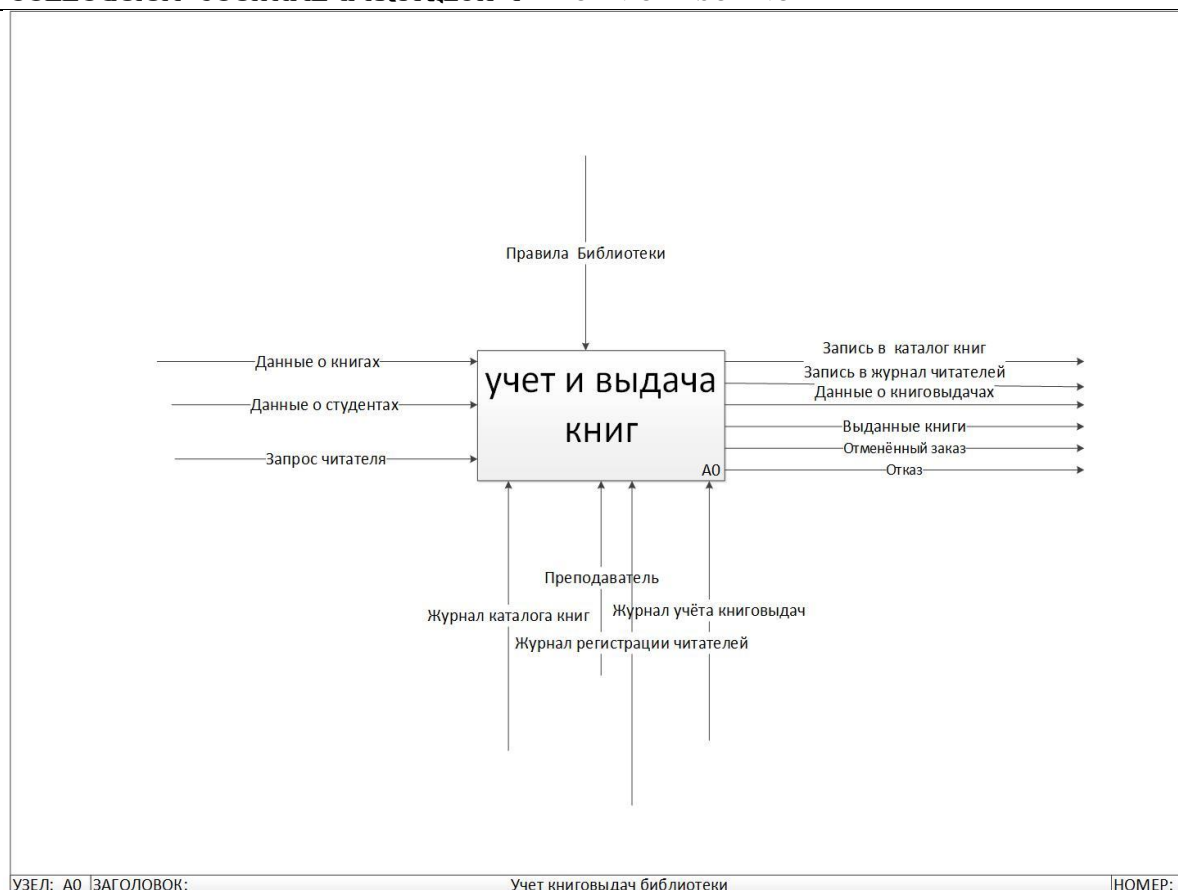


Рисунок 1. Диаграмма модели AS-IS на уровне A0

Дальнейшая декомпозиция процесса учет и выдача книг описана ниже. На данном уровне декомпозиции были выделены следующие процессы (функции).

Редактирование каталога книг. Преподаватель регистрирует новые книги или удаляет книги из каталога. Входным потоком являются данные о книгах. Выходными потоками являются: запись в журнал каталога книг, книги. Управляет процессом правила библиотеки. Ресурсами процесса являются: журнал каталога книг, преподаватель.

Регистрация читателей. Преподаватель регистрирует студентов для предоставления им библиотечных услуг. Входными потоками являются данные о студентах. Выходными потоками являются: запись в журнал читателей, читательский билет. Управляет процессом правила библиотеки. Ресурсами процесса являются: журнал регистрации читателей, преподаватель.

Заказ книг/Отмена заказа. Студент, успешно прошедший регистрацию в библиотеке, заказывает различные книги по курсу «Теория Алгоритмов» или отменяет сделанные ранее им заказы. Также преподаватель может отказать в осуществлении заказа. Входным потоком являются запрос читателя,

читательский билет. Выходными потоками являются: отказ, запрос на заказ книг, отменённый заказ. Управляют процессом правила библиотеки. Ресурсами процесса являются: преподаватель, журнал каталога книг.

Приём/Выдача книг. Преподаватель принимает и выдаёт книги. Также преподаватель может отказать в выдаче читателю книг. Входными потоками являются запрос на заказ книг, читательский билет, книги. Выходными потоками являются: отказ, данные о книговыдачах, выданные книги. Управляет процессом правила библиотеки. Ресурсами процесса являются: журнал учёта книговыдач, преподаватель.

После моделирования процесса учёта книговыдачи библиотеки as is («как есть»), была составлена модель TO-BE («как должно быть»). При этом были проанализированы все процессы на предмет автоматизации. Диаграмма уровня A0 представлена на рисунке 2.

Главным информационным потоком всех процессов стала база данных (БД), в которой отображаются результаты процесса, так как при автоматизации процесса вся информация о книгах, учёт книговыдач, а также заказы пользователей модуля библиотечного обслуживания будут храниться в ней.

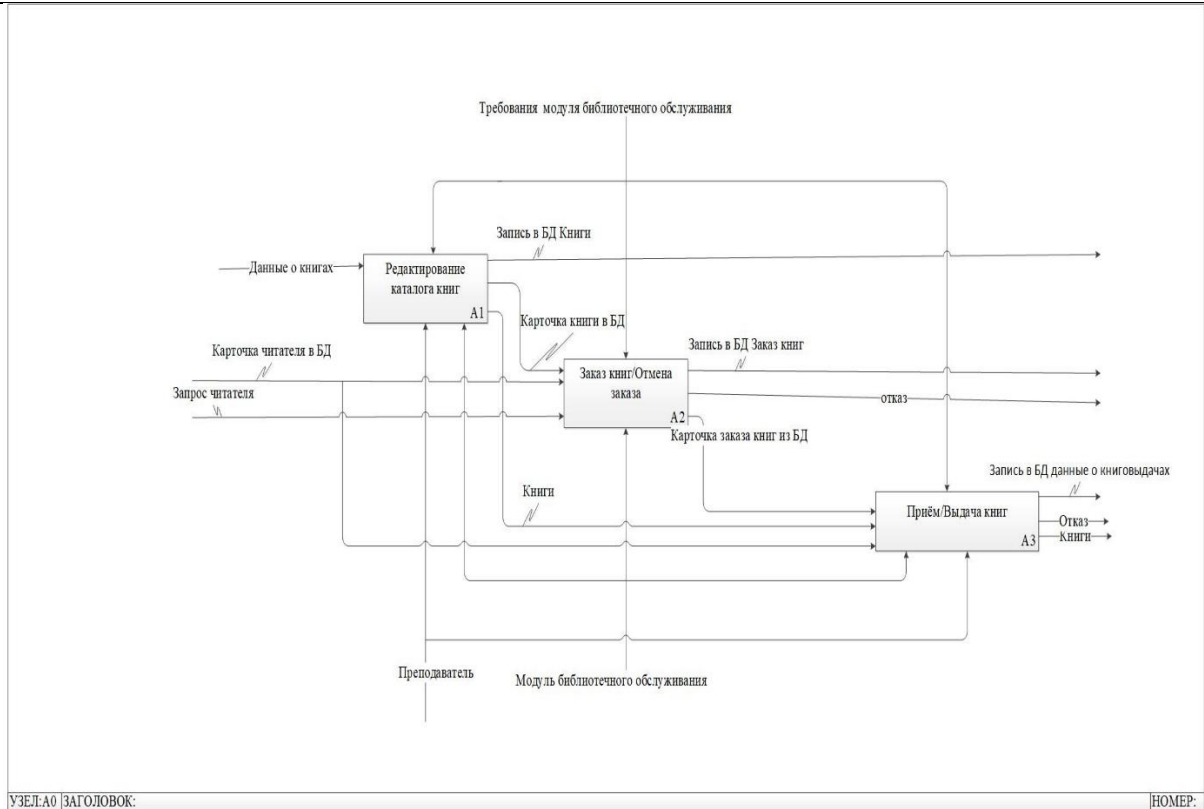


Рисунок 2. Диаграмма модели TO-VE на уровне A0

Модуль библиотечного обслуживания предполагает хранение и обработку данных, а именно информации о книгах библиотеки, пользователях, заказах книг. Для этого необходимо обеспечить его базой данных.

Построение базы данных начинается с концептуального проектирования, в которое включается: анализ предметной области, выявление информационных объектов (сущностей), а также связей

между ними. Основными элементами концептуальной модели базы данных являются сущности и отношения (связи) между ними [3].

Исходя из данного описания предметной области системы, выделения, основных её сущностей и связей была спроектирована концептуальная модель базы данных модуля библиотечного обслуживания в нотации Питера Чена, которая представлена на рисунке 3.

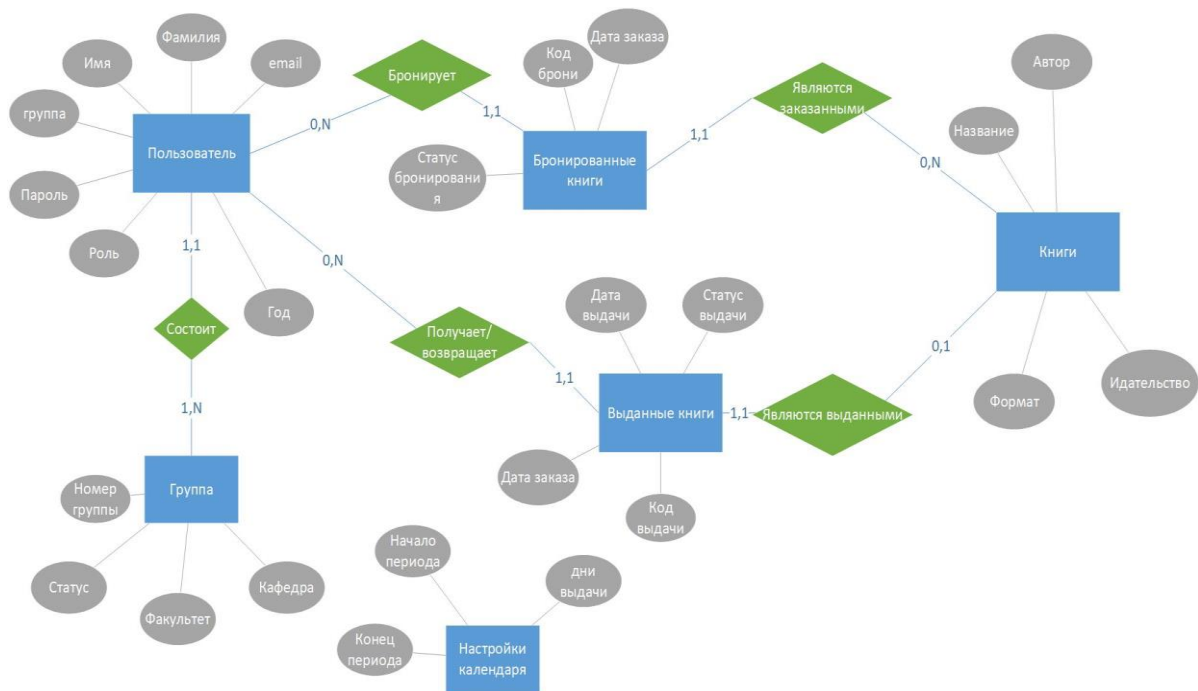


Рис. 3. Концептуальная модель базы данных модуля библиотечного обслуживания

При помощи онлайн-приложения для прототипирования интерфейсов [4] согласно требованиям были разработан макет страницы разрабатываемого модуля.

На рисунке 4 показан интерфейс страницы «Каталог книг» для типа пользователя «Преподаватель». Данная страница состоит трёх блоков: «Шапка», «Контент», «Футер». В шапке находится навигационное меню к остальным модулям справочно-обучающей системы по курсу «Теория алгоритмов». В блоке контент находится навигационное меню [4], которое показывает, на какой странице находится в данный момент пользователь, кнопки для добавления книги, а также ссылка в личный кабинет. Далее в блоке контент находится

поле для поиска книг по названию или автору, ниже находятся блоки, разделённые на две части, в которых отображается фотография и минимальная информация о книге и кнопки «Редактировать книгу», «Удалить книгу».

Для типа пользователя «Студент» в блоке «Контент» вместо кнопок «Редактировать книгу», «Удалить книгу» находится кнопка «Заказать книгу».

Для типа пользователя «Обычный пользователь» в блоке «Контент» находится только информация о книгах, отсутствуют кнопки «Редактировать книгу», «Удалить книгу», «Заказать книгу», а также «Добавить книгу» и ссылка на страницу «Личный кабинет».

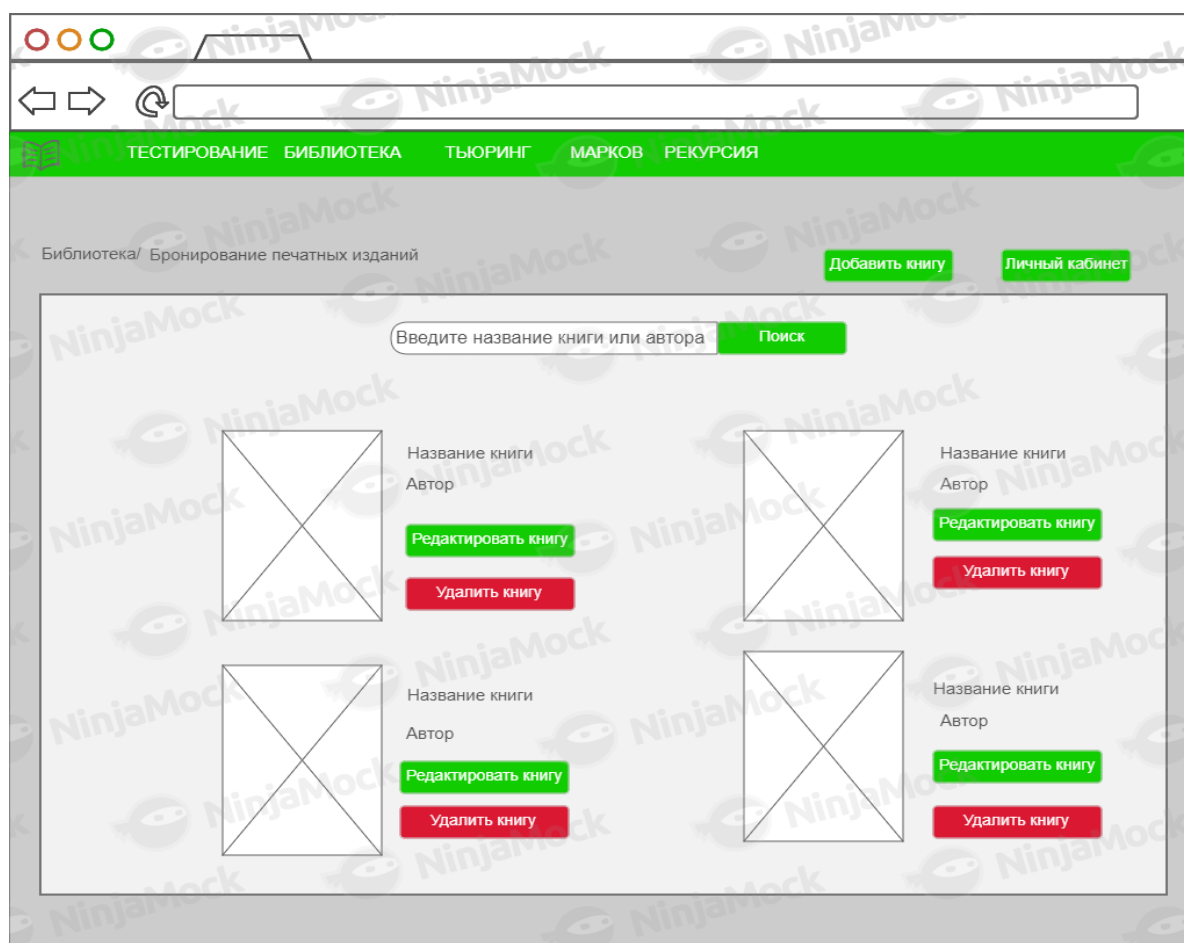


Рисунок 4. Концептуальная модель базы данных модуля библиотечного обслуживания

Целью данной работы является разработка модуля библиотечного обслуживания, а также интеграция его в существующую справочно-обучающую систему по курсу «Теория алгоритмов».

В процессе достижения цели были составлены требования к разрабатываемому модулю. Затем с целью моделирования предметной области были спроектированы модели взаимодействия с модулем AS-IS и TO-BE. Затем была спроектирована концептуальная и модель предметной области разрабатываемого модуля, а также разработан web-интерфейс взаимодействия модуля с пользователем.

Использованные источники:

1. Бахтизин В.В., Глухова Л.А. Методология функционального проектирования IDEF0. – Минск: БГУИР, 2003. – 240 с.
2. Гвоздева Т.В., Баллод Б.А. Проектирование информационных систем. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 512 с.
3. Медведкова И. Е., Бугаев Ю. В., Чикунев С. В. Базы данных. – М.: Мир, 2014. - 105 с.
4. Дженнифер Нидерст Роббинс "Web-дизайн: справочник" . – М. : Эксмо, 2014. – 528 с.

*Кальчев Д.Н.,**Магистрант кафедры «Материаловедения и технология материалов»
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Россия, г. Белгород***ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ ГРАФИТА***Kalchev D.N.,**the student of the magistracy of «Materials science and technology of materials»
Belgorod state university of V.G. Shukhov
Russia, Belgorod***STUDY OF ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON
GRAPHITE****Аннотация**

В статье рассматриваются способы получения электропроводящих композиционных материалов на основе триглицинсульфата и коллоидного графита; представлен сравнительный анализ этих способов на их электрофизические характеристики.

Abstract

In article ways of receiving electroconductive composite materials on the basis of the triglycinsulfat and colloidal graphite are considered; the comparative analysis of these ways on their electrophysical characteristics is presented.

Ключевые слова: коллоидный графит, триглицинсульфат, композиционный материал, электропроводность.

Key words: colloidal graphite, triglycinsulfat, composite material, conductivity.

В настоящее время синтез электропроводящих композиционных материалов имеет ряд недостатков: сложность создания стабильных резистивных композитов (переизбыток компонентов для создания электроконтроля тепловыми потоками); слабая изученность электрофизических свойств различных токопроводящих и регулирующих электрические параметры материалов, а также взаимодействие между ними

Для решения поставленных проблем необходимо рассмотреть использование коллоидного графита как электропроводящего материала с более узкой дисперсионной средой. Как регулирующий компонент – триглицинсульфат с температурой фазового перехода 49 °С, что не превышает нормативные показатели взаимодействия нагревателя и человека (температур нагрева лучистого отопления жилых и производственных зданий, а также области ожогового порога при контакте кожи с гладкой горячей поверхностью).

Сравнивая физические свойства, строение КГ и ТГС, было предложено провести кристаллизацию последнего внутри кристаллической решетки углеродсодержащего материала.

Взаимодействие ТГС с некоторыми вяжущими веществами (такими как метасиликат натрия или ПВА) при формировании пленки сопровождается

сильным процессом коагуляции, что связано с повышенной кислотностью ТГС. Поэтому скрепляющим компонентом использовали лак, который имеет нейтральную среду водородного показателя.

Пробоподготовка образцов проводилась по двум направлениям:

- а) – кристаллизация ТГС, измельчение до порошкообразного состояния; нанесение состава на керамическую поверхность

- б) – кристаллизация ТГС с добавлением в состав КГ; измельчение до порошкообразного состояния

Для определения электрофизических характеристик композитов на основе КГ и ТГС проводили исследование концентрационных зависимостей удельной электрической проводимости с помощью моста переменного тока при частоте 1000 Гц.

На основании полученных данных строили графики зависимости удельной электрической проводимости $\lambda_{уд}$ от концентрации электропроводящей фазы С. Количество контактов частичек КГ при увеличении его концентрации приводит к уменьшению энергии активации электрической проводимости композита. Установили, что электрическая проницаемость во втором типе проявляется при концентрации графита от 10 %, что говорит о плотной связи коллоидного графита с диэлектрическим ТГС.

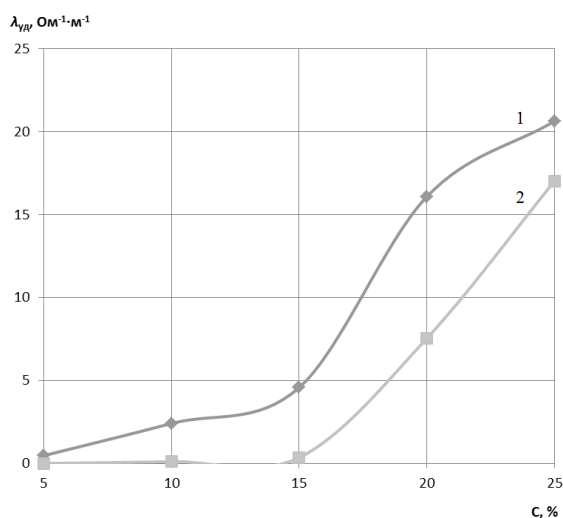


Рисунок 1. Зависимость удельной электропроводности от концентрации электропроводящей фазы для: 1 – а); 2 – б)

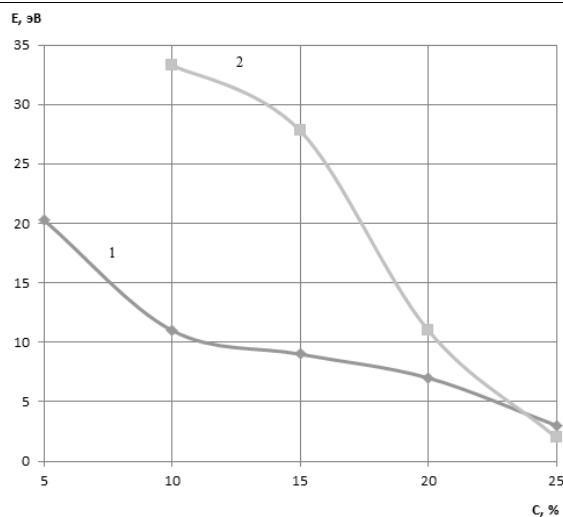


Рисунок 2. Зависимость энергии активации электрической проводимости от концентрации электропроводящей фазы: 1 – а); 2 – б)

Таким образом, различие значений энергетической проницаемости образцов, так же объясняется кристаллизацией ТГС внутри межплоскостных слоев КГ. Увеличение концентрации токопроводящего компонента ведет к образованию цепочечных структур сквозь весь объем композита.

Также рассмотрели степень нагрева композиционного материала при подключении его к электросети под различным напряжением.

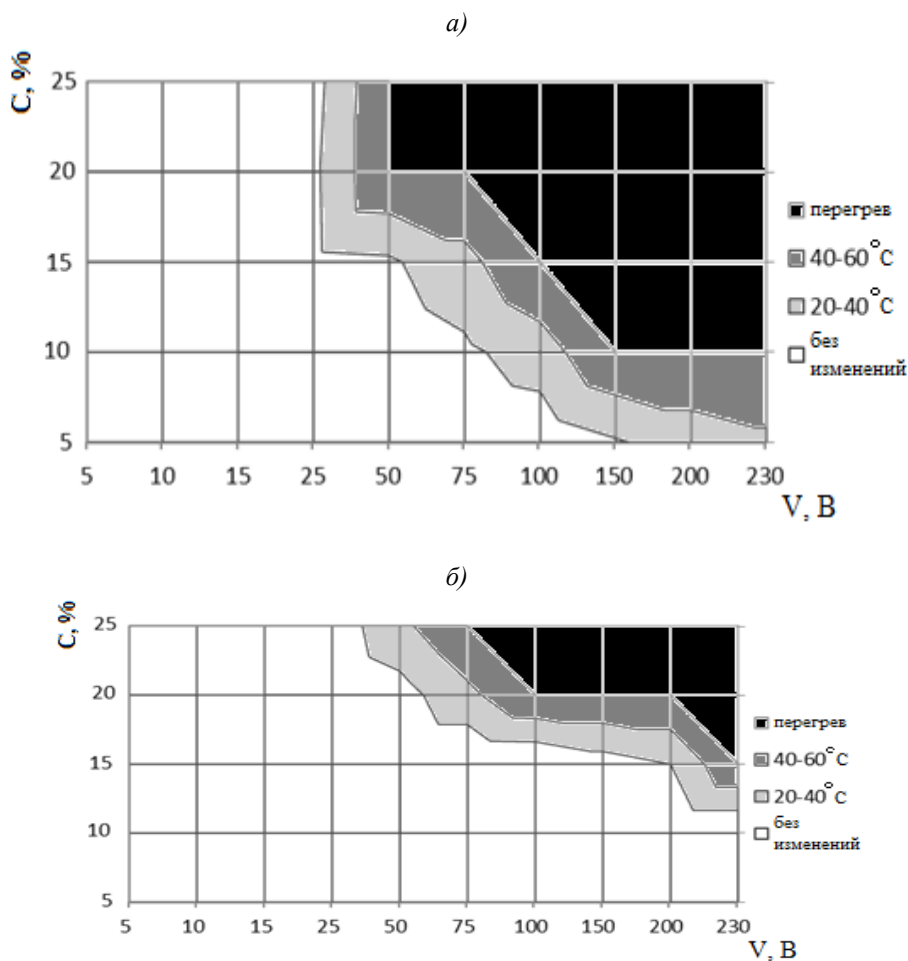


Рисунок 3. Температурные зависимости концентрации электропроводящей фазы от напряжения электросети

На рисунке 3 б) видно более плавные температурные кривые с наименьшими зонами пробоя электроразряда сквозь композиционный материал. Это позволит лучше подобрать режим работы (необходимая температура нагрева, в зависимости от условий рабочей среды, и возможного напряжения электросети) нагревательного элемента.

Использованные источники:

1. Лопанов, А.Н. Коллоидно-электрохимические свойства углеродных материалов и их регулирование в гетерогенных системах: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 02.00.11 / Лопанов Александр Николаевич. – Санкт-Петербург, 2004. – 37 с.

2. Лопанова, Е.А. Функциональные токопроводящие материалы на основе графита и силикатов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Лопанова Евгения Александровна. – Белгород, 2005. – 18 с

3. Горелов, С.В. Электротеплоснабжение сельскохозяйственных объектов с применением электронагревателей и резисторов из композиционных материалов автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.20.02 / Горелов Сергей Валерьевич. – Красноярск, 2008. – 48 с.

УДК 004.9

*Кинтонова А.Ж.,
Адилбеков А.,
Глазырина Н.С.,
Майкибаева Э.К.,
Ермаганбетова М.А.*

Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕСТОРАННОГО БИЗНЕСА

*Kintonova A.Zh.,
Adilbekov A.,
Glazyrina N.S.,
Maykibaeva E.K.,
Ermaganbetova M.A.*

L.N.Gumilyov Eurasian National University

DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR RESTAURANT BUSINESS

Аннотация

Статья посвящена вопросу развития мобильного маркетинга на примере ресторанного бизнеса. В статье дается анализ мобильных приложений, сравнительный анализ кроссплатформенных сред разработки. В статье показано моделирование и реализация мобильного приложения.

Abstract

The article is devoted to the development of mobile marketing on the example of the restaurant business. The article provides an analysis of mobile applications, a comparative analysis of cross-platform development environments. The article shows the modeling and implementation of a mobile application.

Ключевые слова: *мобильное приложение, моделирование приложения, разработка приложения, мобильный маркетинг, среды разработки приложения, ресторанный бизнес.*

Key words: *mobile application, application modeling, application development, mobile marketing, application development environments, restaurant business.*

Одним из успешных и действующих способов продвижения товаров, и брендов является мобильный маркетинг.

С помощью мобильных приложений можно привлекать клиентов оповещая об акциях, распродажах и скидках.

Приложение обеспечивает руководителям предприятий комфортную работу по мониторингу и контролю деятельности компаний в любое время и в любом месте, где есть доступ в Интернет.

Средний пользователь в Астане посвящает мобильному интернету около 2,5 часов своей ежедневной жизни. Это факт дает понимание, можно взаимодействовать с целевой аудиторией через мобильное приложение (идеальна схема для интернет

магазинов), но также встречаются заказчики по мобильным приложениям для малого бизнеса, но в основном, с задачей по оптимизации бизнес процессов между сотрудниками либо с клиентами[1-4].

Особенно эффективным инструментом для такого продвижения является разработка мобильных приложений – это, пожалуй, самый удобный способ контактировать с пользователями мобильных гаджетов. Возможность адаптировать дизайн под особенности такого оборудования, упростить навигацию, получить практически полную независимость от браузеров, совершать не только покупки, но и решать каждодневные задачи прямо со смартфона или планшета делает такие приложения очень привлекательными и для пользователей, и для компаний, продвигающихся через приложение. Однако

нужно абсолютно точно понимать, что такой благоприятный эффект для бизнеса может создать только качественно разработанный продукт, излеченный от сбоев, зависаний и прочих проблем[5-6].

Оптимизация выполнения маркетинговых задач и автоматизация бизнес процессов. Все та же статистика говорит, что треть современных клиентов охотнее работают с отдельными приложениями, нежели с интернет-страницей, поэтому для

приведения клиентов на сайт рекомендуется использовать именно приложения[7-9].

По сферам применения *мобильные приложения можно классифицировать следующим образом*: игровые приложения, бизнес-приложения, образовательные приложения, социальные мобильные приложения, приложения для Lifestyle, развлечения, утилитные приложения, приложения для путешествий, новостные и информационные приложения и т.д.

Таблица 1

Основные отличия нативных, гибридных и веб-приложений

Краткое описание	Нативные	Гибридные	Веб
Языки программирования	Objective-C, Swift, iOS, Java, C#	HTML, CSS, Javascript, Cordova/PhoneGap, Cross platform Mobile Development Frameworks	HTML, CSS, Javascript, JS frameworks
Где можно скачать	iTunes, Apple App Store, Google Play store, Play Market, Windows App store, Amazon App Store		

Таблица 2

Сравнительный анализ кроссплатформенных сред разработок

Критерии	Xamarin		React Native	Native Script	Ionic
Код	C#		JavaScript	JavaScript/TypeScript	HTML CSS JavaScript/TypeScript
Портативность	iOS Android Windows Mac OS		iOS Android	iOS Android	iOS Android
UI инжиниринг	Native	Code sharing for the cost of native experience	Customization with built-in UI components	Code sharing for the cost of native experience	Code sharing for the cost of native experience
Цена	Коммерческое использование Open Source / Visual Studio 539-2.999\$		Открытый исходный код	Облачные сервисы Open Source / Sidekick для 19-249\$	Открытый исходный код / Ionic Pro 29-199\$

Широко используются мобильные приложения в малом бизнесе. Например, в ресторанном бизнесе.

Традиционный тип ресторана, семейный стиль, элитные рестораны, рестораны быстрого питания или быстрого обслуживания.

Проектируемое мобильное приложение для ресторанного бизнеса предполагает следующие функции для клиента:

- осуществление заказа через электронное меню;
- резервирование стола (с выбором блюд или выбрать по приходу в ресторан);
- заказ доставки на дом;
- осуществление онлайн-транзакции.

Проектируемое мобильное приложение для ресторанного бизнеса предполагает следующие функции для персонала ресторана:

- просмотр текущих заказов клиентов;
- регулирование поступления продуктов на склад в зависимости от заказов;
- просмотр и редактирование калькуляционных карт;
- редактирование заказов и их статуса, подтверждение резервирования столов
- прием заказов, и адресов клиентов, и осуществление доставки на дом;
- редактирование профилей пользователей;
- администрация доступа к данным для сотрудников.

Моделирование мобильного приложения «The Shoreditch».

Анализируя деятельность учреждения общественного питания, необходимо выделить три основные работы, которые входят в состав предприятия, как показано на рисунке 1.

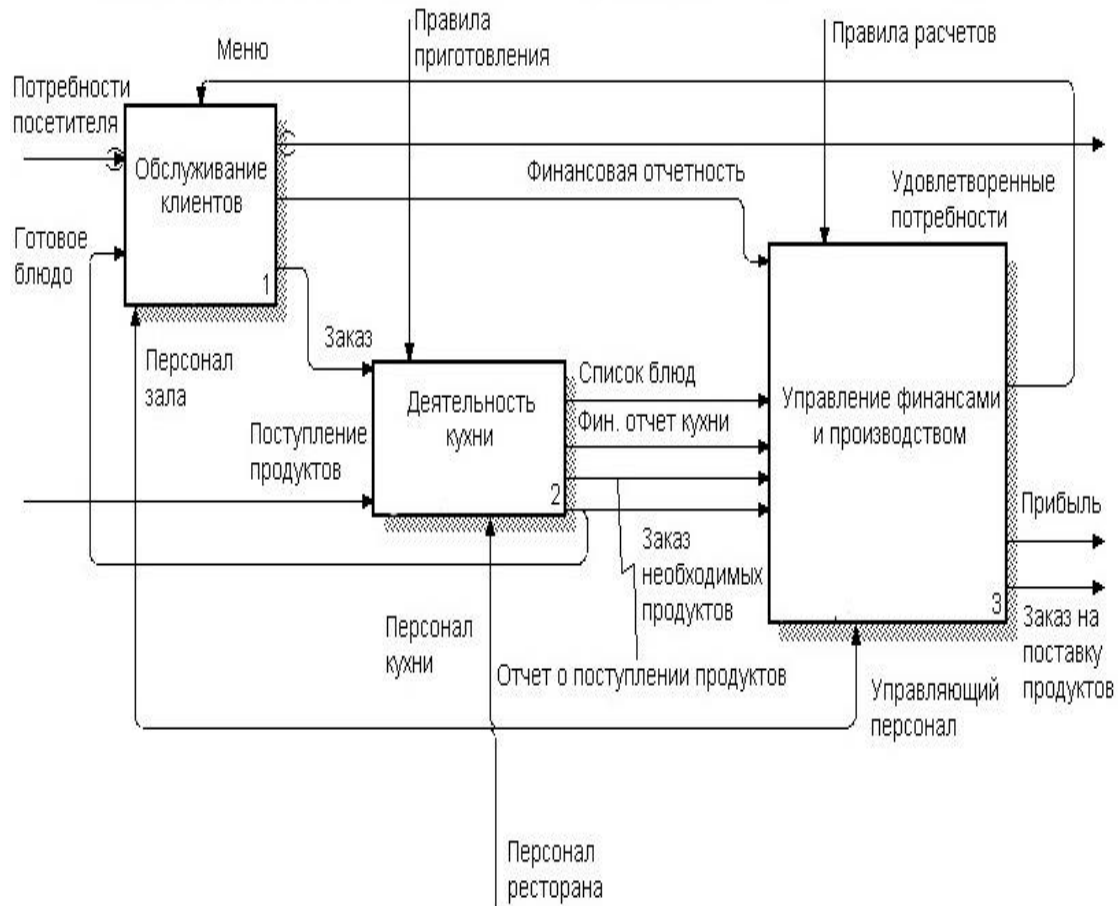


Рис. 1. Модель деятельности ресторана

Ресторан обеспечивает:

- обслуживание клиентов предприятия;
- работу кухни, которая отвечает за приготовление блюд;
- управление финансами и производством, отвечающими за управление финансами в ресторане, создание ежедневного меню и управление закупкой продуктов.

Предметом изучения деятельности ресторана считается процесс обслуживания посетителей.

Чтобы лучше осмыслить логику такого процесса, необходимо декомпозировать деятельность ресторана по обслуживанию посетителей на два фронта работы:

- обслуживание столика;
- расчет клиента.

Реализация мобильного приложения «The Shoreditch».

```

package kz.devyellow.RestoApp.config;

import org.springframework.beans.factory.annotation.Autowired;
import org.springframework.context.annotation.Bean;
import org.springframework.context.annotation.Configuration;
import org.springframework.data.jpa.repository.support.DefaultJpaRepositoryFactory;
import org.springframework.security.config.annotation.authentication.builders.AuthenticationManagerBuilder;
import org.springframework.security.config.annotation.web.builders.HttpSecurity;
import org.springframework.security.config.annotation.web.configuration.EnableWebSecurity;
import org.springframework.security.config.annotation.web.configuration.WebSecurityConfigurerAdapter;
import org.springframework.security.crypto.bcrypt.BCryptPasswordEncoder;

import javax.sql.DataSource;

@Configuration
@EnableWebSecurity
public class SpringSecurityWebConfig extends WebSecurityConfigurerAdapter {

    @Autowired
    DataSource dataSource;

    @Override
    protected void configure(HttpSecurity http) throws Exception {
        http.csrf().disable().authorizeRequests()
            .antMatchers("/admin/**").permitAll()
            .anyRequest().authenticated()
            .and()
            .formLogin();
    }

    @Override
    protected void configure(AuthenticationManagerBuilder builder) throws Exception {
        builder.jdbcAuthentication()
            .passwordEncoder(new BCryptPasswordEncoder())
            .dataSource(dataSource);
    }

    public static void main(String[] args) {
        BCryptPasswordEncoder encoder = new BCryptPasswordEncoder();
        String encode = encoder.encode("12345");
        System.out.println(encode);
    }
}

```

Рис.2. Настройки уровней доступа авторизации

На данном этапе (рис.2) реализации мобильного приложения есть четыре уровня доступа авторизаций:

- разработчик;
- администратор;
- сотрудник;
- клиент.

Разработчик может включать и отключать некоторые функции, добавлять и корректировать программный код приложения. Администратор в свою очередь видит заказы, имеет возможность бронировать столы. Сотрудники же получают задания непосредственно от администраторов, могут также принимать расчеты от клиентов и пишут отчет о состоянии столами же заказа. Клиент в свою очередь может ознакомиться с меню, заказать блюдо или напитки из списка меню, забронировать столик и

также будет получать уведомления об акциях, скидках, бонусах и различных мероприятиях данного заведения [10-11].

REST (Representational State Transfer), «передача состояния представления» — стиль построения архитектуры распределенного приложения (рис.26). Был описан и популяризован в 2000 году Роем Филдингом (Roy Fielding), одним из создателей протокола HTTP. Самой известной системой, построенной в значительной степени по архитектуре REST, является современная Всемирная паутина.

REST – это технология, которая обеспечит возможность предоставления доступа к данным внешним системам, а также она описывает набор правил, которые нужно соблюдать, чтобы реализовать WS REST [31].

Реализация интерфейса приложения «The Shoreditch».

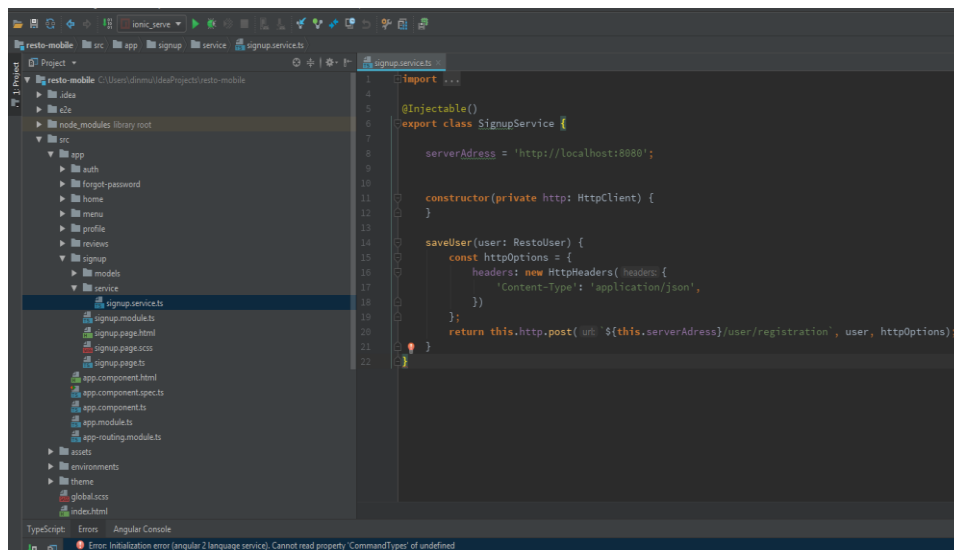


Рис.3. Реализация формы регистрации

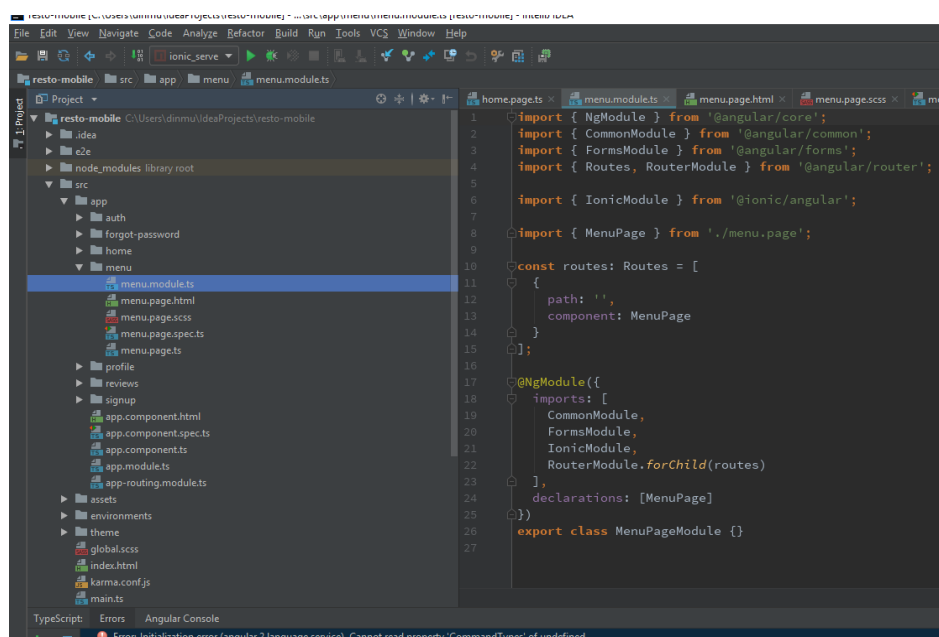


Рис.4. Код бокового меню приложения



Рис.5. Главное окно приложения «The Shoreditch»

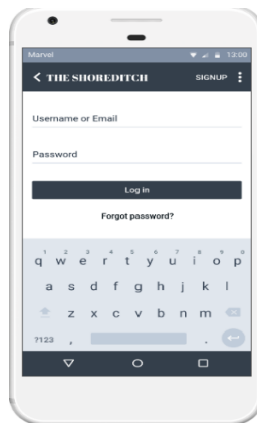


Рис.6. Форма регистрации приложения «The Shoreditch»

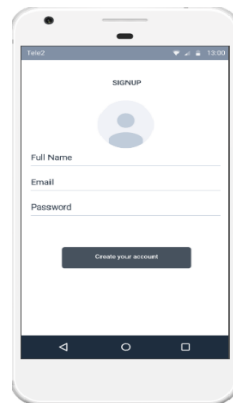


Рис.7. Форма входа в приложение «The Shoreditch»

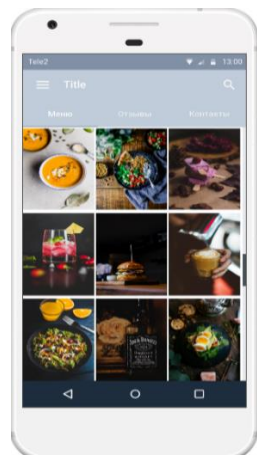


Рис.8. Меню в приложении «The Shoreditch»

Мобильное приложение позволяет клиентам делать заказы в любой момент, что приводит к увеличению заказов, а значит и к увеличению прибыли.

Возможность клиентов размещать заказы через приложение позволяет сокращать время обзвонив и телефонных консультаций для сотрудников, что повышает эффективность работы компании.

Мобильные приложения внедряют в отрасли бизнеса, такие как, торговля, страховые, дистрибуторы и другие, где большое число мобильных работников.

Вне офисные сотрудники могут принимать заказы с мобильного приложения столько раз в день, сколько им удобно.

Список литературы

1. Different Types of Mobile Applications – Native, Hybrid and Web Apps <https://blog.trigent.com/different-types-of-mobile-applications-native-hybrid-and-web-apps/>
2. Types of Mobile App <http://www.socialhunt.net/blog/types-of-mobile-app/>
3. What are the popular types and categories of apps <https://thinkmobiles.com/blog/popular-types-of-apps/>
4. Techbeacon [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://techbeacon.com/html5-mobile-app-or-native-it-depends>

УДК 004

5. Карпюк И.А., Куляшова Н.М., Костров Е.К. Web технологии в строительном бизнесе // Инновационные технологии научного развития. Сб. статей Международной научно-практической конф: в 3-х частях. Ч. 2. – Уфа: Аэтерна, 2016. – С. 26 – 29

6. Android Studio vs. Xcode <https://stackshare.io/stackups/android-studio-vs-xcode>

7. Native Apps, Web Apps or Hybrid Apps? What's the Difference? <https://www.mobiloud.com/blog/native-web-or-hybrid-apps/>

8. 7 Differences Between iOS and Android App Development <https://applikeysolutions.com/blog/7-differences-between-ios-and-android-app-development>

9. A Scoring Comparison of Android and iOS Development <https://thenewstack.io/scoring-comparison-android-ios-development/>

10. <https://www.altexsoft.com/blog/engineering/xamarin-vs-react-native-vs-ionic-vs-nativescript-cross-platform-mobile-frameworks-comparison/>

11. Сущность ресторанного бизнеса и его особенности <https://ulfek.ru/menedzhment-v-restorannom-biznese/1180-sushchnost-restorannogo-biznesa-i-ego-osobennosti.html>

Контимиров Глеб Егорович

бакалавр, кафедра электроники и средств связи ДВФУ, 690920, РФ, Приморский край, о. Русский, кампус ДВФУ

Козлов Иван Станиславович

бакалавр, кафедра электроники и средств связи ДВФУ, 690920, РФ, Приморский край, о. Русский, кампус ДВФУ

Хоменко Александр Андреевич

бакалавр, кафедра электроники и средств связи ДВФУ, 690920, РФ, Приморский край, о. Русский, кампус ДВФУ

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Kontimirov Gleb

student, department of electronics and communications FEFU

Kozlov Ivan

student, department of electronics and communications FEFU,

Khomenko Aleksandr

student, department of electronics and communications FEFU,

PRINCIPLES FOR DESIGNING THE STRUCTURED CABLING SYSTEM OF THE ENTERPRISE

Аннотация

В статье описывается структура и процесс проектирования СКС предприятия в соответствии с заданным техническим заданием, рассматриваются общие принципы при организации структурированной кабельной системы, включая технические требования; приводится выбор оборудования в зависимости от количества рабочих мест.

При создании графического материала использовалось программное обеспечение: sPlan.

Abstract

The article describes the structure and process of designing the structured cabling system of the enterprise according to the given technical task. It discusses general principles in organizing a structured cabling system, including the technical requirements. The choice of equipment is given on the number of jobs.

When creating graphic material used software: sPlan.

Ключевые слова: структурированная кабельная система, информационная розетка, патч-панель, кросс-панель, оборудование, подсистема, кабель.

Keywords: structured cabling system, information socket, patch panel, cross panel, equipment, subsystem, cable.

Необходимо осуществить построение СКС для административного здания предприятия (технические данные указаны в таблице 1). Данная СКС должна соответствовать принятым международным стандартам и обеспечивать передачу всех ви-

дов информации (данные, голос, видео и т. д.) с учетом перспектив развития современных информационных технологий. Кроме того, СКС должна обеспечить интеграцию и работоспособность всех элементов и систем.

Таблица 1

Параметры для построения СКС

Конструкция здания	Четырехэтажное здание, А=160 м, В=20 м
Количество рабочих мест	70, 40, 30, 50
Производитель СКС	Molex

Структурированная кабельная система позволяет свести в единую инфраструктуру множество сетевых информационных сервисов разного назначения, а в частности компьютерную и телефонную сети.

СКС включает в себя медные и оптические кабели, патч-панели, соединительные шнуры, кабельные разъемы, модульные гнезда, информационные розетки, трансиверы и вспомогательное оборудование. Все элементы интегрируются в единую систему и эксплуатируются согласно определенным правилам. Три основных принципа заложены в СКС:

- универсальность;
- масштабируемость;
- структурированность.

Универсальность заключается в том, что одни и те же кабели и разъемы могут быть использованы для соединения между собой активных блоков различных радиоэлектронных систем: ЛВС, телефонной связи, видеонаблюдения, охранной сигнализации, телевидения и др. [1]

Масштабируемость подразумевает возможность введения дополнительных информационных розеток при подключении новых устройств.

В основу любой полномасштабной СКС положена структура иерархической звезды.

Обобщенная кабельная система согласно международному стандарту ISO/IEC 11801 включает в себя три подсистемы [2]:

- подсистема внешних магистралей;
- подсистема внутренних магистралей;
- горизонтальная подсистема (максимальная длина канала - 100 м).

Объединение трех кабельных подсистем формирует структуру обобщенной сети, длина каналов которой в сумме не должна превышать 2000 м.

Технические помещения, необходимые для построения СКС и информационной системы предприятия, в целом делятся на аппаратные и кроссовые [3].

Аппаратная (серверная) – техническое помещение, в котором располагается пассивное коммутационное оборудование СКС и активное сетевое оборудование коллективного пользования (УАТС, коммутаторы, серверы, системы хранения данных, модемы, шлюзы и пр.). Доступ в аппаратную имеет одно авторизованное лицо или группа доверенных лиц. Чаще всего таким лицом выступает системный администратор предприятия или IT – отдел.

Кроссовая (телекоммуникационная комната) – техническое помещение, в котором в основном располагается пассивное коммутационное оборудование СКС, сетевое и другое вспомогательное оборудование.

Городской ввод обеспечивает переход кабелей из подсистемы внешних магистралей на кабели внутренней проводки здания.

Количество кроссовых этажа должно быть таким, чтобы на каждые 1000 кв. м. приходилось хотя бы одна кроссовая.

При построении СКС принято использовать симметричные электрические кабели и оптоволоконно. Несимметричные кабели, такие как коаксиальные, не охватываются стандартом ISO/IEC 11801, а в современных телекоммуникациях используются в основном симметричный способ передачи сигналов. На кроссовом поле кабели СКС могут появляться лишь один раз.

Компоненты СКС (кабели, коннекторы, вилки, розетки и т. п.) классифицируются в стандарте по категориям. Соответствие категорий компонентов классам СКС и поддерживаемые приложения указаны в таблице 2.

Таблица 2

Классы и категории СКС

Класс СКС	Категория компонентов СКС	Диапазон частот	Приложения, под которые разрабатывались категории	Год принятия стандарта
C	Категория 3	16 МГц	Ethernet, 10Base – T	1991
-	Категория 4	20 МГц	Token Ring 16 Мбит/с	1993
D	Категория 5	100 МГц	100Base – TX(Fast Ethernet) ATM 155	1995
	Категория 5e	100 МГц	100Base– T(Gigabit Ethernet)	2000
E	Категория 6	250 МГц	100Base – TX(Gigabit Ethernet)	2002
E _A	Категория 6 _A	500 МГц	100GBase – T(Gigabit Ethernet)	2006
F	Категория 7	600 МГц	–	–
F _A	Категория 7 _A	1000 МГц	–	–
G	Категория 8	1200 МГц	–	–

Вплоть до категории 6_A включительно при построении линий допускается применение соединителя RJ – 45. Все, что выходит за эти пределы, реализуется при помощи частных, заведомо несовместимых решений. Это заметно ограничивает свойство нейтральности и независимости кабельной системы от оборудования конкретных приложений.

Согласно техническому заданию, была построена структурная схема предприятия, где необходимо разработать СКС. Данная схема представлена на рисунке 1.

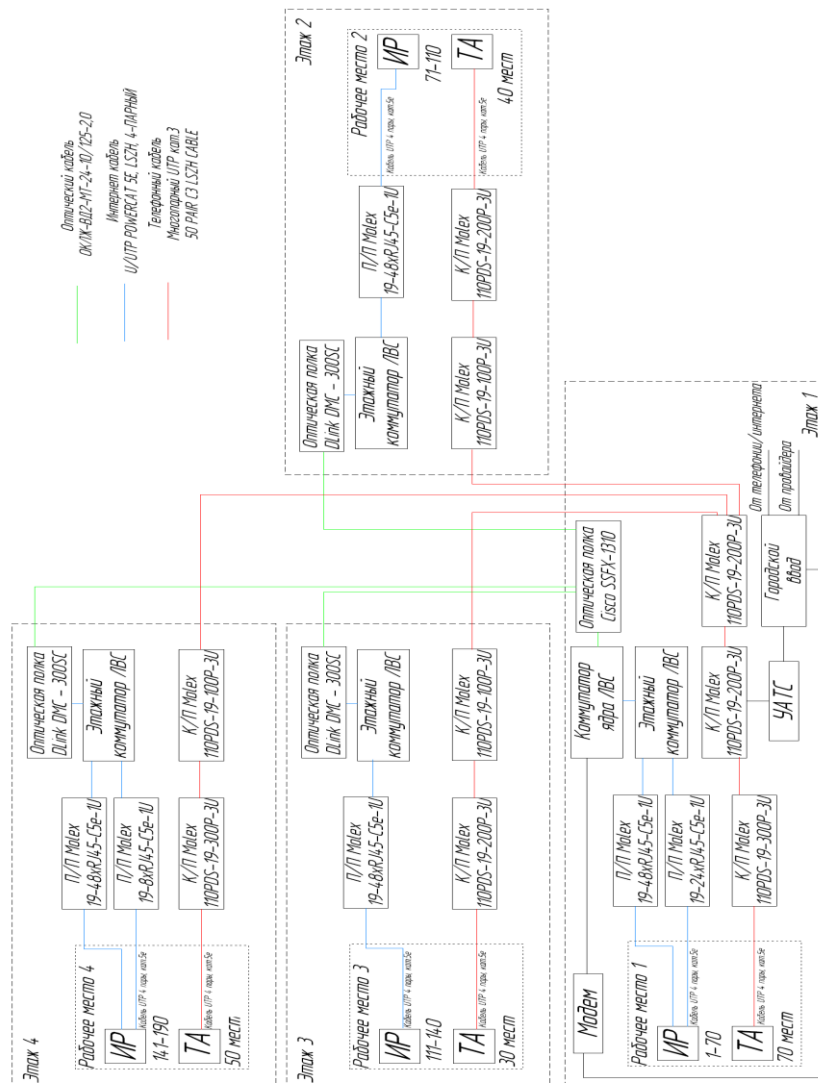


Рисунок 1. Структурная схема СКС

На схеме отражено схематичное расположение сетевого оборудования в здании.

При создании данной СКС необходимо было подобрать оборудование производителя MOLEX, с учётом характеристик здания.

В качестве кросс – панели на станционной части была выбрана 19” панель Molex типа 110 на 200 пар с высотой 3 (3U). Выбор данной панели обусловлен тем, что общее количество абонентов составляет $70+40+30+50=190$, то есть необходимо не менее 190 пар, а наиболее близким к этому параметру является кросс – панель на 200 пар.

В качестве кросс-панели магистральной части на первом этаже была выбрана такая же кросс – панель, что и для стационарной части, поскольку количество абонентов, которые она будет обслуживать равно $40+30+50=120$.

В качестве кросс – панели линейной части для первого рабочего места на первом этаже была выбрана панель 19” Molex типа 110 на 300 пар с высотой 3 (3U). Выбор этой панели обусловлен тем, что количество пар, необходимых для подключения равно количеству рабочих мест (70 розеток ТА), умноженному на 4, то есть, необходима кросс – панель на 280 пар. Наиболее близкой по параметрам является выбранная панель.

В качестве патч – панели для первого рабочего места были выбраны 19” панель Molex на 48 портов

под RJ – 45, категория 5е, высота 1 (1U) и 19” панель Molex на 24 порта. Выбор данных панелей обусловлен количеством абонентов, которых на первом рабочем месте 70. Готовых решений на 70 портов нет, а ближайшими решениями от компании Molex являются панели на 48 и 24 порта.

Для остальных помещений здания оборудование выбирается аналогичным образом. Так как размеры здания довольно большие (длина 160м), то для соединения коммутатора ядра ЛВС, находящегося в одной части здания со вторым этажным коммутатором ЛВС необходимо использовать оптическое волокно. Используется одномодовое оптоволокно ОКВ-Р-4 с количеством жил, равным 4, пригодным для прокладки внутри здания. Оптические полки КРС-16 выбраны с учётом применяемого оптоволокна.

Список литературы:

1. Самарский П.А. Основы структурированных кабельных систем – М.: ДМК Пресс, 2005. – 216 с.
2. Семенов А.Б. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов – М.: ДМК Пресс, 2003 – 416 с.
3. Семенов А.Б., Стрижаков С.К., Сунчелей И.Р. Структурированные кабельные системы – 5-е изд. – М.: ДМК Пресс. – 640 с.

УДК-66

Сальников Н.А., Кормаков И.А., Корепин Я.Д.
ФГАОУ «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

СРАВНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АЭС С РЕАКТОРОМ УНИТЕРМ И ТЭС В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ

Salnikov N.A., Kormakov I.A., Korepin Ya.D.
National nuclear research Institute
University "MEPhI"

COMPARISON OF ECONOMY PARAMETERS OF NUCLEAR POWER PLANT WITH UNITHERM REACTORS AND TES IN NORTH AREAS

Аннотация:

В данной статье производится расчет и сравнение экономических параметров ядерной энергетической установки с реактором типа УНИТЕРМ и ТЭС работающей на топливе из мазута марки М100. Приведены ключевые показатели и расчётные данные, обосновывающие экономическую выгоду АСММ с данным реактором.

Abstract

This article provides analysis and comparison of nuclear power plant with UNITHERM reactor and TES working on masut M100. There are provided main parameters and calculated data substantiating economy benefits of SMSR with this reactor.

Ключевые слова: ядерная энергетика, УНИТЕРМ, ядерное топливо, ядерный реактор, АСММ.

Keywords: nuclear power, UNITHERM, nuclear fuel, nuclear reactor, SMSR.

Данные для расчета экономических показателей АЭС на рассматриваемом реакторе получены на основании проектных требований [1] и приведены в таблице 7.1

Таблица 7.1.

Входные данные для экономического расчета АЭС с тремя модулями реактора УниTERM.

№ п/п	Параметр	Условное обозначение	Единицы измерения	УниTERM
1	Установленная электрическая мощность	$N_{эл}$	МВт	6.6
2	КПД (брутто)	$\eta_{бр}$	о.е.	0.201
3	Коэффициент собственных нужд	$K_{сн}$	о.е.	0.086
4	Удельное накопление продуктов деления	K	кг _{оск} /МВт*сут	$1.05 \cdot 10^{-3}$
5	Начальная загрузка топлива	G_0	т	3.25
6	Число перегрузок	n		1
7	Начальное обогащение по ^{235}U [2]	x_n	%	10
8	Коэффициент накопления P_u	KH	кг P_u /кг _{оск}	0.2
9	Средняя глубина выгорания[2]	B	МВт*сут/т	43960
10	Конечное обогащение по ^{235}U	x_k	%	3.0
11	Содержание ^{235}U в природном уране	c	%	0.714
12	Содержание ^{235}U в отвалах	y	%	0.2
13	Безвозвратные потери предприятия ЯТЦ	ε_i	о.е.	0.01
14	Время пребывания на предприятии ЯТЦ	T_i	лет	0.25
15	Срок службы станции	$T_{сл}$	лет	15
16	Цена природного урана	C_U	\$/кг	100
17	Цена единицы работы разделения	$C_{разд}$	\$/EPP	140
18	Затраты на изготовление ТВС	$C_{изг}$	\$/кг	300
19	Затраты на регенерацию	$C_{рег}$	\$/кг	1000
20	Затраты на хранение	$C_{хр}$	\$/кг	250
21	Среднегодовой КИУМ	φ	о.е.	0.92
22	Средний % отчисления на реновацию	$A_{рен}$	%/год	3.07
23	Удельные капиталовложения	$K_{уд}$	\$/кВт	1400
24	Штатный коэффициент	$n_{уд}$	чел/МВт	0.42
25	Среднегодовой фонд зарплаты	$\Phi З$	\$/чел*год	14000
26	Нормативный коэффициент эффективности капиталовложений	E_n	1/год	0.11

В качестве расчетной схемы выбран открытый топливный цикл, по причине отсутствия необходимости в замыкании топливного цикла рисунок 7.1.

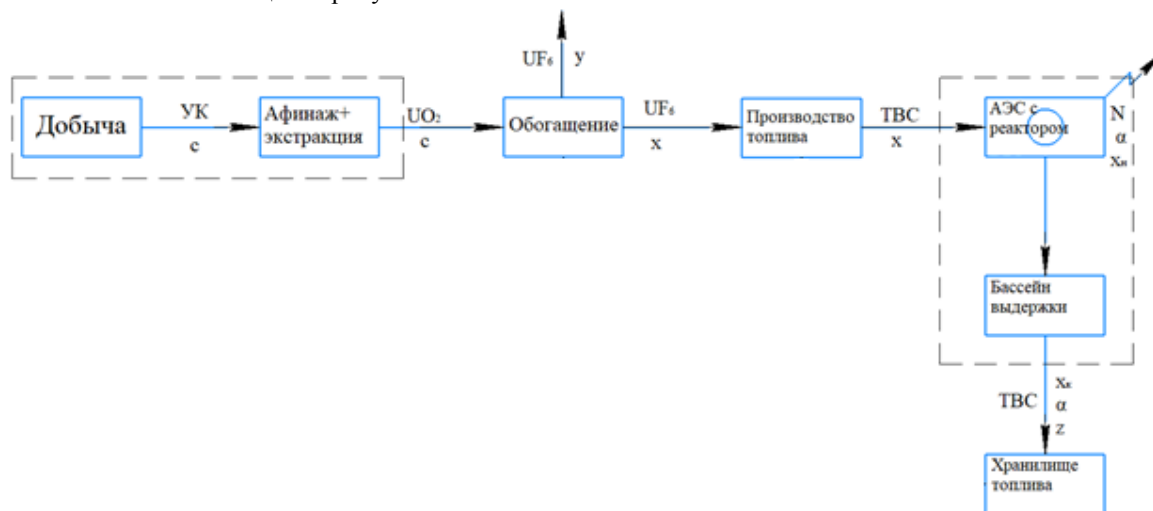


Рисунок 7.1. Принципиальная схема открытого топливного цикла для реактора УниTERM

Отпущенная электрическая энергия:

$$W = N_{эл} \cdot 8760 \cdot \varphi \cdot (1 - K_{сн}) = 4.6 \cdot 10^4 \frac{\text{МВт} \cdot \text{час}}{\text{год}} \quad (7.1.1)$$

Накопление осколков деления:

$$\alpha = K \cdot B = 46 \frac{\text{кг оск}}{\text{т топл}} \quad (7.1.2)$$

Ежегодный расход топлива:

$$G_x = \frac{N_{эл} \cdot 365 \cdot \varphi}{\eta_{бр} \cdot B} = 0.23 \frac{\text{т}}{\text{год}} \quad (7.1.3)$$

Накопление товарного Pu²³⁹ в год:

$$G_9 = \text{КН} \cdot \alpha \cdot G_x \cdot (1 - E_{хим}) = 2.69 \frac{\text{кг}}{\text{год}} \quad (7.1.4)$$

Полное накопление товарного Pu²³⁹:

$$G_{9tot} = G_9 \cdot T_{сл} = 36.85 \text{ кг} \quad (7.1.5)$$

Доля Pu в выгружаемом топливе:

$$z = \text{КН} \cdot \alpha = 0.012 \quad (7.1.6)$$

Коэффициент расхода природного урана:

$$f(x_n, y, c) = \frac{x_n - y}{c - y} = 19.22 \quad (7.1.7)$$

Ежегодная потребность в природном уране:

$$G_c = f(x_n, y, c) \cdot G_x \cdot (1 + Ei)^3 = 4.47 \frac{\text{т}}{\text{год}} \quad (7.1.8)$$

Ежегодная потребность в U²³⁵:

$$\Delta G_5 = x \cdot G_x \cdot (1 + E_{изг}) = 0.023 \frac{\text{кг}}{\text{год}} \quad (7.1.9)$$

Кампания топлива:

$$T_k = \frac{G_0}{G_x} = 5086 \text{ сут} \quad (7.1.10)$$

Полная потребность в топливе:

$$G_{xtot} = G_0 + G_x \cdot \left(T_{сл} - \frac{T_k}{n} \right) = 3.356 \text{ т} \quad (7.1.11)$$

Полная потребность в природном уране:

$$G_{ctot} = G_{xtot} \cdot f(x_n, y, c) \cdot (1 + Ei)^3 = 64.5 \text{ т} \quad (7.1.12)$$

Ежегодное накопление отвалного урана:

$$G_y = G_x \cdot (f(x_n, y, c) - 1) \cdot (1 + Ei)^2 = 4.2 \frac{\text{т}}{\text{год}} \quad (7.1.13)$$

Полное накопление отвалного урана:

$$G_{ytot} = G_{xtot} \cdot (f(x_n, y, c) - 1) \cdot (1 + Ei)^2 = 61.14 \text{ т} \quad (7.1.14)$$

Потенциалы разделения:

$$V_{x_n} = (2 \cdot x_n - 1) \cdot \ln \frac{x_n}{1 - x_n} = 1.76 \quad (7.1.15)$$

$$V_y = (2 \cdot y - 1) \cdot \ln \frac{y}{1 - y} = 6.2 \quad (7.1.16)$$

$$V_c = (2 \cdot c - 1) \cdot \ln \frac{c}{1 - c} = 4.9 \quad (7.1.17)$$

Удельная работа разделения:

$$n(x_n, y, c) = V_{x_n} + V_y \cdot (f(x_n, y, c) - 1) - f(x_n, y, c) \cdot V_c = 20.88 \quad (7.1.18)$$

Топливная составляющая себестоимости:

$$C_T = \frac{1}{W} \cdot (G_c \cdot C_U + G_x \cdot n(x_n, y, c) \cdot C_P \cdot (1 + Ei)^2 + G_x \cdot (1 + Ei) \cdot C_{изг} + G_x \cdot C_{хр}) \\ = 0,009 \frac{\$}{\text{КВт} \cdot \text{час}} \quad (7.1.19)$$

Амортизационная составляющая себестоимости:

$$C_a = \frac{K_{уд} \cdot A}{8760 \cdot \varphi} = 0,0069 \frac{\$}{\text{КВт} \cdot \text{час}} \quad (7.1.20)$$

Составляющая зарплат:

$$C_3 = \frac{n_{уд} \cdot \Phi_3}{8760 \cdot \varphi} = 0,00073 \frac{\$}{\text{КВт} \cdot \text{час}} \quad (7.1.21)$$

Себестоимость отпущенной энергии:

$$C_3 = 1,25 \cdot (1,2 \cdot C_T + 4 \cdot C_a + 3,5 \cdot C_3) = 0.054 \frac{\$}{\text{КВт} \cdot \text{час}} \quad (7.1.22)$$

Цена топлива:

$$C_{\text{топ}} = \frac{f(x_n, y, c) \cdot (1 + Ei)^3 + n(x_n, y, c) \cdot (1 + Ei)^2 \cdot C_p + (1 + Ei) \cdot C_{\text{изг}}}{x_n \cdot 1000} = 32.4 \frac{\$}{\text{г. дел}} \quad (7.1.23)$$

7.2 Экономический расчет ТЭС

Данные необходимые для расчета ТЭС приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2.

Входные данные для расчета ТЭС на топливе из мазута марки М100

№ п/п	Параметр	Условное обозначение	Единицы измерения	ТЭС
1	Установленная электрическая мощность	$N_{\text{эл}}$	МВт	7
2	КПД (брутто)	$\eta_{\text{бр}}$	о.е.	0.4
3	Коэффициент собственных нужд	$K_{\text{сн}}$	о.е.	0.05
4	Удельный расход органического топлива	$m_{\text{уд}}$	г ут/кВт*час	330
5	Срок службы станции	$T_{\text{сл}}$	лет	50
6	Среднегодовой КИУМ	φ	о.е.	0.85
7	Средний % отчисления на реновацию	$A_{\text{рен}}$	%/год	4
8	Удельные капиталовложения	$K_{\text{уд}}$	\$/кВт	1000
9	Штатный коэффициент	$n_{\text{уд}}$	чел/МВт	0.7
10	Среднегодовой фонд зарплаты	Φ_3	\$/чел*год	14000
11	Нормативный коэффициент эффективности капиталовложений	E_n	1/год	0.11
12	Нормативный резерв топлива на ТЭС	$t_{\text{рез}}$	год	0.25

Отпущенная электрическая энергия:

$$W = N_{\text{эл}} \cdot 8760 \cdot \varphi \cdot (1 - K_{\text{сн}}) = 4.95 \cdot 10^4 \frac{\text{МВт} \cdot \text{час}}{\text{год}} \quad (7.2.1)$$

Ежегодный расход топлива:

$$G_x = N_{\text{эл}} \cdot 8760 \cdot \varphi \cdot m_{\text{уд}} \cdot K_{\text{ут}} = 2.39 \cdot 10^4 \frac{\text{т}}{\text{год}} \quad (7.2.2)$$

где $K_{\text{ут}} = 1.39$ – отношение калорийности мазута марки М100 и условного топлива (мазут марки М100 добываемый в Уфе с теплотой сгорания ≈ 9740 ккал/кг)

Полная потребность в топливе:

$$G_{\text{xtot}} = G_x \cdot (T_{\text{сл}} - t_{\text{рез}}) = 1.19 \cdot 10^6 \text{ т} \quad (7.2.3)$$

Амортизационная составляющая себестоимости:

$$C_a = \frac{K_{\text{уд}} \cdot A}{8760 \cdot \varphi} = 0.0054 \frac{\$}{\text{кВт} \cdot \text{час}} \quad (7.2.4)$$

Составляющая зарплаты:

$$C_3 = \frac{n_{\text{уд}} \cdot \Phi_3}{8760 \cdot \varphi} = 0.0013 \frac{\$}{\text{кВт} \cdot \text{час}} \quad (7.2.5)$$

Топливная составляющая себестоимости в свою очередь равна:

$$C_T = m_{\text{уд}} \cdot K_{\text{ут}} \cdot C_{\text{топ}} = 0.214 \frac{\$}{\text{кВт} \cdot \text{час}} \quad (7.2.6)$$

Цена мазута полученного в Уфе марки М100 $C_{\text{топ}} = 467.08$ \$/т, в данном случае расчет производился для доставки мазута по Северному пути [3].

Себестоимость отпущенной энергии равна:

$$C_3 = 1.25 \cdot (C_T + 2.5 \cdot C_a + 1.5 \cdot C_3) = 0.287 \frac{\$}{\text{кВт} \cdot \text{час}} \quad (7.2.7)$$

7.3 Сравнения показателей АЭС и ТЭС

На основании проведенных выше расчетов составлена таблица результатов сравнения экономических показателей. Данные представлены в таблице 7.3.

Результаты расчета экономических показателей АЭС и ТЭС

№	Величина	Обозначение	Единицы измерения	АЭС	ТЭС
1	Отпущенная электрическая энергия	W	$\frac{\text{МВт} \cdot \text{час}}{\text{год}}$	$4.6 \cdot 10^4$	$4.95 \cdot 10^4$
2	Ежегодный расход топлива	G_x	$\frac{\text{т}}{\text{год}}$	0.23	$2.39 \cdot 10^4$
3	Полная потребность в топливе	G_x^{tot}	т	32.6	$1.19 \cdot 10^6$
4	Топливная составляющая себестоимости	C_T	$\frac{\$}{\text{кВт} \cdot \text{час}}$	0.009	0.214
5	Амортизационная составляющая себестоимости	C_a	$\frac{\$}{\text{кВт} \cdot \text{час}}$	0.0069	0.0054
6	Составляющая зарплаты	C_z	$\frac{\$}{\text{кВт} \cdot \text{час}}$	0.00073	0.0013
7	Себестоимость отпущенной электроэнергии	$C_э$	$\frac{\$}{\text{кВт} \cdot \text{час}}$	0.054	0.287
8	Кампания топлива	T_k	год	13.7	-

Из проведенных выше результатов видно, что ЯЭУ УниTERM имеет высокие экономические преимущества над мазутными ТЭС в труднодоступных районах страны.

7.4 Заключение технико-экономического расчета реактора УниTERM

Задачей данной главы являлся расчет экономических показателей АЭС с проектируемым модульным маломощным реактором УниTERM. А также расчет ТЭС работающей на топливе из мазута марки М100. И последующем сравнении данной ТЭС и АЭС с реактором УниTERM. В расчете получены топливные составляющие себестоимости и составляющие себестоимостей отпущенной электроэнергии для АЭС с реактором УниTERM и ТЭС с топливом на мазуте марки М100. Результаты представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4.

Принципиальные параметры АЭС и ТЭС

Величина	АЭС	ТЭС
Топливная составляющая себестоимости $C_T, \frac{\$}{\text{кВт} \cdot \text{час}}$	0,009	0,214
Себестоимость отпущенной электроэнергии $C_э, \frac{\$}{\text{кВт} \cdot \text{час}}$	0,054	0,287

Полученные результаты подтверждают экономическую выгоду и необходимость построения АЭС на реакторе УниTERM в трудно доступных районах, а также районах, находящихся вдали от мест получения мазута для тепловых электростанций.

Список литературы

1. Мельников Н.Н., Конухин В.П., Наумов В.А., Гусак С.А. Реакторные установки для энергоснабжения удаленных и труднодоступных регионов: проблема выбора // Вестник МГТУ: Труды

Мурманского государственного технического университета. – 2015. – Т. 18. – № 2

2. Адамович Л.А., Гречко Г.И., Гольцов Е.Н., Евдокимов А.М., Шишкин В.А. Атомная станция малой мощности «УниTERM» // Атомная энергия. Т. 3, вып. 1. – 2007

3. Альфа софт [Электронный ресурс] / ЖД Тариф – Электрон. текстовые данные – Режим доступа <https://www.alta.ru/railonline/result/>, свободный – Загл. с экрана.

*Клочко И.В.,**бакалавр,**Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,***ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В СЕТИ. РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ DANE***Klochko I.V.,**bachelor,**National Research Nuclear University "MEPhI",***NETWORK SECURITY ISSUES. DANE TECHNOLOGY****Abstract.**

Today, on the Internet, the main protocol for secure data transfer between a client and a server is TLS, whose operation is inherently connected with the infrastructure of certification authorities (CA), which, through a chain of trust through digital signatures, are designed to guarantee the authenticity of a particular resource on the network. However, numerous cases of issuance of well-known certificate authorities with serious violations of the rules raised the problem of trust in the system of certification centers by users, and also led to the development and implementation of more reliable authentication methods on the Internet. The article describes the DANE technology, which provides authentication of domain names and services provided by means of DNS with mandatory authentication of the DNS response by means of DNSSEC without the help of the CA infrastructure.

Аннотация.

На сегодняшний день в сети Интернет основным протоколом безопасной передачи данных между узлами является TLS, функционирование которого неотъемлемо связано с инфраструктурой удостоверяющих центров (CA), которые через цепочку доверия посредством цифровых подписей призваны гарантировать подлинность того или иного ресурса в сети. Однако многочисленные прецеденты выпуска известными удостоверяющими центрами сертификатов с серьёзными нарушениями правил их выдачи поставили вопрос доверия к самой системе CA со стороны пользователей и заказчиков, а также разработку и внедрение более надёжных методов аутентификации в сети Интернет. В статье рассмотрена технология DANE, обеспечивающая аутентификацию доменных имён и предоставляемых сервисов средствами DNS с обязательной проверкой подлинности ответа DNS средствами DNSSEC без помощи инфраструктуры CA.

Ключевые слова: Удостоверяющий центр, TLS, DNS, DNSSEC, DANE.

Keywords: Certification Authority, TLS, DNS, DNSSEC, DANE.

Введение.

Вопросы безопасности в целом, и проблемы аутентификации в частности, уже давно являются главной проблемой функционирования сети Интернет. К настоящему времени разработана масса способов, протоколов и стандартов, призванных сделать работу в глобальном киберпространстве надёжной и защищённой от различного рода угроз. Например, одним из самых известных и используемых механизмов обеспечения безопасности является протокол HTTPS, который предназначен для передачи данных в сети Интернет на базе криптографических методов SSL/TLS [1]. Последние же неотъемлемо связаны с инфраструктурой удостоверяющих центров (CA), которые через цепочку доверия посредством цифровых подписей призваны гарантировать подлинность того или иного ресурса в сети [2].

Если удостоверяющий центр включён в список доверенных для данного программного обеспечения, в частности, браузера в случае с протоколом HTTPS, то узел сети, использующий выданный этим CA сертификат, заведомо признаётся подлинным и, следовательно, заслуживающим доверия.

Однако именно здесь и находится главная проблема данной системы. Пользователь вынужден слепо доверять всем сертификатам, которые такие доверенные удостоверяющие центры выдали стороннему по отношению к ним самим ресурсу. При этом нет никаких гарантий, что это было сделано с ведома самого владельца такого ресурса [3]. Ставшие достоянием общественности в последние годы многочисленные прецеденты выпуска известными удостоверяющими центрами сертификатов с серьёзными нарушениями правил их выдачи, самым громким из которых явился случай с DigiNotar, вновь поставили вопрос доверия к самой системе CA со стороны пользователей и заказчиков, а также разработку и внедрение более надёжных методов аутентификации в сети Интернет [4].

Одним из таких методов, призванных решить проблему с участием самого владельца в процедуре удостоверения надёжности защищённого соединения с его ресурсами, является технология DANE или DNS-based Authentication of Named Entities. DANE даёт возможность владельцу ресурса подтвердить подлинность используемого им сертификата или цифровой подписи посредством валидации через структуру системы доменных имён DNS

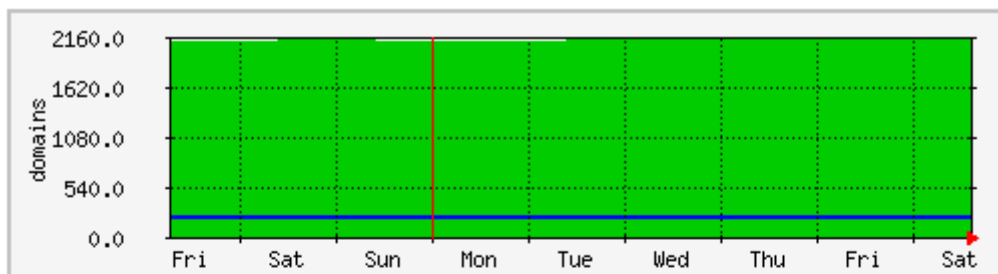
средствами DNSSEC и, следовательно, обеспечить к нему доверие со стороны клиентов.

1. DNSSEC

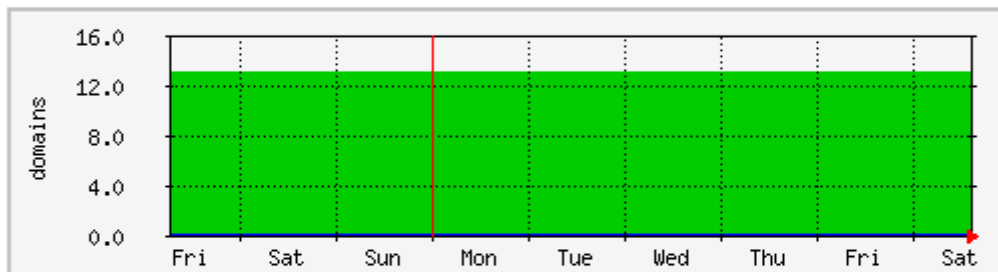
DNSSEC (англ. Domain Name System Security Extensions) — набор расширений IETF протокола DNS, позволяющих минимизировать атаки, связанные с подменой DNS-адреса при разрешении доменных имён. Он направлен на предоставление DNS-клиентам (англ. термин resolver) аутентичных ответов на DNS-запросы (или аутентичную информацию о факте отсутствия данных) и обеспечение их целостности. При этом используется криптография с открытым ключом [5].

DNSSEC была разработана для обеспечения безопасности клиентов от фальшивых DNS данных, например, создаваемых DNS cache poisoning [6]. Все ответы от DNSSEC имеют цифровую подпись. При проверке цифровой подписи DNS-клиент проверяет верность и целостность информации.

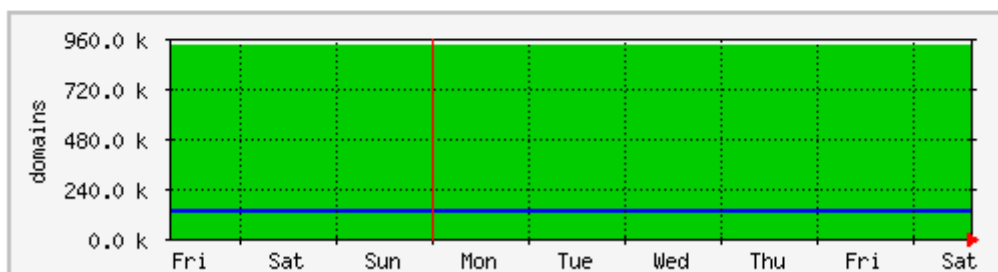
DNSSEC не шифрует данные и не изменяет управление ими, являясь совместимой с ранними версиями текущей системы DNS и приложений. DNSSEC может удостоверить и такую информацию, как криптографические сертификаты общего назначения, хранящиеся в CERT record DNS. RFC 4398 описывает, как распределить эти сертификаты, в том числе по электронной почте, что позволяет использовать DNSSEC в качестве глобального распределённого хранилища сертификатов ключей подписи. На сегодняшний день технология DNSSEC не получила широкого применения, более того, поддерживается очень ограниченным количеством хостинг-провайдеров. Таким образом, для подписания своей доменной зоны средствами DNSSEC необходимо иметь свой DNS-сервер, что конечно же, сказывается на распространённости технологии (см. рис 1), и, как следствие, применении связанной с ней технологии DANE (см. пункт 2) [7].



RU
RF



UA



COM
NET

Рис. 1 Количество подписанных DNSSEC доменов по зонам

Рассмотрим сам механизм подписи и передачи удостоверяющих данных. Как во всякой системе на

базе цифровых подписей, в DNSSEC используется пара из закрытого и открытого ключей. Однако, в

DNSSEC таких пар, как минимум, две. Рабочий набор, который предназначен для непосредственно подписи данных содержащихся в зоне, называется Zone Signing Key (или ZSK). Ввиду того, что размер зоны может быть достаточно большим, для снижения вычислительной нагрузки при проверке подписи длина ZSK относительно невелика. В настоящее время используются ключи длиной 1024 бита. Очевидно, что столь небольшая размерность сказывается на криптостойкости набора. Поэтому ZSK согласно стандарту рекомендуется регулярно менять на новый набор.

Вторым набором, который носит название Key Signing Key (или KSK) подписывается рабочий набор ключей. Ввиду того, что размер данных KSK невелик, размерность ключа подписи их набора для надёжности может быть больше. На сегодня обычная их длина составляет 2048 битов. Данная размерность считается достаточно стойкой ко взлому. В этой связи ротация KSK может осуществляться на порядок реже нежели в случае ZSK.

Потребность в использовании второго более криптостойкого набора ключей (KSK) возникла ещё и потому, что, как было упомянуто выше, DNSSEC предполагает передачу удостоверяющих данных для включения в доменную зону более высокого уровня через регистратора подписываемого при помощи DNSSEC домена. Эти данные создаются именно на базе более надёжного KSK в виде хэша открытого ключа. Так как нет необходимости в его частой ротации ввиду высокой надёжности, не возникает и необходимости в регулярном обновлении данных у регистратора.

Подписанной с помощью DNSSEC зоной считается такая зона, которая содержит следующий набор специальных ресурсных DNS-записей [8].

1. **DNSKEY** или DNS Key Record. В данных записях публикуются открытые ключи ZSK и KSK.
2. **RRSIG** или DNSSEC Signature. В данных записях содержатся электронные подписи ресурсных записей.
3. **NSEC** (или более новая **NSEC3**) — Next-Secure Record. Служит для контроля целостности данных зоны. NSEC запись содержит отсортированный по алфавиту и закольцованный список записей для данной зоны (последняя ссылается на первую) с указанием типов используемых ресурсных записей.
4. **DS** или Delegation Signer. Содержит цифровой отпечаток открытого ключа KSK для низлежащего делегируемого домена. Она является необязательной для домена, который таких подчинённых доменов не имеет.

2. DANE

DANE (англ. DNS-based Authentication of Named Entities) — набор спецификаций IETF, обеспечивающих аутентификацию объектов адресации (доменных имён) и предоставляемых сервисов с помощью DNS [9].

Протокол использует преимущества подписанной зоны DNSSEC, чтобы сообщить клиенту, какой

сертификат TLS он должен ожидать при подключении к безопасному адресату через HTTPS или SMTPS. Через безопасный канал (DNSSEC) клиент может запросить открытый ключ сервера. Это означает, что атака типа «человек посередине» (MITM) с поддельным сертификатом больше невозможна. Но главным достоинством данной технологии является то, что доверие к органам сертификации (УЦ) больше не требуется.

Реферат RFC 6698 «The DNS-Based Authentication of Named Entities (DANE) Transport Layer Security (TLS) Protocol: TLSA », в котором описывается данный протокол, даёт DANE хорошее определение: «Безопасная коммуникация в Интернете зачастую построена на протоколе Transport Layer Security (TLS), генерация ключей для использования которого полностью зависит от третьих сторон. Этот документ исправляет данную ситуацию, позволяя администраторам доменных имен указывать ключи, используемые на серверах TLS этого домена. Это требует соответствующих улучшений в программном обеспечении TLS на стороне клиента, но не требует улучшений программного обеспечения на стороне сервера».

На сегодняшний день браузер устанавливает безопасное соединение TLS с известным сервером (DNS-имя) с сертификатом «unknown» (не подтверждённым конечным пользователем). Мы полагаемся на центры сертификации (ЦС), которые когда-то проверяли сертификат, принадлежащий оператору сервера. К несчастью, любой СА может подписать каждый Сертификат в мире, даже если сертификат не принадлежит самому серверу, а третьему лицу, которое хочет перехватить безопасное сообщение посредством MITM-атаки.

С новой записью в DNS-зоне, получившей название «TLSA», хэшированный открытый ключ публикуется на DNS-сервере того же органа / объекта, которому принадлежит сервер TLS, например HTTPS-сервер или почтовый шлюз SMTPS. Теперь браузер пользователя может действительно подтвердить, что сертификат сервера TLS принадлежит той же организации, которая владеет сервером DNSSEC. Следовательно, атаки MITM с поддельными сертификатами больше невозможны.

Технология DANE позволяет существенно затруднить, а в ряде случаев сделать невозможным использование сертификатов, выпущенных без ведома администратора доменной зоны, адресующей соответствующий веб-ресурс. Таким образом, DANE — это одно из решений проблемы «неопределённой надёжности» сложившейся к сегодняшнему дню иерархии коммерческих УЦ, дополняющее её независимой административной иерархией, построенной на базе DNS.

Радикальный подход в применении DANE позволяет выстроить в Интернете новую криптографическую инфраструктуру, которая хотя и использует семейство технологий X.509 (TLS/SSL), но не нуждается в коммерческих УЦ, функции которых берут на себя DNS и администраторы доменных зон. Несомненно, здесь есть прямая угроза бизнесу всех удостоверяющих центров, а не только «плохих»,

особенно в ситуации появления все новых инцидентов, ставящих под сомнение эффективность существующей системы УЦ. В качестве меры примирения DANE и коммерческих УЦ в протокол были введены типы данных, позволяющие разместить в DNS сведения о корневых сертификатах УЦ. Примирение двух технологий позволяет построить кооперативную систему, в которой одна инфраструктура независимо укреплена другой, что повышает уровень безопасности в целом. Тем не менее тот факт, что DANE позволяет удостоверять «самоподписанные» сертификаты, которые до сих пор очень часто используются на сайтах и, естественно, бесплатны, очень привлекает администраторов сайтов [10].

2.1 Настройка DANE на сервере

До начала работы с DANE необходимо убедиться в том, что DNS-сервера регистратора домена поддерживают набор расширений IETF протокола DNS - DNSSEC. Система DNSSEC, во-первых, предполагает наличие иерархической цепочки подписанных зон, которая должна не прерываться от корневого домена вплоть до вашего, во-вторых, регистратор домена должен иметь функционал добавления в свою выдачу отпечатка открытого ключа KSK, которым будет подписываться конкретная зона и, в-третьих, все обслуживающие зону DNS-серверы должны поддерживать DNSSEC.

Основной смысл технологии DANE заключается в том, что информация об открытом ключе TLS-сертификата вносится в подписанную зону DNS. Домен при этом может использовать как самоподписанный SSL-сертификат, так и официальный, приобретенный у УЦ. Стоит заметить, что одной из интересных особенностей DANE является то, что этот инструмент, благодаря DNSSEC, позволяет превратить самоподписанный (бесплатный) сертификат во вполне сносный механизм аутентификации веб-сайта.

Процедура настройки DANE для TLS состоит в следующем. Требуется добавить в зону DNS запись особого вида, содержащую отпечаток (хеш) открытого ключа сертификата. В данном примере используется SHA-256 (один из вариантов, указанных в RFC). Прежде всего, отпечаток имеющегося сертификата нужно получить (используем криптографическую библиотеку OpenSSL):

```
$ openssl x509 -noout -fingerprint -sha256 -in yourcert.crt
```

Листинг 1.1. Запрос на получение отпечатка сертификата.

В данном запросе yourcert.crt – файл сертификатом. Результат получится такой:

```
SHA256 Fingerprint =
12B1BC2AF0D87C6E0E259CE364CE6921B74F0C7
48328C4A33A11F19467700EB2
```

Листинг 1.2. Отпечаток сертификата.

Отпечаток ключа также можно посмотреть браузером, открыв сайт и заглянув в окно со свойствами SSL-сертификата.

Запись DNS выглядит, соответственно, так:

```
_443._tcp.domen.ru IN TLSA 3 1 1
12B1BC2AF0D87C6E0E259CE364CE6921B74F0C7
48328C4A33A11F19467700EB2
```

Листинг 1.3. Запись DNS с отпечатком сертификата.

Здесь имя построено из номера порта, типа протокола и хоста: TCP и 443 – это стандартный транспорт HTTPS. Стоит отметить, что тип записи TLSA(52), как и сама технология DNSSEC, если верить ICANN, не поддерживается ни одним российским регистратором. В значении записи к самому отпечатку, в качестве префикса, добавлено три байта (октета), со значениями 3 1 1. Это обозначает:

“3” – метод использования сертификата – означает, что сертификат не должен проверяться по цепочке доверия (PKIX) браузера, а только сверяться с отпечатком в DNS; подходит для самоподписанного сертификата; другие варианты предусматривают проверку цепочки внутри иерархии подписей;

“1” – проверяемая часть сертификата – проверяется отпечаток открытого ключа; в случае, если стоит значение “0” – проверяется отпечаток всего сертификата;

“1” – тип хеш-функции - SHA-256; другие значения - 0 – Full:No Hash; 2 - SHA-512.

Таким образом, значение записи строится так: {метод} {часть} {тип-хеша} {значение-хеша}. Извлечь тестовую запись вместе с подписью из DNS можно такой командой:

```
$ dig +dnssec -t TYPE65468 _443._tcp.domen.ru
```

Листинг 1.4. Запрос на получение подписи из DNS.

После того, как запись успешно размещена в зоне и зона подписана – всё готово для использования DANE.

Заключение

Несмотря на то, что технология DANE решает проблему недоверия коммерческим удостоверяющим центрам и, более того, ставит под сомнение необходимость их существования, на данный момент по ряду причин она не получила широкого распространения. Проблемы с распространением DANE в браузерах связывают с длительностью процесса валидации по DNSSEC. Система вынуждена производить криптографические расчеты для подтверждения подлинности TLS-сертификата и проходить по всей цепочке DNS-серверов (от корневой зоны до домена хоста) при первом подключении к ресурсу.

Вторая практическая трудность: поддержка DANE в браузерах реализуется только при установке дополнительных плагинов. В случае использования данной технологии без сертификата или в купе с самоподписанным сертификатом браузер пометит страницу на небезопасную, несмотря на то, что технология в полной мере защищает пользователя от подмены доменного имени [11]. Т.е. такая технология будет работать лишь как дополнительная система контроля при использовании коммерческого сертификата как основной меры. Обычный

клиент этого дополнительного средства защиты не обнаружит.

Список литературы:

1. Баричев С.Г. Серов Р.Е. Основы современной криптографии. Солон-Пресс, 2015. – 375 с.
2. Венедухин А.А. Ключи, шифры, сообщения: как работает TLS. 2018. URL: <https://tls.dxdt.ru/tls.html> (Дата обращения: 10.06.2019).
3. Durumeric Z., Kasten J., Bailey M., Halderman J.A. "Analysis of the HTTPS Certificate Ecosystem". The Internet Measurement Conference 12 September 2013.
4. DigiNotar был полностью взломан. 2013. URL: <https://haker.ru/2012/11/01/59572/> (Дата обращения: 10.06.2019).
5. Yang H., Osterweil E., Massey D., Lu S., Zhang L. 2010. Deploying Cryptography in Internet-Scale Systems: A Case Study on DNSSEC.
6. Interview with Dan Kaminsky on DNSSEC: DNSSEC addresses cross-organizational trust and security. 2009. URL: <https://searchsecurity.techtarget.com/news/1360143/Kaminsky-interview->

DNSSEC-addresses-cross-organizational-trust-and-security (Дата обращения: 10.06.2019).

7. График количества подписанных доменов в .RU и .РФ. URL: <http://kaa.ru/dnssec/> (Дата обращения: 10.06.2019).
8. Domain Name System Security (DNSSEC) Algorithm Numbers. IANA. 2010. URL: <http://www.iana.org/assignments/dns-sec-alg-numbers/dns-sec-alg-numbers.xhtml> (Дата обращения: 10.06.2019).
9. Barnes R. DANE: Taking TLS Authentication to the Next Level Using DNSSEC. IETF Journal. 2011. URL: <https://www.ietfjournal.org/dane-taking-tls-authentication-to-the-next-level-using-dnssec/> (Дата обращения: 10.06.2019).
10. Langley A. DANE stapled certificates. 2012. URL: <https://www.imperialviolet.org/2012/10/20/dane-stapled-certificates.html> (Дата обращения: 10.06.2019).
11. Langley A. Why not DANE in browsers. 2015. URL: <https://www.imperialviolet.org/2015/01/17/notdane.html> (Дата обращения: 10.06.2019).

УДК 005.31

Клочко И.В.,
бакалавр,

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,

ВОПРОСЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ TLS

Klochko I.V.,
bachelor,

National Research Nuclear University "MEPhI",

ISSUES OF PRACTICAL APPLICATION OF TLS TECHNOLOGY

Abstract.

Today, the main user protocol for working with sites on the Internet is HTTPS - an extension of the HTTP protocol that supports cryptography-based encryption. This protocol is used in almost all applications that work with the Internet: web browsers, VoIP, mobile messaging applications, etc. The share of web traffic encrypted with this technology is growing quickly and already amounts to almost 80% of the total amount of information transmitted in the network. The article describes the history and prerequisites for the emergence of TLS technology, specifies the place of the protocol in the network protocol stack, describes the protocol operation scheme in detail, explains, from a mathematical point of view, the principles and mechanisms for transmitting encrypted data. The main task of the article is to explain on the available examples the process of implementing a secure connection: the stages of establishing a connection between the client and the server, the encryption key exchange scheme and the types of data encryption. In conclusion, the importance of using a secure connection and the lack of alternatives when choosing how to protect Internet traffic is emphasized.

Аннотация.

На сегодняшний день в сети Интернет основным пользовательским протоколом работы с сайтами является HTTPS — расширение протокола HTTP, поддерживающее шифрование на базе криптографии. Данный протокол используется практически во всех приложениях, работающих с сетью Интернет: веб-браузеры, IP-телефония (VoIP), мобильные приложения для обмена мгновенными сообщениями и т.д. Доля зашифрованного посредством данной технологии веб-трафика растёт и составляет уже почти 80% всего объема передаваемой информации в сети. В статье рассказано об истории и предпосылках зарождения технологии TLS, указано место протокола в стеке сетевых протоколов, подробно рассмотрена схема работы протокола, дано пояснение, с математической точки зрения, принципов и механизмов передачи зашифрованных данных. Главная задача статьи — разобраться и показать на доступных примерах процесс реализации защищенного соединения: этапы установления соединения между клиентом и сервером, схему обмена ключами шифрования и типы шифрования данных. В заключении подчеркнута важность использования защищенного соединения.

Ключевые слова: шифрование, HTTPS, TLS, TLS Handshake, алгоритм Диффи-Хеллмана, электронная цифровая подпись.

Keywords: Encryption, HTTPS, TLS, TLS Handshake, Diffie–Hellman Key Exchange, Electronic Digital Signature.

Введение

В современной Сети основным пользовательским безопасным протоколом работы с сайтами является HTTPS (аббр. от англ. HyperText Transfer Protocol Secure – безопасный протокол передачи гипертекста) — расширение протокола HTTP, поддерживающие шифрование на базе криптографии [1]. Протокол HTTP является транспортным протоколом и используется для установления связи между клиентом и сервером, а также передачи произвольных данных в сети Интернет. Однако передача таких данных никак не защищена и осуществляется в открытом виде (открытым текстом). После отправки запроса браузером, данные с Вашего компьютера передаются через множество различных сетей: на другие компьютеры локальной сети, через роутеры и свитчи, через провайдера и другие организации, ретранслирующие данные. Если злоумышленник окажется в одной из этих точек, он без проблем сможет просмотреть все данные, передаваемые от Вашего компьютера к серверу и обратно. Это особенно серьезно в ситуации, когда по каналу связи передается важная и секретная информация: пароли, электронные письма, данные кредитных карт. В этом случае необходимо обеспечить дополнительные меры, предотвращающие прослушивание таких соединений.

1. История технологии TLS

В начале 90-х годов прошлого века началась разработка протокола SSL (англ. Secure Sockets Layer), который предназначен для работы поверх транспортного протокола HTTP и обеспечения защищенного канала связи. С течением времени было найдено большое количество недостатков и уязвимостей в работе SSL, выпускались новые версии, а в 1999г. — и вовсе протокол с новым названием TLS (англ. transport layer security — протокол за-

щиты транспортного уровня) – это название актуально и по сей день. TLS стал, по сути, новой, переработанной, но несовместимой версией SSL. Протокол TLS в различных источниках до сих пор часто называют SSL, что является не совсем корректным, т.к. TLS является новой версией SSL и разработан другими инженерами. Более того, протокол SSL сегодня использовать уже нельзя — он официально считается слишком уязвимым и в текущих условиях может давать только иллюзию безопасности [3].

Протокол TLS предназначен для предоставления трёх услуг всем приложениям, работающим над ним, а именно: шифрование, аутентификацию и целостность [2]. Технически, не все три функции могут быть реализованы одновременно, однако на практике, для обеспечения безопасности, как правило, используются все три:

- Шифрование – сокрытие информации, передаваемой от одного компьютера к другому, т.е. обеспечение конфиденциальности, защита от утечек.
- Аутентификация – проверка авторства передаваемой информации, то есть реализация механизма проверки подлинности источника сообщений.
- Целостность – обнаружение подмены информации.

По сути TLS является обёрткой для HTTP. То есть HTTPS – обычный HTTP, работающий через зашифрованные транспортные механизмы TLS. В отличие от HTTP с TCP-портом 80, для HTTPS по умолчанию используется TCP-порт 443. HTTPS стремительно вытесняет незащищённую версию (HTTP): доля зашифрованного веб-трафика растёт и, на сегодняшний день, составляет уже почти 80% всего объема передаваемой информации в сети (см. рис. 1) [4].

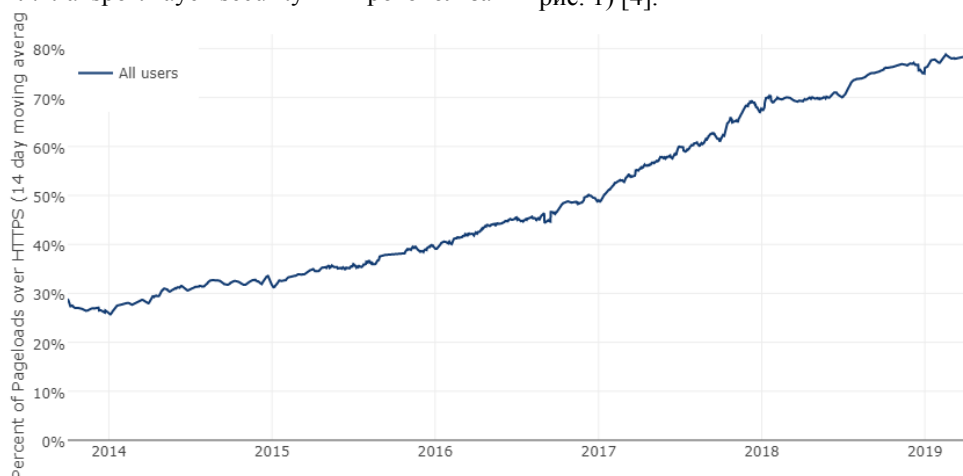


Рис. 1. График роста количества загруженных по HTTPS страниц
(Fig. 1. Growth schedule of pages loaded by HTTPS)

Протокол TLS реализован на application-уровне, непосредственно над TCP (Transmission Control Protocol), что позволяет более высокоуровневым протоколам (таким как HTTP или протоколу электронной почты SMTP) работать без изменений. Если TLS сконфигурирован корректно, то сторонний наблюдатель может узнать лишь параметры со-

единения (например, тип используемого шифрования), а также частоту пересылки и примерное количество данных, но не может читать и изменять их. В последней версии TLS 1.3, которая еще не получила повсеместного применения, существенное внимание уделено задаче сокрытия и этой информации [1,2]. Конкретное место TLS (SSL) в стеке протоколов Интернета показано на рисунке 2 [9].

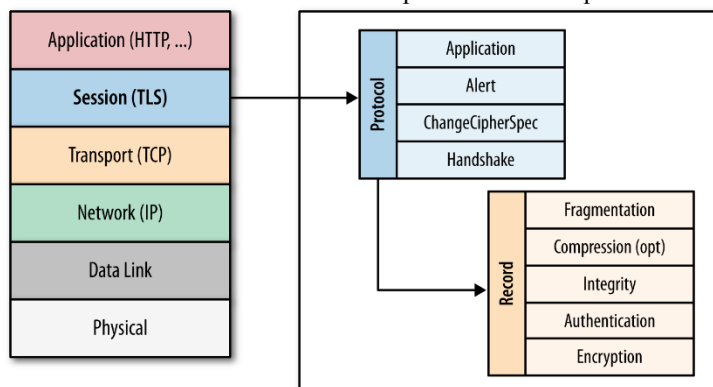


Рис. 2. Место протокола TLS в модели OSI
(Fig. 2. Place of TLS in OSI model)

2. TLS Handshake

Перед тем, как начать обмен данными через TLS, клиент и сервер должны договориться об используемых шифрах и методах аутентификации, согласовать ключи и другие параметры сеанса связи, например, версию используемого протокола,

способ шифрования данных, а также проверить сертификаты. Набор согласованных параметров называется криптографическим контекстом. Согласование происходит при установлении соединения, путём обмена специальными сообщениями - handshake-сообщениями. Схема начала соединения называется TLS Handshake и показана на рисунке 3.

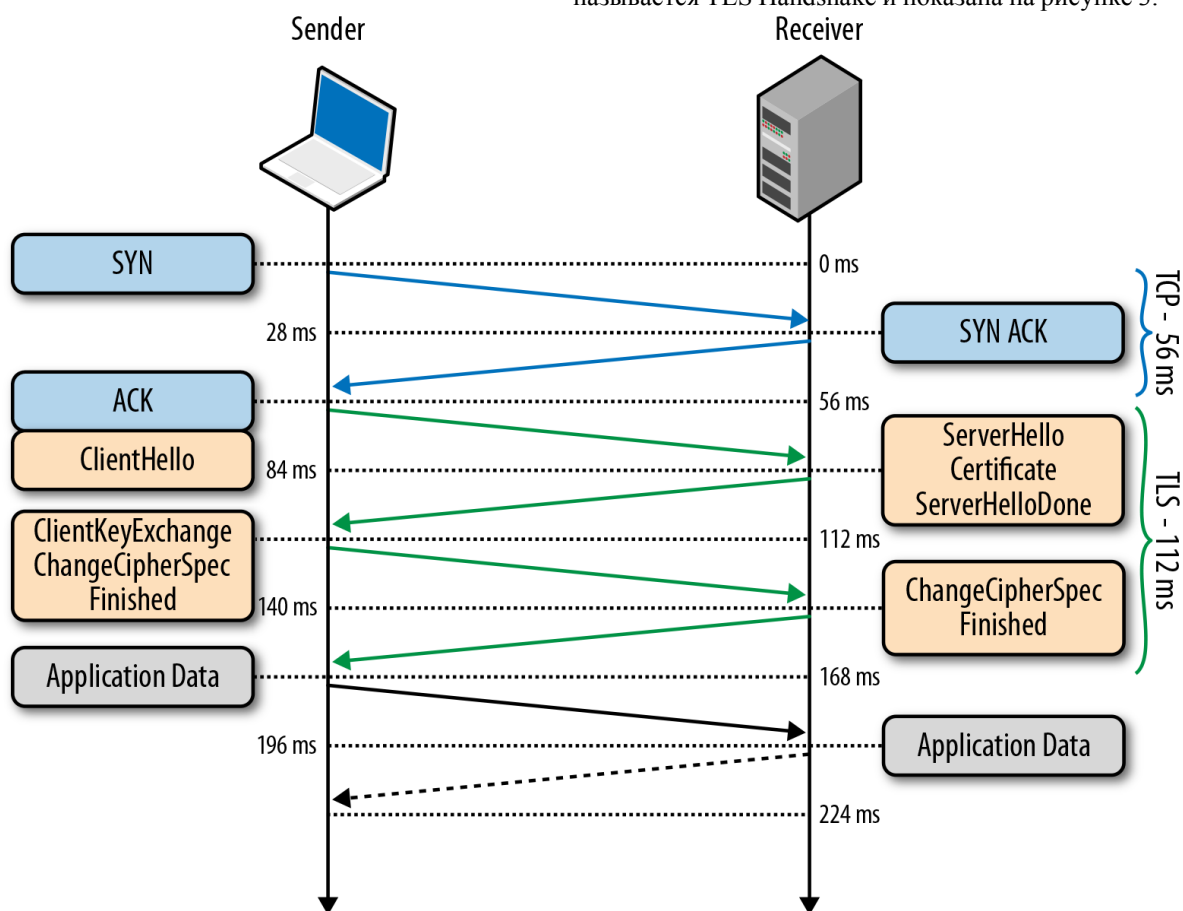


Рис. 3. Схема начала соединения клиента и сервера по TLS
(FIG. 3. Scheme of TLS connection setup)

Опишем более детально этапы данной процедуры:

1. В первую очередь, между клиентом и сервером устанавливается TCP-соединение, т.к. протокол TLS работает над TCP.

2. После установления подключения по TCP, клиент посылает на сервер спецификацию в виде обычного текста (версию протокола, которую он хочет использовать, информацию об используемых шифрах и методах аутентификации, ключах и других параметрах сеанса связи).

3. Сервер утверждает версию используемого протокола, выбирает способ шифрования из предоставленного списка, прикрепляет свой сертификат и отправляет ответ клиенту (сервер может так же запросить клиентский сертификат: клиентские сертификаты используются при доступе к банковским, платёжным системам, к корпоративным веб-шлюзам различного назначения, а также к государственным информационным системам через веб-интерфейс).

4. Версия протокола и способ шифрования на данном этапе утверждены. Клиент проверяет присланный сертификат и инициирует обмен ключами по алгоритму Диффи-Хеллмана или RSA, в зависимости от установленных параметров.

5. Сервер обрабатывает присланное клиентом сообщение, сверяет код аутентификации сообщения (MAC), и отправляет клиенту заключительное ('Finished') сообщение в зашифрованном виде.

6. Клиент расшифровывает полученное сообщение, сверяет MAC, и если всё хорошо, то соединение считается установленным и начинается обмен данными приложений.

Установление соединения TLS является длительным и трудоёмким процессом, поэтому в стандарте TLS есть несколько оптимизаций. В частности, имеется процедура под названием "abbreviated handshake", которая позволяет использовать ранее согласованные параметры для восстановления соединения (естественно, если клиент и сервер устанавливали TLS-соединение в прошлом).

Также имеется дополнительное расширение процедуры Handshake, которое имеет название TLS False Start. Это расширение позволяет клиенту и серверу начать обмен зашифрованными данными сразу после установления метода шифрования, что сокращает установление соединения на одну итерацию сообщений [5,9.11].

3. Обмен ключами в протоколе TLS

TLS – гибридная криптографическая система. В процессе установления защищенного соединения реализуются два подхода:

1) Симметричное шифрование – шифрование, использующее один и тот же секретный ключ для шифрования и дешифрования запросов и ответов.

2) Асимметричное шифрование (криптосистема с открытым ключом) - схема, при которой существует два ключа: один из них - «открытый» (он общедоступен), а другой — «закрытый» (он хранится в тайне его обладателем).

Как уже было сказано, суть симметричного шифрования в использовании всего одного ключа (или, как его еще называют, пароля). Есть некоторый математический алгоритм шифрования, которому на вход подается пароль и текст. На выходе получается зашифрованный текст. Чтобы получить исходный текст, используется этот же пароль, но с алгоритмом дешифрования (иногда он может совпадать). Но стоит кому-либо узнать этот пароль, как безопасность тут же нарушается.

Несмотря на свои ограничения, симметричное шифрование имеет большое распространение. В основном, из-за простоты понимания всего процесса (один пароль) и меньшей технической нагрузки (такое шифрование во много раз быстрее асимметричного). Именно с помощью симметричного шифрования данные передаются между узлами [14].

Однако вся криптография, построенная даже на самых надёжных симметричных алгоритмах шифрования, имеет одну фундаментальную неразрешимую задачу — задачу первоначального обмена "секретным ключом", которым будет осуществляться симметричное шифрование данных. То есть, для того, чтобы общаться с помощью симметрично-шифрованных каналов придётся сначала встретиться где-то лично и придумать общий "секретный ключ", а потом уже с помощью этого ключа можно будет безопасно общаться друг с другом по сети, используя симметричное шифрование.

Но встречаться лично с каждым в современном быстронесущемся мире — это физически невозможно. Эта задача первоначального обмена секретным ключом оставалась нерешённой, пока американские криптографы Диффи У. и Хеллман М. не опубликовали свою статью в 1976 году.

Ученые пришли к идее использовать для передачи данных одностороннюю функцию. Под односторонностью понимается не теоретическая односторонность, а практическая невозможность вычислить обратное значение, используя современные вычислительные средства, за обозримый интервал времени. Одна из таких функций в математике — вычисление по модулю. За основу алгоритма Хеллман предложил функцию $Y^x \pmod{P}$. Обратное преобразование для такой функции очень сложно, и можно сказать что, по сути, заключается в полном переборе исходных значений. Алгоритм обмена ключами на основе данной функции получил название алгоритм Диффи-Хеллмана (англ. Diffie-Hellman, DH). В табл. 1 описаны шаги реализации обмена ключами по данному алгоритму с использованием сложной функции [6].

Пример реализации обмена секретным ключом по алгоритму ДН

	Отправитель	Получатель
Этап 1	Оба участника договариваются о значениях Y и P для общей односторонней функции. Эта информация не является секретной. Допустим, были выбраны значения 7 и 11. Общая функция будет выглядеть следующим образом: $7^x \pmod{11}$.	
Этап 2	Отправитель выбирает случайное число, например 3, хранит его в секрете, обозначим его как число A .	Получатель выбирает случайное число, например 6, хранит его в секрете, обозначим его как число B .
Этап 3	Отправитель подставляет число A в общую функцию и вычисляет результат $7^3 \pmod{11} = 343 \pmod{11} = 2$, обозначает результат этого вычисления как число a .	Получатель подставляет число B в общую функцию и вычисляет результат $7^6 \pmod{11} = 117649 \pmod{11} = 4$, обозначает результат этого вычисления как число b .
Этап 4	Отправитель передает число a Получателю.	Получатель передает число b Отправителю.
Этап 5	Отправитель получает b от Получателя и вычисляет значение $b^A \pmod{11} = 4^3 \pmod{11} = 64 \pmod{11} = 9$.	Получатель получает a от Отправителя, и вычисляет значение $a^B \pmod{11} = 2^6 \pmod{11} = 64 \pmod{11} = 9$.
Этап 6	Оба участника в итоге получили число 9. Это число и будет являться секретным ключом.	

Обмен ключами по алгоритму Диффи-Хеллмана является, на сегодняшний день, наиболее распространённым и безопасным методом обмена ключами, так как установленный симметричный ключ никогда не покидает клиента или сервера (в отличие от RSA) и, соответственно, не может быть перехвачен злоумышленником, даже если тот знает закрытый ключ сервера. Второй, наименее распространённый способ обмена ключами – алгоритм RSA (название так же представляет собой аббревиатуру от фамилий Rivest R., Shamir A. и Adleman L.M.) рассматриваться в данной статье не будет, т.к. имеет общие черты с ДН и, на сегодняшний день, менее актуален. Однако стоит отметить, что алгоритм ДН, при использовании отдельно от других методов защиты, подвержен уязвимости «посредника» (man in the middle[8]): злоумышленник может просто вклиниться в канал передачи данных между Отправителем и Получателем и притвориться для Отправителя — Получателем, а для Получателя — Отправителем. При такой схеме злоумышленник создаст два зашифрованных канала (с каждым из абонентов), а абоненты будут думать, что есть только один зашифрованный канал — между ними двумя. И злоумышленник будет видеть все данные, передаваемые между абонентами, в расшифрованном виде.

Поэтому в дополнение к алгоритму Диффи-Хеллмана требуется некий способ надёжного подтверждения личности обоих абонентов. Исправляется данная уязвимость с помощью алгоритма цифровой подписи RSA (не путать с алгоритмом обмена ключами RSA) и центров сертификации. Алгоритм подписи RSA имеет общие черты с алгоритмом асимметричного шифрования RSA, но используется не для шифрования данных, а для их подписи. Суть данной схемы такова, что Отправитель шифрует сообщение своим закрытым ключом

– такое сообщение может быть расшифровано открытым ключом Отправителя, который можем знать любой, но факт дешифровки этого сообщения публичным ключом Отправителя говорит о том, что сообщение послано однозначно им и никем другим. После этого получатель может удостовериться, что сообщение отправлено именно Отправителем [6].

Таким образом, алгоритм цифровой подписи RSA используется в протоколе TLS в связке с алгоритмом обмена ключами Диффи-Хеллмана и алгоритмом симметричного шифрования (например, AES). В этой схеме Диффи-Хеллман служит для безопасного обмена секретным ключом симметричного шифрования передаваемых данных (например, AES), а алгоритм подписи RSA служит для удостоверения личности обоих абонентов во время установки соединения.

Заключение.

Использование HTTPS-соединений является неотъемлемой частью безопасного использования сети Интернет. Именно HTTPS обеспечивает конфиденциальность и целостность данных на этапе передачи их между клиентом и сервисом. С каждым годом количество WEB-сайтов, использующих HTTPS, увеличивается: если раньше это были только почтовые и финансовые сервисы, то сейчас технологию используют даже блоги и одностраничные сайты. Поисковые системы Яндекс и Google начали использовать HTTPS в качестве фактора положения сайта в своей поисковой выдаче, все активнее предупреждая пользователей, что используемый WEB-сайтом протокол не является безопасным. В данной статье было показано, как TLS обеспечивает шифрование данных и делает их недоступными для просмотра посторонними, показан процесс реализации защищенного соединения: этапы установления соединения между клиентом и

сервером, схема обмена ключами шифрования и типы шифрования данных.

Список литературы:

1. Баричев С.Г. Серов Р.Е. Основы современной криптографии. Солон-Пресс, 2015. – 375 с.
2. Венедюхин А.А. Ключи, шифры, сообщения: как работает TLS. 2018. URL: <https://tls.dxdt.ru/tls.html> (Дата обращения: 10.06.2019).
3. Claessens J. Computer Security and Industrial Cryptography. Leuven-Heverlee, 2002.
4. Let's Encrypt. Percentage of Web Pages Loaded by Firefox Using HTTPS. URL: <https://letsencrypt.org/stats/#percent-pageloads> (дата обращения: 10.06.2019).
5. ООО "КРИПТО-ПРО". Описание протоколов SSL/TLS. 2014. URL: http://www.cryptopro.ru/sites/default/files/docs/TLS_description.pdf (Дата обращения: 10.06.2019).
6. Rivest R., Shamir A., Adleman L. A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems // Commun. ACM. URL: <http://people.csail.mit.edu/rivest/Rsapaper.pdf> (Дата обращения: 10.06.2019).
7. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы и алгоритмы. Триумф, 2002. – 316 с.
8. Шнайер Б. Секреты и ложь. Безопасность данных в цифровом мире. Питер, 2015. – 231 с.
9. Grigorik I. High Performance Browser Networking. O'Reilly, 2013. – 400p.
10. Oppliger R. SSL and TLS: Theory and Practice. Artech House, 2016. – 471p.
11. Rescorla E. The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.2. RTFM, Inc., 2008 – 101 p.
12. Ristić I. Bulletproof SSL and TLS. Feisty Duck, 2015 – 530p.
13. Stallings W. Cryptography and Network Security Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2010 – 207p.
14. Stephen T. SSL & TLS Essentials: Securing the Web. Wiley, 2009 – 224p.
15. Vaudenay S. A Classical Introduction to Cryptography New York: Springer, 2006 – 376p.

Colloquium-journal №15(39), 2019

Część 1

(Warszawa, Polska)

ISSN 2520-6990

Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku angielskim, polskim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 20 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej dziennika.

Wysyłając artykuł do redakcji, Autor potwierdza jego wyjątkowość i bierze na siebie pełną odpowiedzialność za ewentualne konsekwencje za naruszenie praw autorskich

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - **Paweł Nowak**

Ewa Kowalczyk

Rada naukowa

- **Dorota Dobija** Profesor i rachunkowości i zarządzania na uniwersytecie Koźmińskiego, dyrektor programu k. e. n.
- **Jemielniak Dariusz** - prof. dyrektor centrum naukowo-badawczego w zakresie organizacji i miejsc pracy, kierownik katedry zarządzania Międzynarodowego w Ku.
- **Henryka Danuta Stryczewska** - prof. dziekan Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej.
- **Mateusz Jabłoński** - Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki.
- **Henryka Danuta Stryczewska** - prof. , dziekan Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej i prof. Zbigniew Grądzki, prorektor ds. Nauki.
- **Sani Lukács** — eötvösa Loránd University, Faculty of Social Sciences, phd in sociology7
- **Király Tamás** — Szegedi Tudományegyetem, gyógyszerésztudományi Kar, phd gyógyszertár9
- **Gazstav Lewandowskij** — węgierski uniwersytet sztuk pięknych, Graficzny wydział / Specjalizacja w dziedzinie projektowania graficznego.
- **Bulakh Iryna Valerievna** - k.arh., Profesor nadzwyczajny w Katedrze Projektowania Środowiska Architektonicznego, Kijowski Narodowy Uniwersytet Budownictwa i Architektury

« Colloquium-journal »

Wydrukowano w « Chocimska 24, 00-001 Warszawa, Poland »

E-mail: info@colloquium-journal.org

<http://www.colloquium-journal.org/>