

Торайғыров университетінің  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Торайғыров университета

---

# ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Физика-математикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



## ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Физико-математическая серия  
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3536

---

№ 1 (2021)  
Павлодар

## НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ

Физико-математическая серия

выходит 4 раза в год

## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания

№ KZ95VPY00029553

выдано

Министерством информации и общественного развития  
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области физики, математики,  
механики и информатики

Подписной индекс – 76135

<https://doi.org/10.48081/EOJL7907>

Бас редакторы – главный редактор

Тлеукенов С. К.

*доктор ф.-м.н., профессор*Заместитель главного редактора Кумеков С. Е., *к.ф.-м.н., доцент*Ответственный секретарь Талипов О. М., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Оспанов К. Н., *д.ф.-м.н., профессор*Кутербеков К. А., *д.ф.-м.н., профессор*Ибраев Н. Х., *д.ф.-м.н.*Ткаченко И. М., *д.ф.-м.н., профессор (Испания)*Демкин В. П., *д.ф.-м.н., профессор (Россия)*Qadir Abdul *доктор PhD, профессор (Пакистан)*Lobiyal D. K. *доктор PhD, профессор (Индия)*Лапчик М. П. *д.пед.н., профессор (Россия)*Шокубаева З. Ж., *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

## МАЗМҰНЫ

## МАТЕМАТИКА

**Дроботун Б. Н., Есиркепова А. К.**Логикалық есептеулердің формальды-символдық  
тілдерінің айқын мүмкіндіктері туралы .....9**Дроботун Б. Н., Есиркепова А. К.**Дедуктивті сипаттау сұрағына пропозициялық  
есептеулердің құрамдас бөлігі алгебра теориясы тілінде .....22

## ФИЗИКА

**Аудабай П. Ж.**Мобильді терминалдардағы біріктірілген  
кең жолақты миллиметрлік толқынды 5G антенна  
мен төменгі жиілікті антенна .....35**Шутанова А. С., Жұмабеков Д. Б.**Туннельдік диодтың вольт-амперлік  
сипаттамасын зерттеуді автоматтандыру .....51

## ИНФОРМАТИКА

**Ағайдарова А. Т., Тұманбаева К. Х.**

MANET-те маршруттау протоколдарын талдау .....64

**Байзыханова А. А., Бисенбай М. Ж., Әмір З. Т.**

Квадрокоптер арқылы объектілерді анықтау алгоритмін құру .....75

**Жамантаев Б. У., Олейникова А. В., Искаков М. Б.**

Компьютерлік желілердің өнімділігін симуляциялау .....87

**Ерден Г. Т., Кишубаева А. Т.**Блоктармен бірге үйлесімді DWG файлдарын жасау үшін  
DraftSight CAD-тың 3D шешімі ретінде қарастырылады .....98БАҒЫТТАР БОЙЫНША  
ҒЫЛЫМИ-МЕТОДОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР**Тұрдыбек А. А., Абдильдаева А. А.**Информатика пәнідегі оқыту-ойын  
платформаларының практикалық маңыздылығы .....105

**Иманбекова У. Н., Иманбекова А. Н.**

MATLAB ортасында металлургиялық кешеннің  
моделінің алгоритмдік құрылымы ..... 115

Авторлар туралы мәлімет ..... 121

Авторларға арналған ережелер ..... 127

Жарияланым этикасы ..... 132

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

**Дроботун Б. Н., Есиркепова А. К.**

О выразительных возможностях  
формально-символических языков  
логических исчислений ..... 9

**Дроботун Б. Н., Есиркепова А. К.**

К вопросу описания дедуктивной составляющей  
пропозиционных исчислений на языке теории алгебр ..... 22

### ФИЗИКА

**Аудабай П. Ж.**

Интегрированная широкополосная  
миллиметровая волна 5G и низкочастотная  
антенна в мобильных терминалах ..... 35

**Шутанова А. С., Жумабеков Д. Б.**

Автоматизация исследования вольт-амперной  
характеристики туннельного диода ..... 51

### ИНФОРМАТИКА

**Агайдарова А. Т., Туманбаева К. Х.**

Анализ протоколов маршрутизации в MANET ..... 64

**Байзыханова А. А., Бисенбай М. Ж., Амир З. Т.**

Создание алгоритма обнаружения объектов  
через квадрокоптеры ..... 75

**Жамантаев Б. У., Олейникова А. В., Искаков М. Б.**

Имитационное моделирование  
производительности компьютерных сетей ..... 87

**Ерден Г. Т., Кишубаева А. Т.**

DraftSight как 3D-решение САПР для создания  
совместимых файлов DWG в комплекте с блоками ..... 98

### НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОТРАСЛЯМ

**Турдыбек А. А., Абдильдаева А. А.**

Практическая значимость учебно-игровых  
платформ по информатике ..... 105

**Иманбекова У. Н., Иманбекова А. Н.**

Алгоритмическая структура модели металлургического комплекса в среде MATLAB .....	115
Сведения об авторах .....	121
Правила для авторов .....	127
Публикационная этика .....	132

## CONTENT

### MATHEMATICS

<b>Drobotun B. N., Yessirkepova A. K.</b> On expressive possibilities of formal-symbolic languages of logical calculus .....	9
<b>Drobotun B. N., Yessirkepova A. K.</b> To the question of the description of the deductive component of propositional calculus in the language of algebra theory .....	22

### PHYSICS

<b>Audabay A. Zh.</b> Integrated broadband 5G millimeter wave and low frequency antenna in mobile terminals .....	35
<b>Shutanova A. S., Zhumabekov D. B.</b> Automation of the study of the current-voltage characteristic of a tunnel diode .....	51

### INFORMATICS

<b>Agaidarova A. T., Tumanbayeva K. K.</b> Analysis of routing protocols in MANET .....	64
<b>Baizykhanova A. A., Bissenbay M. Z., Amir Z. T.</b> Creation of algorithm for determination of objects through quadcopter .....	75
<b>Zhamantayev B. U., Oleinikova A. V., Iskakov M. B.</b> Simulation of computer network performance .....	87
<b>Yerden G. T., Kishubayeva A. T.</b> DraftSight as a 3D CAD solution for creating compatible DWG files complete with blocks .....	98

### SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL BRANCH RESEARCHES

<b>Turdybek A. A., Abdildaeva A. A.</b> Practical value of educational and gaming platforms in computer science .....	105
---	-----

**Imanbekova U. N., Imanbekova A. N.**

Algorithmic structure of the metallurgical complex model in the MATLAB environment.....115

Information about the authors.....121

Rules for authors .....127

Publication ethics.....132

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

МРНТИ 14.35.09

<https://doi.org/10.48081/WTQH4630>

**Б. Н. Дроботун, А. К. Есиркепова**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

### **О ВЫРАЗИТЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ ФОРМАЛЬНО-СИМВОЛИЧЕСКИХ ЯЗЫКОВ ЛОГИЧЕСКИХ ИСЧИСЛЕНИЙ**

*Подходы к построению классов рациональных и дробно-рациональных выражений школьной буквенной алгебры и технологии оперирования с этими выражениями представляют собой естественные прообразы (предпосылки) определения общих схем синтаксической и семантической компонент логических исчислений, в частности, исчисления высказываний и исчисления предикатов. Тем не менее, реализация пропедевтических возможностей этих предпосылок в процессе изучения логико-алгебраических дисциплин используется далеко не в полной мере.*

*В данной работе, на основе выявления и реализации исторически обусловленных аналогий между правилами преобразования рациональных выражений элементарной буквенной алгебры и законами оперирования с объектами синтаксиса формального языка исчисления предикатов, разрабатываются нестандартные подходы к применению выразительных возможностей этого языка в логико-математической практике. Продуцирующие возможности применяемых методов демонстрируются на примерах выявления правильности рассуждений, посылки и заключения которых имеют субъектно-предикатную структуру и могут носить общеутвердительный или частноутвердительный характер. Предложенной методологии проверки правильности рассуждений послужила практика решения текстовых арифметических задач алгебраическими методами. Показательно-демонстрационная часть работы может послужить основой разработки материалов пропедевтического обеспечения постановки и изучения алгоритмических проблем выполнимости и общезначимости формул исчисления предикатов.*

*Ключевые слова: правильность рассуждений, элементарная алгебра, высказывание, субъектно-предикатная структура, формульный предикат, исчисление предикатов, модель.*

### **Введение**

В работе [1] рассматривались возможности применения формального языка исчисления высказываний к решению задач о правильности рассуждений, записанных на естественном языке.

Прообразом, предложенного в этой работе подхода послужили методы решения арифметических задач из курса математики средней школы средствами формального языка школьной буквенной алгебры.

В предлагаемой работе подходы к анализу правильности рассуждений, построенных из простых повествовательных предложений, распространяются на рассуждения, посылки и заключения которых могут иметь субъектно-предикатную структуру и носить общеутвердительный или частичноутвердительный характер.

Следует отметить, что в работах, связанных с применением выразительных возможностей формальных языков алгебры высказываний и алгебры предикатов в логико-математической практике, рассматривались (в основном) возможности использования этих языков для: логического анализа формального строения теорем; получения логически обоснованных схем тех или иных методов доказательств; выявления необходимых и достаточных условий; решения логических и игровых задач [2–10]. При этом, представления о буквенном языке традиционной элементарной алгебры, как естественном прообразе языков логических исчислений, практически не акцентировались, а опыт оперирования с объектами синтаксической составляющей этой алгебры, обусловивший формулировку законов логики и правил дедуктивного вывода, использовался далеко не в полной мере.

### **Материалы и методы**

В работе используются методы и технологии формальной и математической логики. В частности: канонические схемы определения синтаксиса и семантики логических исчислений; правила дедукции, а также алгебраические и алгоритмические свойства формально – символических языков этих исчислений.

Общая схема алгебраического подхода к решению арифметических задач, может быть представлена следующим образом. Посредством введения букв для обозначения неизвестных величин, формулировка таких задач переводится на формальный язык алгебраических уравнений. Другими словами, строится математическая модель рассматриваемой задачи. Основу этой модели составляют уравнения или системы уравнений, в формальном

строении которых находят отражение содержательные связи и зависимости, а также количественные отношения между искомыми величинами. Далее, посредством применения свойств арифметических операций и проведения равносильных преобразований, осуществляется решение полученных уравнений (систем уравнений). Следует подчеркнуть, что, в процессе решения, свойства содержательных прообразов введенных букв, не играют никакой роли, так как решение проводится путем логически обусловленных формальных манипуляций с полученными уравнениями. И только лишь на заключительном этапе решения, из найденных (зачастую неоднозначным образом) числовых значений введенных букв, отбираются те значения, которые отвечают содержательному смыслу задачи.

Подобным же образом, посредством замены простых повествовательных предложений, союзов и связок, входящих в посылки и заключения рассматриваемого рассуждения, пропозициональными переменными и логическими операциями, соответственно, может быть осуществлен переход от словесной записи рассуждения к формуле алгебры высказываний. Полученная формула так же, как и уравнение, будет представлять математическую модель данного рассуждения. И далее, посредством применения свойств логических операций и законов логики может быть решен вопрос о тождественной истинности полученного высказывания. Положительный ответ будет свидетельствовать о том, что рассматриваемое рассуждение является правильным.

Эта же схема будет использоваться и при наделении содержательным смыслом формул алгебры предикатов. Но в отличие от исчисления высказываний ее реализация сопряжена с преодолением ряда принципиальных осложнений, связанных с субъектно-предикатной структурой высказывательных форм, с одной стороны, и со спецификой применения кванторных операций, с другой.

В частности, выделение субъекта и предиката требует введения двух видов переменных: предметных –  $x_1; x_2; \dots; x_t; \dots$ ,  $t \in N$ , и предикатных –  $P_1^{n_1}; P_2^{n_2}; \dots; P_k^{n_k}; \dots$ ,  $n_k \in N$ ,  $k = 1; 2; \dots; r; \dots$ .

Кроме того, общеутвердительный (частноутвердительный) характер предложений, входящих в рассуждения, требует применения кванторных операций, разделения предметных переменных на свободные и связанные и фиксации некоторого непустого множества  $M$ , в котором предметные переменные  $x_i, i \in N$ , будут принимать свои значения.

Роль, аналогичную пропозициональным переменным  $A_i, i = 1; 2; \dots; n$ , исчисления высказываний, в исчислении предикатов играют предикатные переменные  $P_i^{n_i}, i = 1; 2; \dots$ . Чтобы наделить содержательным смыслом предикатную переменную  $P_i^{n_i}$ , ей нужно поставить в соответствие

конкретный  $n_i$ -местный предикат  ${}^*P_i^{n_i} = {}^*P_i^{n_i}(x_1; x_2; \dots; x_{n_i})$ , определенный на множестве  $M$ . Таким образом, при фиксированном непустом множестве  $M$ , областью значений для предикатной переменной  $P_i^{n_i}$  будет множество всех  $n_i$ -местных предикатов, заданных на этом множестве.

### Результаты и обсуждения

Пусть теперь  $A = A(x_1; x_2; \dots; x_t)$  формула исчисления предикатов, все свободные предметные переменные которой содержатся среди  $x_1; x_2; \dots; x_t$ . Опишем условия, при выполнении которых эта формула будет являться тождественно истинной.

Предположим, что предикатные переменные, из которых построена эта формула, содержатся среди  $P_1^{n_1}; P_2^{n_2}; \dots; P_s^{n_s}$ . Выбрав непустое множество  $M$  и приписав, в качестве значений для предикатных переменных  $P_i^{n_i}$ , соответственно,  $n_i$  – местные предикаты  ${}^*P_i^{n_i}$ ,  $i = 1; 2; \dots; s$ , заданные на множестве  $M$ , мы, тем самым, наделяем содержательным смыслом все элементарные подформулы формулы  $A$ .

Если взять предикаты  ${}^*P_i^{n_i}$ ,  $i = 1; 2; \dots; s$ , в качестве простых, то подобно тому, как формула  $A = A(x_1; x_2; \dots; x_t)$  воссоздавалась по шагам из предикатных переменных  $P_i^{n_i}$ ,  $i = 1; 2; \dots; s$ , мы можем из конкретных предикатов  ${}^*P_i^{n_i}$  построить формульный предикат  ${}^*A = A(x_1; x_2; \dots; x_t)$ .

Если для любых значений  ${}^*P_i^{n_i}$  предикатных переменных  $P_i^{n_i}$ , соответственно, при любом непустом множестве  $M$  и при любых значениях  $a_j \in M$  предметных переменных  $x_j$ ,  $j = 1; 2; \dots; t$ , соответственно, формульный предикат  ${}^*A = A(x_1; x_2; \dots; x_t)$  принимает истинное значение, то формула  $A = A(x_1; x_2; \dots; x_t)$  называется тождественно истинной (или общезначимой).

Таким образом, приходим к следующему заключению: если формула  $A = A(x_1; x_2; \dots; x_t)$  является формально-логической версией рассуждения общего вида, то это рассуждение будет считаться правильным тогда и только тогда, когда формула  $A = A(x_1; x_2; \dots; x_t)$  – общезначима.

Рассмотрим, к примеру, следующее рассуждение:

«Любой политик может решить данную проблему, если ее вообще может кто-то решить. Существуют политики, для которых эта проблема неразрешима. Следовательно, эту проблему никто не сумеет решить.» Это рассуждение имеет две посылки и одно заключение, т.е. схема его формального строения будет иметь вид:

$$(((1\text{-я посылка}) \& (2\text{-я посылка})) \rightarrow (\text{заключение})). \quad (1)$$

Из содержательного смысла рассуждения вытекает, что в качестве предметной области  $M$  следует взять множество всех людей.

Переходя к формализации вышеприведенного рассуждения, введем одноместные высказывательные формы  $\Pi(x)$  и  $P(x)$ , определенные на множестве  $M$  по правилам:

$$(\forall a \in M)((\Pi(a) = u) \Leftrightarrow (a - \text{политик}));$$

$$(\forall a \in M)((P(a) = u) \Leftrightarrow (a - \text{человек, способный решить данную проблему}));$$

Заметим, что первая посылка равносильна утверждению:

«Если существует человек, который может решить данную проблему, то любой политик может решить эту проблему», которое задано в имплицитивной форме, что упрощает получение его формальной версии. С учетом этого, нетрудно видеть, что формальным аналогом первой посылки является формула

$$((\exists x)P(x) \rightarrow (\forall y)(\Pi(y) \& P(y))) \quad (2)$$

Подформула

$$(\forall y)(\Pi(y) \& P(y)) \quad (3)$$

формулы (2) является формальным представлением следствия: «Любой политик может решить эту проблему» первой посылки. Формальное строение подформулы (3) обусловлено тем, что следствие первой посылки является общеутвердительным суждением, в котором к предикатным свойствам «быть политиком» и «быть человеком, способным решить данную проблему» т.е. свойством  $\Pi$  и  $P$  применима операция связывания ограниченным квантором всеобщности.

Исходная формулировка второй посылки показывает, что она является частноутвердительным суждением, причем свойства  $\Pi$  и  $\bar{P}$  связываются в ней ограниченным квантором существования. Это позволяет получить ее формальный аналог непосредственно:

$$(\exists z)(\Pi(z) \& \bar{P}(z)) \quad (4)$$

Формализация заключения также не вызывает никаких затруднений:

$$(\forall v)\bar{P}(v) \quad (5)$$

Схема (1) и формульные аналоги (2), (4) и (5) посылок и заключения показывают, что полной формализацией рассуждения является формула:

$$(((\exists x)P(x) \rightarrow (\forall y)(\Pi(y) \& P(y))) \& (\exists z)(\Pi(z) \& \bar{P}(z))) \rightarrow (\forall v)\bar{P}(v) \quad (6)$$

Формула (6), как формульный предикат без свободных переменных является высказыванием. Докажем, что это высказывание является истинным. Применяя метод доказательства от противного, предположим, что оно является ложным. Исходя из этого предположения, получаем следующую систему логических уравнений:

$$\begin{cases} (((\exists x)P(x) \rightarrow (\forall y)(\Pi(y) \& P(y))) \& (\exists z)(\Pi(z) \& \bar{P}(z))) = u \\ (\forall v)\bar{P}(v) = \bar{u} \end{cases} \quad (7)$$

Первое уравнение системы (7) также равносильно системе двух уравнений:

$$\begin{cases} ((\exists x)P(x) \rightarrow (\forall y)(\Pi(y) \rightarrow P(y))) = u \\ (\exists z)(\Pi(z) \& \bar{P}(z)) = u \end{cases} \quad (8)$$

А из второго уравнения системы (7) получаем:  $\overline{(\forall v)\bar{P}(v)} = u$  т.е.

$$(\exists v)P(v) = u \quad (9)$$

Из первого уравнения системы (8), с учетом (9), следует, что

$$(\forall y)(\Pi(y) \rightarrow P(y)) = u \quad (10)$$

Согласно определению кванторных операций, из (10) и второго уравнения системы (8), соответственно, получаем, что:

$$\Pi(b) \rightarrow P(b) = u \quad \text{для любого } b \in M \quad (11)$$

$$\Pi(c) \& \bar{P}(c) = u \quad \text{для некоторого } c \in M \quad (12)$$

Но тогда, при  $b = c$ , из (11) следует, что  $\Pi(c) \rightarrow P(c) = u$ , в то же время, из (12) получаем  $\Pi(c) = u$  и  $\bar{P}(c) = u$ . Таким образом:

$$\begin{cases} \Pi(c) = u \\ \Pi(c) \rightarrow P(c) = u \end{cases} \quad (13)$$

По правилу заключения, из (13) следует, что  $P(c) = u$ , что противоречит ранее полученному  $\bar{P}(c) = u$ . Выявленное противоречие говорит о том, что противное предположение неверно и, следовательно, высказывание (6) является истинным.

Установив, что высказывание (6), как формульный предикат без свободных переменных, является истинным, получаем, что рассматриваемое рассуждение также является истинным.

Отметим, что высказывание (6), как формально символический образ конкретного рассуждения, рассматривалось, как заведомо наделенное содержательным смыслом, привнесенным в это высказывание заблаговременным заданием как множества  $M$ , так и свойств  $\Pi(x)$  и  $P(x)$ . Т.е. знание природы элементов множества  $M$  и порядка распределения истинностных значений свойств  $\Pi(x)$  и  $P(x)$  на этом множестве предваряло построение формульного предиката (6).

С другой стороны, посредством этого предиката определяется некоторая абстрактная логическая схема, как формула

$$\begin{aligned} & (((\exists x)S_2^1(x) \rightarrow (\forall y)(S_1^1(y) \rightarrow S_2^1(y))) \& \\ & \& (\exists z)(S_2^1(z) \& \bar{S}_1^1(z))) \rightarrow (\forall u)\bar{S}_2^1(u), \end{aligned} \quad (14)$$

построенная из одноместных предикатных символов  $S_1^1$  и  $S_2^1$ .

Возникает естественный вопрос: любые ли рассуждения, осуществляемые в соответствии с этой схемой, будут являться верными?. Другими словами, будет ли эта схема всегда давать примеры правильных рассуждений независимо от привнесенного в нее смысла, т.е. независимо от природы элементов множества  $M$  и от характера наделения содержательным смыслом предикатных символов  $S_1^1$  и  $S_2^1$  на этом множестве. Нетрудно видеть, что ответ будет положительным. Действительно, при доказательстве истинности высказывания (6), ни природа элементов множества  $M$ , ни характер определения высказывательных форм  $\Pi(x)$  и  $P(x)$  на этом множестве не играли никакой роли. Т.е. если мы возьмем любое множество  $M^*$ , произвольным образом определим на нем конкретные предикаты  $^*S_1^1(x)$  и



$S_2^1(x)$  и подставим в формулу (14) вместо предикатных символов  $S_1^1(x)$  и  $S_2^1(x)$ , то заведомо получим истинное высказывание.

Понятно, что подобную универсальную форму для правильных рассуждений дают не любые конкретные рассуждения, которые на первый взгляд представляются верными.

Рассмотрим, к примеру, следующее рассуждение:

«Любой член данного коллектива, который способен свершить подобный поступок является эгоистом. В этом коллективе существуют люди не способные совершить подобный поступок. Следовательно, не все члены этого коллектива – эгоисты.»

Из содержания рассуждения следует, что, в качестве множества  $M$  нужно взять множество всех членов данного коллектива, а в качестве предикатов – одноместные высказывательные формы  $P(x)$  и  $Q(x)$ , определенные на множестве  $M$  по следующим правилам:

$$(\forall a \in M)((P(a) = u) \Leftrightarrow (a - \text{член коллектива, способный совершить данный поступок}))$$

$$(\forall a \in M)((Q(a) = u) \Leftrightarrow (a - \text{член коллектива, являющийся эгоистом})).$$

Как и в предыдущем примере, данное рассуждение имеет две посылки и заключение и схема его проведения аналогична (1).

Полным формальным аналогом этого рассуждения является формульный предикат:

$$(((\forall x)(P(x) \rightarrow Q(x)) \& (\exists y)\bar{P}(y)) \rightarrow (\exists z)\bar{Q}(z)) \quad (15)$$

без свободных переменных.

Нетрудно убедиться в том, что его истинность зависит от того насколько широко присущи свойства  $P$  и  $Q$  членам данного коллектива и как подмножества его представителей, обладающих этими свойствами, соотносятся между собой. Далее, через  $P^*$  и  $Q^*$  будем обозначать области истинности предикатов  $P$  и  $Q$ . Некоторые из возможных соотношений между  $P^*$ ,  $Q^*$  и  $M$  даны на рисунке 1 а), б) и в) соответственно.

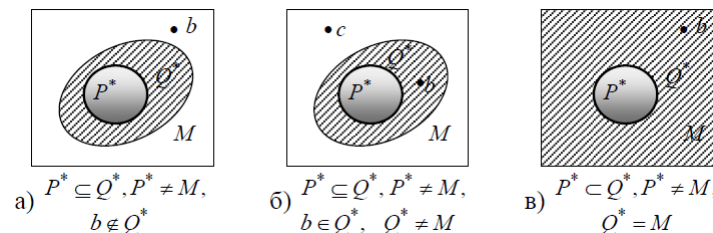


Рисунок 1 – Возможные соотношения между  $P^*$ ,  $Q^*$  и  $M$

Если задание высказывательных форм  $P(x)$  и  $Q(x)$  на множестве  $M$ , т.е. определение областей истинности  $P^*$  и  $Q^*$  этих форм иллюстрируется рисунком 1а), то заключение  $(\exists z)\bar{Q}(z)$  высказывания (15) будет истинным, так как существует такой элемент  $b \in M$ , что  $Q(b) = \text{л}$ , т.е.  $\bar{Q}(b) = \text{и}$ . Тем самым, если рассматриваемое конкретное распределение истинностных значений предикатов  $P$  и  $Q$  осуществлено в соответствии с рисунком 1 а), то высказывание (15) будет истинным.

Если это конкретное распределение иллюстрируется рисунком 1 б), т.е.  $M \setminus Q^* \neq \emptyset$ , то найдется элемент (член коллектива)  $c \in M \setminus Q^*$ , такой, что  $\bar{Q}(c) = \text{и}$ . Таким образом, и в этом случае заключение  $(\exists z)\bar{Q}(z)$  высказывания (15) будет истинным, а, следовательно, будет истинным и само это высказывание.

Если же специфику распределения истинностных значений предикатов  $P(x)$  и  $Q(x)$  отражает рисунок 1в) (т.е. все члены коллектива оказались эгоистами), то заключение  $(\exists z)\bar{Q}(z)$  высказывания (15) будет ложным, а, следовательно, ложным будет и само это высказывание. Таким образом, вышеприведенное рассуждение не может быть признано правильным.

### Выводы

Изучение формальных символических языков классических логических исчислений, как исторически обусловленной основы создания современного математического языка и языков программирования, сопряжено с преодолением значительных трудностей, порожденных практически полным отсутствием пропедевтического опыта освоения понятийно-терминологической базы теории логических исчислений, а также опыта оперирования с объектами их синтаксической и семантической составляющих.

Предпринятый в работе опыт проверки правильности рассуждений на основе выявления аналогий между технологиями оперирования объектами элементарной буквенной алгебры и объектами синтаксической составляющей логических исчислений, позволяет сократить разрыв между языком школьной математики и современным математическим языком.

Выявление формальных аналогов рассуждений, содержащих общеутвердительные и (или) частноутвердительные суждения, обеспечивает возможности ознакомления учащихся с алгоритмами построения формул логических исчислений и с правилами получения их классической истинностной семантики.

Кроме того, опыт успешного применения средств дедукции и правил построения семантик к проверке полученных формальных аналогов на общезначимость, наглядно демонстрирует плодотворность отделения формы от содержания при изучении математических абстракций высокого уровня сложности, а также необходимость акцентации внимания обучающихся на формальных и содержательных аспектах логико-математической практики.

#### Список используемых источников

- 1 **Дроботун, Б. Н.** Основы содержания логико-алгебраической подготовки в высших и средних общеобразовательных учебных заведениях : учебное пособие. – Павлодар : Кереку, 2017.
- 2 **Гончаров, С. С., Дроботун, Б. Н., Никитин, А. А.** Методические аспекты изучения алгебраических систем в высшем учебном заведении : монография. – Новосибирск : НГУ, 2007.
- 3 **Гончаров, С. С., Дроботун, Б. Н., Никитин, А. А.** Алгебраические и алгоритмические свойства логических исчислений. Часть I : монография. – Новосибирск : НГУ, 2008.
- 4 **Игошин, В. И.** Задачник-практикум по математической логике. – М. : Просвещение, 1986.
- 5 **Шапиро, С. И.** Решение логических и игровых задач. – М. : Радио и связь, 1984.
- 6 **Бизам, Д., Герцег, Я.** Игра и логика. 85 логических задач. Пер. с венг. Данилова Ю. А. М. : Мир, 1975.
- 7 **Столяр, А. А.** Элементарное введение в математическую логику. – М. : Просвещение, 1965.
- 8 **Гетманова, А. Д.** Задачник по занимательной логике для школьников – М. : МГПУ, 2006.
- 9 **Гетманова, А. Д., Никифоров, А. Л., Панов, М. И. и др.** Логика. 10 – 11 классы : учебное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Кнорус, 2008.
- 10 **Дроботун, Б. Н., Джарасова, Г. С.** Вводный курс математики: учебник – Павлодар : ПГУ, 2004.

#### References

- 1 **Drobotun, B. N.** Osnovy sodержaniya logiko-algebraicheskoy podgotovki v vysshih i srednih obshcheobrazovatel'nyh uchebnyh zavedeniyah: uchebnoe posobie [Fundamentals of the content of logical-algebraic training in higher and secondary general educational institutions: textbook] – Pavlodar : Kereku, 2017.
- 2 **Goncharov, S. S., Drobotun, B. N., Nikitin, A. A.** Metodicheskie aspekty izucheniya algebraicheskikh sistem v vysshem uchebnom zavedenii: monografiya [Methodological aspects of the study of algebraic systems in higher education: monograph] – Novosibirsk : NSU, 2007.
- 3 **Goncharov, S. S., Drobotun, B. N., Nikitin, A. A.** Algebraicheskie i algoritmicheskie svojstva logicheskikh ischislenij. Chast' I: monografiya. [Algebraic and algorithmic properties of logical calculi. Part I: monograph] – Novosibirsk : NSU, 2008.
- 4 **Igoshin, V. I.** Zadachnik-praktikum po matematicheskoy logike [Problemnik-praktikum po matematicheskoy logike.] – М. : Prosveshchenie, 1986.
- 5 **Shapiro, S. I.** Resheniye logicheskikh i igrovyykh zadach [Solving logic and game problems] – М. : Radio i svyaz, 1984.
- 6 **Bizam, D., Herceg, Ya.** Igra i logika. 85 logical problems [Game and logic. 85 logical problems] Trans. from Weng. Danilova Yu. A. – М. : Mir, 1975.
- 7 **Stolyar, A. A.** Elementarnoe vvedenie v matematicheskuyu logiku. [Elementary introduction to mathematical logic.] – М. : Prosveshchenie, 1965.
- 8 **Getmanova, A. D.** Zadachnik po zanimatel'noj logike dlya shkol'nikov [Problem book on entertaining logic for schoolchildren] – М. : MSPU, 2006.
- 9 **Getmanova, A. D., Nikiforov, A. L., Panov, M. I., etc.** Logika. 10–11 klassy: [Logic. Grades 10–11: textbook. – 3rd ed., reprint. and add.] – М. : Knorus, 2008.
- 10 **Drobotun, B. N., Dzharasova, G. S.** Vvodnyj kurs matematiki: uchebnik [Introductory course of mathematics: textbook] – Pavlodar : PSU, 2004.

Материал поступил в редакцию 19.03.21.

*Б. Н. Дроботун, А. К. Есиркепова*

**Логикалық есептеулердің формальды-символдық тілдерінің айқын мүмкіндіктері туралы**

Торайғыров университеті,  
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.  
Материал баспаға 19.03.21 түсті.

### **On expressive possibilities of formal-symbolic languages of logical calculus**

Toraighyrov University,  
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.  
Material received on 19.03.21.

*Мектептегі әріптік алгебраның рационалды және бөлік-рационалды өрнектерінің кластарын құру тәсілдері және осы өрнектермен жұмыс жасау технологиялары логикалық есептеулердің синтаксистік және семантикалық компонентінің жалпы сызбаларын, атап айтқанда мәлімдемелер мен предикаттарды есептеуді анықтаудың табиғи прототиптері (алғышарттары) болып табылады. Алайда, логикалық-алгебралық пәндерді оқу процесінде осы алғышарттардың пропедевтикалық мүмкіндіктерін жүзеге асыру толық пайдаланылмайды.*

*Бұл жұмыста, қарапайым әріптік алгебраның ұтымды өрнектерін түрлендіру ережелері мен предикаттық есептеудің ресми тілінің синтаксисі объектілерімен жұмыс істеу заңдылықтары арасындағы тарихи анықталған ұқсастықтарды анықтауға және іске асыруды негізге ала отырып, осы тілдің айқын мүмкіндіктерін логикалық-математикалық тәжірибеде қолдануға арналған стандартты емес тәсілдер жасалады. Қолданылатын әдістердің өндірістік мүмкіндіктері пайымдаудың дұрыстығын ашатын мысалдармен көрсетілген, және оның алғышарттары мен қорытындылары субъектілі-предикаттық құрылымға ие, сондай-ақ жалпы расталатын және жиі расталатын сипатта бола алады. Пайымдаудың дұрыстығын тексеру үшін ұсынылып отырған әдістеме, мәтіндік арифметикалық есептерді алгебралық әдістермен шешу тәжірибесінен бастау алады. Жұмыстың тәжірибелік-демонстрациялық бөлімі пропедевтикалық қолдау үшін материалдар әзірлеуге және орындалудың алгоритмдік мәселелері мен предикаттарды есептеу формулаларының жарамдылығын зерттеуге негіз бола алады.*

*Кілтті сөздер: пайымдаудың дұрыстығы, элементар алгебра, мәлімдемелер, субъектілі-предикаттық құрылым, формулалық предикат, предикаттарды есептеу, модель.*

*Approaches to the construction of classes of rational and fractional-rational expressions of school letter algebra and technologies for operating with these expressions are natural prototypes (prerequisites) for determining the general schemes of syntactic and semantic components of logical calculi, in particular, the calculus of propositions and the calculus of predicates. However, the implementation of the propaedeutic possibilities of these premises in the process of studying logical-algebraic disciplines is not used to the full extent.*

*In this work non-standard approaches to application of expressive possibilities of formal symbolic language in logical and mathematical practice, based on the identification and realization of historically conditional similarities between the rules of transformation of rational expressions of elementary letter algebra and the laws of operating with the objects of syntax of the formal language of predicates calculation, are developed. The production possibilities of the applied methods are demonstrated through detecting examples of the reasoning correctness, where conclusions have a subject-predicate structure and may convey a general or private-solidification nature. The prototype of the proposed methodology to check the correctness of reasoning was the practice of solving text arithmetic problems by algebraic methods. The show-demonstration part of the work can serve as a basis for the development of materials of propedeutic support for the setting and study of algorithmic problems of feasibility and general significance of formulas of predicate calculation.*

*Keywords: correctness of reasoning, elementary algebra, statement, subject-predicate structure, formula predicate, calculation of predicates, model.*

<https://doi.org/10.48081/DKNF7705>

**Б. Н. Дроботун, А. К. Есиркепова**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

## **К ВОПРОСУ ОПИСАНИЯ ДЕДУКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПРОПОЗИЦИОННЫХ ИСЧИСЛЕНИЙ НА ЯЗЫКЕ ТЕОРИИ АЛГЕБР**

*В историческом плане, формирование представлений, обусловивших разработку концепции логического исчисления, осуществлялось на базе алгебраических предпосылок, отражающих операционный характер мышления человека. Тем не менее, в современных трактовках канонических компонент общей схемы определения логического исчисления, алгебраический потенциал применяемых подходов, аккумулируя в себе возможности дальнейшего развития, оставался практически не использованным.*

*В данной работе выявляются возможности и наиболее естественные формы реализации алгебраической точки зрения в определении логического исчисления и сопутствующих ему понятий и конструкций. На основе полученных, при этом, методов и технологий, в работе предпринимается опыт описания формально-языковых конструкций и дедуктивных средств исчисления высказываний в терминах общей теории алгебр.*

*В результате осуществления этого подхода было получено, в частности, что множество всех формул исчисления высказываний может быть отождествлено с множеством термальных операций алгебры, каноническим образом связанной с синтаксической составляющей этого исчисления. Далее, следуя этому пути были предложены всюду определенные аналоги правил вывода исчисления высказываний и характеристика совокупности его выводимых формул как основного множества подалгебры этой алгебры, порожденной множеством аксиом.*

*Ключевые слова:* логическое исчисление, исчисление высказываний, алгебра, термальная операция, формула, аксиома, правило вывода, теорема.

### **Введение**

История развития традиционной логики [1] показывает, что формирование представлений о логическом исчислении осуществлялось на основе широкого использования алгебраических методов и технологий, свойственных соответствующим периодам развития алгебры.

В связи с этим, следует отметить, что алгебраическая трактовка логических исчислений не является навязанной извне и что алгебраическую сущность этих исчислений предопределила природа мышления человека [2–5]. В первую очередь, эта трактовка обусловлена тем, что умозаключение, являясь основной формой мышления, носит операционный характер, т.е. представляет собой один из наиболее ярких прообразов современного понятия алгебраической операции.

Тем не менее, в традиционных описаниях общей схемы определения логического исчисления и ее конкретных реализациях, отмеченная ранее алгебраичность методов построения синтаксической и дедуктивной компонент этих исчислений, не получает соответствующего развития.

Определение логического исчисления и детальное описание его составляющих можно найти в [6–8].

К числу наиболее значимых логических исчислений I относятся пропозициональные исчисления, отличительной особенностью которых является то, что алфавит  $A(I)$  этих исчисления содержит лишь символы пропозициональных (логических) связок, взятых из множества  $\{\&; \vee; \rightarrow; \leftrightarrow; \neg\}$ , а также символы  $x_1; x_2; \dots; x_s; \dots$ ,  $s \in N$ , – пропозициональных (высказывательных) переменных и вспомогательных символов  $(;)$  – левой и правой скобок.

В качестве объекта и субъекта исследования в данной статье выступают, соответственно, пропозициональные логические исчисления и общая схема определения базовых компонент исчисления высказываний.

### **Материалы и методы**

В данной работе используются методы и канонические конструкции общей теории алгебраических систем применительно к получению описания формального языка и дедуктивных средств пропозициональных логических исчислений в терминах теории алгебр. В соответствии с этим, в работе:

– выявляются и конкретизируются научно-методологические предпосылки алгебраического подхода к описанию понятий, схем и конструкций синтаксиса исчисления высказываний;

– определяются и реализуются возможности использования канонических средств теории алгебр для получения алгебраических характеристик языка и множества теорем этого исчисления;

– дается обоснование корректности полученных описаний языка и множества теорем с логико-алгебраических позиций.

Согласно этому, в работе будут рассматриваться только функциональные сигнатуры, т.е. сигнатуры  $\sigma$ , содержащие лишь символы для алгебраических операций и константных символов:

$$\sigma = \langle F_1^{m_1}; F_2^{m_2}; \dots; F_k^{m_k}; c_1; c_2; \dots; c_r \rangle$$

Одним из основных понятий работы является понятие термина сигнатуры  $\sigma$ .

Индуктивная схема построения множества  $Term_\sigma(X)$  – термов этой сигнатуры над множеством переменных  $X = \{x_1; x_2; \dots; x_l; \dots\}$  и множеств подтермов этих термов реализуется следующим образом:

а) **Базис индукции** (шаг 0). Переменные  $x_i \in X$ ,  $i = 1; 2; \dots; l; \dots$  и константные символы  $c_j$ ,  $j = 1; 2; \dots; r$ , сигнатуры  $\sigma$  объявляются термами шага 0 этой сигнатуры. Единственным подтермом любого термина шага 0 является сам этот терм.

б) **Индукционное предположение** (шаг k) Предполагается, что все термы шага k и множества всех подтермов каждого такого термина уже определены;

в) **Индукционный шаг**. Пусть  $F_i^{m_i} \in \sigma$  и  $t_1 = t_1(x_1; x_2; \dots; x_n)$ ;  $t_2 = t_2(x_1; x_2; \dots; x_n)$ ; ...;  $t_{m_i} = t_{m_i}(x_1; x_2; \dots; x_n)$  – произвольные термы шага k. Тогда все термы шага k и все слова вида  $t(x_1; x_2; \dots; x_n) = F_i^{m_i}(t_1; t_2; \dots; t_{m_i})$  объявляются термами шага (k + 1).

Подсложностью термина  $t \in Term_\sigma(X)$  будем, далее, понимать номер шага, на котором этот терм впервые появился в процессе пошагового построения множества  $Term_\sigma(X)$ . Сложность термина t будет обозначаться через  $S(t)$ .

Очевидно, что термы шага 0 имеют сложность 0 и если  $t = F_i^{m_i}(t_1; t_2; \dots; t_{m_i})$  – терм шага (k + 1), то  $S(t) = \max\{S(t_1); S(t_2); \dots; S(t_{m_i})\} + 1$ .

Пусть  $M = \langle M; {}^\circ\sigma \rangle$  – произвольная алгебра сигнатуры  $\sigma$ ,  $t = t(x_1; x_2; \dots; x_q) \in Term_\sigma(X)$  и  $a_1; a_2; \dots; a_q \in M$ . Значение  ${}^\circ t(a_1; a_2; \dots; a_n)$  термина  $t = t(x_1; x_2; \dots; x_n)$  в алгебре M, при  $x_1 = a_1; x_2 = a_2; \dots; x_n = a_n$  определяется индукцией по сложности  $S(t)$  этого термина.

а) **Базис индукции** ( $S(t) = 0$ ). То есть  $t = t(x_1; x_2; \dots; x_n) = x_i$ ,  $1 \leq i \leq n$ , или  $t(x_1; x_2; \dots; x_n) = \tilde{c}_j$ ,  $j = 1; 2; \dots; r$ . Тогда, в первом случае, полагаем  ${}^\circ t(a_1; a_2; \dots; a_n) = a_i$ , а во втором –  ${}^\circ t(a_1; a_2; \dots; a_n) = {}^\circ c_j$ .

б) **Индукционное предположение** ( $S(t) \leq k$ ). Предположим, что значение  ${}^\circ t(a_1; a_2; \dots; a_n)$  термина  $t(x_1; x_2; \dots; x_n)$  в алгебре M уже определено

для любого термина t, сложность которого не превосходит k, и это значение есть элемент множества M.

в) **Индукционный шаг** ( $S(t) = k + 1$ ). В этом случае, согласно определению термов шага (k + 1), существуют такие термы  $t_1; t_2; \dots; t_{m_i} \in Term_\sigma(X)$ , что  $t = F_i^{m_i}(t_1; t_2; \dots; t_{m_i})$  для некоторого функционального символа  $F_i^{m_i} \in \sigma$ . Так как  $S(t) = S(F_i^{m_i}(t_1; t_2; \dots; t_n)) = \max\{S(t_1); S(t_2); \dots; S(t_n)\} + 1 = k + 1$ , то  $S(t_s) \leq k$ ,  $s = 1; 2; \dots; n$ . В соответствии с индукционным предположением, значения  $b_s = t_s(a_1; a_2; \dots; a_n)$  термов  $t_s(x_1; x_2; \dots; x_n)$  в алгебре M, при  $x_1 = a_1; x_2 = a_2; \dots; x_n = a_n$ ,  $s = 1; 2; \dots; m_i$ , уже определены и принадлежат M. Тогда полагаем  ${}^\circ t(a_1; a_2; \dots; a_n) = {}^\circ F_i^{m_i}(b_1; b_2; \dots; b_{m_i})$ .

Заметим, что так как  ${}^\circ F_i^{m_i}$  –  $m_i$ -местная алгебраическая операция, определенная на множестве M и  $b_1; b_2; \dots; b_{m_i} \in M$ , то  ${}^\circ F_i^{m_i}(b_1; b_2; \dots; b_{m_i}) \in M$ .

Определив значение  ${}^\circ t(a_1; a_2; \dots; a_n)$  термина  $t(x_1; x_2; \dots; x_n)$  в алгебре M для любых  $a_1; a_2; \dots; a_n \in M$ , мы определили, тем самым,  $n$ -местную алгебраическую операцию  ${}^\circ t = {}^\circ t(x_1; x_2; \dots; x_n)$  на носителе M алгебры M. Эта операция называется термальной (или производной) операцией (в отличие от основных операций  ${}^\circ F_i^{m_i}$ ,  $i = 1; 2; \dots; k$ , этой алгебры), соответствующей терму t. Множество термальных операций алгебры  $M = \langle M; {}^\circ\sigma \rangle$  будем обозначать через  ${}^\circ Term_\sigma(X)$ .

Алгебраическое описание множества формул исчисления высказываний можно получить теперь следующим образом. Пусть

$$\sigma_0 = \langle F_1^2; F_2^2; F_3^2; F_4^2; F_5^1; c_1; c_2 \rangle$$

Имеет место следующее утверждение.

**Предложение 1.** Множество  $Term_{\sigma_0}(X)$  – термов сигнатуры  $\sigma_0$  (с точностью до выбора обозначений для функциональных символов) есть множество L формул исчисления высказываний.

Доказательное обоснование этого утверждения достаточно очевидно. В частности, слово  $F_2^2(F_5^1(F_1^2(x_1; x_2))); F_3^2(x_1; x_3)$ , как терм сложности 3, при использовании логических связок  $\&$ ;  $\vee$ ;  $\rightarrow$ ;  $\leftrightarrow$ ;  $\neg$  в качестве обозначений для функциональных символов  $F_1^2; F_2^2; F_3^2; F_4^2; F_5^1$ , соответственно, примет вид:  $(\neg(x_1 \& x_2) \vee (x_1 \rightarrow x_3))$ , т.е. будет представлять собой формулу A( $x_1; x_2; x_3$ ) сложности 3 исчисления высказываний.

Аналогичным образом получается алгебраическая характеристика множества формул алгебры высказываний от пропозициональных

переменных  $x_1; x_2; \dots; x_k; \dots$ . А именно, будем считать теперь, что  $\&; \vee; \rightarrow; \leftrightarrow$  и  $\neg$  – традиционные обозначения логических операций: конъюнкции, дизъюнкции, импликации, эквиваленции и отрицания, соответственно, над высказываниями, определение которых на множестве  $B_0 = \{0; 1\}$  задается посредством следующей таблицы (смотри таблицу 1).

Таблица 1 – Логические операции

x	y	$(x \& y)$	$(x \vee y)$	$(x \rightarrow y)$	$(x \leftrightarrow y)$	$\neg x$
0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0	0
1	1	1	1	1	1	0

Задавая интерпретацию  $\varphi$  сигнатуры  $\sigma_0$  на множестве  $B_0 = \{0; 1\}$  по правилам:

$$\begin{aligned} \varphi(F_1^2) &= {}^0F_1^2(x; y) = (x \& y); & \varphi(F_2^2) &= {}^0F_2^2(x; y) = (x \vee y); \\ \varphi(F_4^2) &= {}^0F_4^2(x; y) = (x \rightarrow y); & \varphi(F_5^1) &= {}^0F_5^1(x; y) = \neg x \\ \varphi(c_1) &= {}^0c_1 = 0; & \varphi(c_2) &= {}^0c_2 = 1, \end{aligned}$$

получаем алгебру  $\mathbf{B}_0 = \langle B_0; \& \vee; \rightarrow; \leftrightarrow; \neg; 0; 1 \rangle$  и следующее утверждение относительно этой алгебры.

**Предложение 2.** Множество  ${}^0Term_\sigma(X)$  – термальных операций алгебры  $\mathbf{B}_0$  совпадает с множеством всех формул алгебры высказываний.

Переходя к алгебраической характеристике множества всех выводимых формул (теорем) исчисления высказываний, напомним правила дедукции этого исчисления.

Пусть  $A(x)$  – формула исчисления высказываний, имеющая хотя бы одно вхождение переменной  $x$ , и  $B$  – произвольная формула этого исчисления. Через  $A(B)$  будем обозначать формулу, которая получается из формулы  $A(x)$  посредством замены переменной  $x$ , во всех местах ее вхождения в эту формулу, на формулу  $B$ .

а) **Правило подстановки.** Если  $A = A(x)$  – выводимая формула исчисления высказываний, содержащая переменную  $x$ , и  $B$  – произвольная формула этого исчисления, то формула  $A(B)$  также является выводимой.

Из определения правила подстановки следует, что это правило является частичной унарной операцией на  $L$ . Обозначая эту операцию через  $S_z^B(x)$ , получаем:

$$(\forall A \in L)((S_z^B(A) = A(B) \Leftrightarrow (\text{переменная } z \text{ имеет вхождения в формулу } A))).$$

Заметим, что формула  $B$ , в определении операции  $S_z^B(x)$ , играет роль параметра.

б) **Правило заключения.** Если  $A$  и  $(A \rightarrow B)$  – выводимые формулы исчисления высказываний (ИВ), то формула  $B$  также выводима.

Правило заключения, как это следует из его определения, является частичной бинарной операцией на множестве  $L$ . Обозначая эту операцию через  $M.P(x; y)$ , получаем, что

$$(\forall A; B \in L)(M.P(A; B) = C \Leftrightarrow (B = (A \rightarrow C))).$$

в) В качестве аксиом в ИВ выбираются следующие формулы:

$$\begin{aligned} A_1 &= (x \rightarrow (y \rightarrow x)); \\ A_2 &= (x \rightarrow (y \rightarrow z) \rightarrow (x \rightarrow y) \rightarrow (x \rightarrow z)); \\ A_3 &= (x \& y \rightarrow x); \\ A_4 &= (x \& y \rightarrow y); \\ A_5 &= (x \rightarrow y) \rightarrow (x \rightarrow z) \rightarrow (x \rightarrow (y \& z)); \\ A_6 &= (x \rightarrow (x \vee y)); \\ A_7 &= (y \rightarrow (x \vee y)); \\ A_8 &= (x \rightarrow z) \rightarrow (y \rightarrow z) \rightarrow (x \vee y) \rightarrow z); \\ A_9 &= (x \rightarrow y) \rightarrow (\bar{y} \rightarrow \bar{x}); \\ A_{10} &= (x \rightarrow \bar{x}); \\ A_{11} &= (\bar{\bar{x}} \rightarrow x). \end{aligned}$$

В этих формулах под  $X; Y; Z$  понимаются любые из пропозициональных переменных  $x_1; x_2; \dots; x_k; \dots$ .

г) Конечная последовательность  $B_1; B_2; \dots; B_k$  – формул исчисления высказываний называется выводом (или доказательством) в ИВ, если каждая формула  $B_i$  является или аксиомой или получена из некоторых предшествующих формул этой последовательности по одному из правил вывода.

д) Формула  $D$  называется выводимой или теоремой, если существует такой вывод  $B_1; B_2; \dots; B_k$  этого исчисления, что  $D = B_k$ , т.е.  $D$  является последней формулой этого вывода.

Определения а) и б), как отмечалось ранее, правил вывода ИВ показывают, что эти правила определяют некоторые частичные отображения. А именно:

- правило подстановки есть частичное отображение из  $L$  в  $L$ ;
- правило заключения – частичное отображение из  $L \times L$  в  $L$ .

В частности, правило подстановки  $S_z^B$  формулы  $B$  в формулу  $A$  вместо переменной  $z$  не применимо, если в  $A$  эта переменная не имеет вхождений. Аналогично, правило заключения применимо только к формулам вида  $A$  и  $(A \rightarrow B)$ , т.е. далеко не ко всем парам формул. Всюду определенные аналоги этих правил могут быть введены следующим образом.

На множестве  $L$  определим совокупность  $\{S_z^B(x) \mid z \in X; B \in L\}$  – унарных операций и бинарную операцию  $G(x; y)$  по правилам:

$$(\forall A \in L) \left( S_z^B(A) = \begin{cases} A(B), & \text{если переменная } z \text{ имеет вхождение в} \\ & \text{формулу } A; \\ A, & \text{в противном случае.} \end{cases} \right)$$

$$(\forall A, B \in L) \left( G(A; B) = \begin{cases} C, & \text{если } B = (A \rightarrow C); \\ A, & \text{в противном случае.} \end{cases} \right)$$

Нетрудно видеть, что  $S_z^B(x)$  и  $G(x; y)$  являются всюду определенными аналогами правил подстановки и заключения, т.е. алгебраическими операциями на множестве  $L$ , что дает возможность определить алгебру  $B_1 = \langle L; {}^o\sigma_1 \rangle$  сигнатуры

$$\sigma_1 = \langle \{F_z^{1,B} \mid z \in X; B \in L\} \cup F^2(x; y) \rangle,$$

где интерпретация  $\varphi$  функциональных символов этой сигнатуры в множестве  $L$  задается следующим образом:

$$\begin{aligned} \varphi(F_z^{1,B}) &= {}^oF_z^{1,B}(x) = S_z^B(x), \quad z \in X; B \in L; \\ \varphi(F^2) &= {}^oF^2(x; y) = G(x; y), \end{aligned}$$

т.е. носителем алгебры  $B_1$  является множество  $L$ , а основными операциями этой алгебры являются  $S_z^B(x)$ ,  $z \in X; B \in L$ , и  $G(x; y)$ .

Для описания производных (термальных) операций алгебры  $B_1$  конкретизируем индуктивный процесс построения множества  $Term_\sigma(X)$  сигнатуры  $\sigma$  применительно к сигнатуре  $\sigma_1$ .

а) **Базис индукции** (шаг 0) и б) Индукционное предположение (шаг  $k$ ) остаются теми же самыми, как и в общем случае. Конкретизация индукционного шага осуществляется следующим образом:

в) **Индукционный шаг** (шаг  $k+1$ ). Пусть  $t; t_1; t_2$  – термы, полученные на шаге  $k$ . К термам шага  $(k+1)$  отнесем все термы шага  $k$  и слова вида:  $F_z^{1,B}(t)$ ,  $z \in X; B \in L$ , и  $F^2(t_1; t_2)$ .

К примеру, слово  $t' = t'(x_1; x_2) = F_x^2(F_x^{B_1}(x_1) F_u^{B_2}(x_2))$  – терм сигнатуры  $\sigma_1$ .

Как в общем случае, значением термальной операции  ${}^o t = {}^o t(x_1; x_2; \dots; x_n)$ , соответствующей терму  $t = t(x_1; x_2; \dots; x_n) \in Term_{\sigma_1}(X)$ , при заданных значениях  $A_1; A_2; \dots; A_n \in L$  для переменных  $x_1; x_2; \dots; x_n$ , соответственно, будет элемент  $C = {}^o t(A_1; A_2; \dots; A_n)$ , т.е. формула носителя  $L$  алгебры  $B_1$ .

Алгебраическое описание множества  $Th_\sigma(X)$  – выводимых формул (т.е. теорем) ИВ будет заключаться в обосновании того, что это множество есть носитель подалгебры алгебры  $B_1$ , которая порождается множеством  $\mathcal{A}_1 - \mathcal{A}_{11}$  – аксиом ИВ, как формул, принадлежащих множеству  $L$ .

Пусть  $M = \langle M; {}^o\sigma \rangle$  – произвольная алгебра сигнатуры  $\sigma$  и  $C$  – некоторое непустое подмножество носителя  $M$  этой алгебры.

Подалгебра алгебры  $M$ , порожденная подмножеством  $C$  основного множества  $M$  этой алгебры, определяется [9–10] как пересечение всех подалгебр  $M' = \langle M'; {}^o\sigma \rangle$  алгебры  $M = \langle M; {}^o\sigma \rangle$ , носители которых содержат множество  $C$ . В дальнейшем эту подалгебру будем обозначать через  $M(C) = \langle M(C); {}^o\sigma_1 \rangle$ .

Для получения алгебраической характеристики множества теорем ИВ нам потребуется описание этой подалгебры на языке термальных операций алгебры  $M$ . А именно, имеет место следующее утверждение [10]: носитель  $M(C)$  подалгебры  $M(C)$  алгебры  $M = \langle M; {}^o\sigma \rangle$ , порожденной непустым подмножеством  $C$  носителя  $M$  этой алгебры, совпадает с множеством

$$\{ {}^o t(a_1; a_2; \dots; a_n) \mid (a_1; a_2; \dots; a_n \in C); t \in Term_\sigma(X) \}$$

Требуемое описание множества теорем ИВ получается из этого предложения при:  $\sigma = \sigma_1$ ;  $M = L$ ;  $C = \{\mathcal{A}_1; \mathcal{A}_2; \dots; \mathcal{A}_{11}\}$ . А именно, имеет место следующее утверждение.

**Предложение 3.** Множество  $Th_{\sigma_1}(X)$  теорем ИВ есть множество значений  $\varphi t(\mathcal{A}_{i_1}; \mathcal{A}_{i_2}; \dots; \mathcal{A}_{i_n})$  термальных операций  $\varphi t(x_1; x_2; \dots; x_n)$ , соответствующих термам  $t = t(x_1; x_2; \dots; x_n) \in Term_{\sigma_1}(X)$  при всевозможных значениях  $\mathcal{A}_{i_1}; \mathcal{A}_{i_2}; \dots; \mathcal{A}_{i_n} \in \{\mathcal{A}_1; \mathcal{A}_2; \dots; \mathcal{A}_{11}\}$  для переменных  $x_1; x_2; \dots; x_n$  соответственно.

### Выводы

В математике операции, определяемые на множествах, элементы которых являются объектами достаточно сложной природы (в частности, сами являются операциями или формулами) называются операторами. Вышеприведенная характеристика множества теорем ИВ, как значений термов сигнатуры  $\sigma_1$ , позволяет получить, так называемую, операторную запись каждой из этих теорем.

Получим, к примеру, операторную запись теоремы  $(x \& y) \rightarrow (y \& x)$  исчисления высказываний. Предварительно приведем вывод этой формулы в исчислении авсказываний.

$$\begin{aligned} B_1 &= (x \rightarrow y) \rightarrow (x \rightarrow z) \rightarrow (x \rightarrow (y \& z)) \text{ – аксиома } \mathcal{A}_5; \\ B_2 &= (x \& y) \rightarrow y \text{ – аксиома } \mathcal{A}_4; \\ B_3 &= (((x \& y) \rightarrow y) \rightarrow (((x \& y) \rightarrow z) \rightarrow (x \& y) \rightarrow (y \& z))) \text{ –} \\ &S_x^{(x \& y)}(B_1(x)); \\ B_4 &= (x \& y) \rightarrow x \text{ – аксиома } \mathcal{A}_3; \\ B_5 &= (((x \& y) \rightarrow z) \rightarrow (x \& y) \rightarrow (y \& z)) \text{ – } M.P(B_2; B_3); \\ B_6 &= (((x \& y) \rightarrow x) \rightarrow (x \& y) \rightarrow (y \& z)) \text{ – } S_z^x(B_5(z)); \\ B_7 &= (x \& y) \rightarrow (y \& x) \text{ – } M.P(B_4; B_6). \end{aligned}$$

Рассмотрим, далее, следующую последовательность термов сигнатуры  $\sigma_1$ :

$$\begin{aligned} t_1(x_1) &= x_1; \quad t_2(x_2) = x_2; \quad t_3(x_1) = F_x^{(x \& y)}(x_1); \quad t_4(x_3) = x_3; \\ t_5(x_1; x_2) &= F_2^2(x_2; F_x^{(x \& y)}(x_1)); \quad t_6(x_1; x_2) = F_z^x(F_2^2(x_2; F_x^{(x \& y)}(x_1))); \\ t_7(x_1; x_2; x_3) &= F_2^2(x_3; F_z^x(F_2^2(x_2; F_x^{(x \& y)}(x_1)))). \end{aligned}$$

Нетрудно видеть, что:

$$\begin{aligned} B_1 &= \varphi t_1(\mathcal{A}_5); \quad B_2 = \varphi t_2(\mathcal{A}_5); \quad B_3 = \varphi t_3(\mathcal{A}_5); \quad B_4 = \varphi t_4(\mathcal{A}_3); \\ B_5 &= \varphi t_5(\mathcal{A}_4; \mathcal{A}_5); \quad B_6 = \varphi t_6(\mathcal{A}_3; \mathcal{A}_5); \quad B_7 = \varphi t_7(\mathcal{A}_5; \mathcal{A}_4; \mathcal{A}_3). \end{aligned}$$

Т.е. операторным представлением теоремы  $(x \& y) \rightarrow (y \& x)$  является значение термальной операции

$$\varphi t_7(x_1; x_2; x_3) = (G(x_3; P_z^x(G(x_2; P_x^{(x \& y)}(x_1))))$$

при  $x_1 = \mathcal{A}_5$ ;  $x_2 = \mathcal{A}_4$ ;  $x_3 = \mathcal{A}_3$ .

### Список использованных источников

- 1 Математика XIX века: под редакцией А. Н. Колмогорова и А. П. Юшкевича. – М. : Наука, 1978.
- 2 Карри, Х. Основания математической логики: Пер. с англ. – М. : Наука, 1969.
- 3 Кондаков, Н. И. Логический словарь - справочник. – М. : Наука 1975.
- 4 Гильберт Д, Бернайс П. Основания математики. Логические исчисления и формализация арифметики: Пер. с нем. – М. : Наука, 1979.
- 5 Математическая теория логического вывода. Сборник переводов под редакцией Идельсона А. В., Минц Г. Е. – М. : Наука, 1967.
- 6 Ершов, Ю. Л., Палютин, Е. А. Математическая логика. – М. : Наука, 1979.
- 7 Гончаров, С. С., Дроботун, Б. Н., Никитин, А. А. Алгебраические и алгоритмические свойства логических исчислений. Часть 1. Моногр. – Новосибирск: изд-во НГУ. Научное издание, 2008.
- 8 Черч, А. Введение в математическую логику: Пер. с англ. – М. : Наука, 1960.
- 9 Мальцев, А. И. Алгебраические системы. – М. : Наука, 1970.
- 10 Гончаров, С. С., Дроботун, Б. Н., Никитин, А. А. Алгебраические и алгоритмические свойства логических исчислений. Часть 2. Моногр. – Новосибирск : изд-во НГУ. Научное издание, 2008.

### References

- 1 Matematika XIX veka: pod redakcijej A. N. Kolmogorova i A. P. YUshkevicha. [Mathematics of the nineteenth century: edited by A. N. Kolmogorov and A. P. Yushkevich.] – М. : Nauka, 1978.



2 **Karri, H.** Osnovaniya matematicheskoy logiki: Per. s angl. – [Foundations of mathematical logic: Per. from English.] – М. : Nauka, 1969.

3 **Kondakov, N. I.** Logicheskij slovar' [Logical dictionary.] – spravochnik. – М. : Nauka – 1975.

4 **Gilbert, D., Bernays, P.** Osnovaniya matematiki. Logicheskie ischisleniya i formalizaciya arifmetiki: Per. s nem. [Foundations of mathematics. Logical calculus and formalization of arithmetic: Trans. from German]– М. : Nauka, 1979.

5 Matematicheskaya teoriya logicheskogo vyvoda. Sbornik perevodov pod redakciej Idel'sona A. V., Minca G. E. [Mathematical theory of logical inference. Collection of translations edited by Idelson A.V., Mints G. E]. – М. : Nauka, 1967.

6 **Yershov, Yu. L., Palyutin, E. A.** Matematicheskaya logika. [Mathematical logic.] – М. : Nauka, 1979.

7 **Goncharov, S. S., Drobotun, B. N., Nikitin, A. A.** Algebraicheskie i algoritmicheskie svojstva logicheskikh ischislenij. CHast' 1. Monogr. [Algebraic and algorithmic properties of logical calculi. Part 1. Monogr.] – Novosibirsk : NSU Publishing House. Scientific edition, 2008.

8 **Church, A.** Vvedenie v matematicheskuyu logiku: Per. s angl. [Introduction to mathematical logic: Trans. from English] – М. : Nauka, 1960.

9 **Maltsev, A. I.** Algebraicheskie sistemy [Algebraic systems].

10 **Goncharov, S. S., Drobotun, B. N., Nikitin, A. A.** Algebraicheskie i algoritmicheskie svojstva logicheskikh ischislenij. CHast' 2. Monogr. [Algebraic and algorithmic properties of logical calculi. Part 2. Monogr.] – Novosibirsk : NSU Publishing House. Scientific Publication, 2008.

Материал поступил в редакцию 19.03.21.

*Б. Н. Дроботун, А. К. Есиркепова*

**Дедуктивті сипаттау сұрағына пропозициялық есептеулердің құрамдас бөлігі алгебра теориясы тілінде**

Торайғыров университеті,  
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.  
Материал 19.03.21 баспаға түсті.

*B. N. Drobotun, A. K. Yessirkepova*

**To the question of the description of the deductive a component of propositional calculus in the language of algebra theory**

Toraighyrov University,  
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.  
Material received on 19.03.21.

*Тарихи тұрғыдан алғанда, логикалық есептеу тұжырымдамасының дамуын анықтайтын идеялардың қалыптасуы адам ойлауының операциялық сипатын көрсететін алгебралық алғышарттар негізінде жүзеге асырылды. Дегенмен, логикалық есептеулерді анықтаудың жалпы схемасының канондық компоненттерінің қазіргі түсіндірулерінде одан әрі даму мүмкіндіктерін жинақтай отырып, қолданылатын тәсілдердің алгебралық әлеуеті іс жүзінде қолданылмады.*

*Бұл жұмыста логикалық есептеулерді және онымен байланысты ұғымдар мен құрылымдарды анықтауда алгебралық көзқарасты жүзеге асырудың мүмкіндіктері мен табиғи формалары анықталады. Алынған әдістер мен технологияларға сүйене отырып, жұмыста алгебралардың жалпы теориясы тұрғысынан сөйлемдерді есептеудің формальды-тілдік құрылымдары мен дедуктивті құралдарын сипаттау тәжірибесі қолданылады.*

*Осы тәсілді жүзеге асыру нәтижесінде, атап айтқанда, тұжырымдарды есептеудің барлық формулаларының жиынтығын алгебраның жылу амалдарының жиынтығымен анықтауға болатындығы, канондық түрде осы есептеудің синтаксистік компонентімен байланысты екендігі анықталды. Әрі қарай, осы жолдан кейін барлық жерде тұжырымдарды есептеу ережелерінің белгілі бір аналогтары ұсынылды және оның тұжырымдалған формулаларының жиынтығын көптеген аксиомалардан туындаған осы алгебраның подалгебрасының негізгі жиынтығы ретінде сипаттау ұсынылды.*

*Кілтті сөздер: логикалық есептеу, мәлімдемелерді есептеу, алгебра, жылу операциясы, формула, аксиома, шығару ережесі, теорема.*

*In historical terms, the formation of ideas that led to the development of the concept of logical calculus was carried out on the basis of algebraic assumptions that reflect the operational nature of human thinking. Nevertheless, in modern interpretations of the canonical components of the general scheme for defining logical calculus, the algebraic potential of the applied approaches, accumulating the possibilities for further development, remained practically unused.*

*In this paper, we identify the possibilities and the most natural forms of implementation of the algebraic point of view in the definition of logical calculus and its accompanying concepts and constructions. On the basis of the methods and technologies obtained, the paper attempts to describe*

*formal language constructions and deductive means of the propositional calculus in terms of the general theory of algebras.*

*As a result of this approach, it was obtained, in particular, that the set of all formulas of the propositional calculus can be identified with the set of thermal operations of algebra, canonically related to the syntactic component of this calculus. Further, following this path, certain analogs of the rules for the derivation of the propositional calculus were proposed everywhere, and the characterization of the set of its deducible formulas as the main set of the subalgebra of this algebra generated by the set of axioms.*

*Keywords: logical calculus, propositional calculus, algebra, thermal operation, formula, axiom, inference rule, theorem.*

ФИЗИКА

МРНТИ 47.15

<https://doi.org/10.48081/UDPK9035>

**П. Ж. Аудабай**

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Республика Казахстан, г. Алматы

### **ИНТЕГРИРОВАННАЯ ШИРОКОПОЛОСНАЯ МИЛЛИМЕТРОВАЯ ВОЛНА 5G И НИЗКОЧАСТОТНАЯ АНТЕННА В МОБИЛЬНЫХ ТЕРМИНАЛАХ**

*В этой статье представлена новая методика размещения антенны с управляемой антенной решеткой 5G, работающей на пучках 5-миллиметрового диапазона, с низкочастотной RIFA. В этом методе низкочастотная антенна может быть прозрачной при использовании некоторых решеточных полос между низкочастотными и высокочастотными антеннами. Четырехэлементная матрица миллиметровых волн с диаграммой направленности конечного огня, работающая в диапазоне 22–31 ГГц, интегрирована с двухдиапазонной низкочастотной RIFA в мобильном терминале. Новизна этого документа заключается в размещении высокочастотной антенной решетки 5G с конечной стрельбой и низкочастотной антенной старого поколения, такой как 4G, в небольшом пространстве мобильного терминала, не влияя на диаграмму направленности и согласование импеданса как низких, так и высокочастотные антенны. Предлагаемая антенна 5G покрывает 22–31 ГГц и может сканировать 50 градусов с потерями на сканировании лучше, чем 3 дБ. Эффективность покрытия предлагаемой 5-миллиметровой антенны лучше, чем 50 и 80 % для минимального усиления 4 и 0 дБи в 22–31 ГГц соответственно. Усиление высокочастотной антенной решетки лучше, чем 9,5 дБи при 28 ГГц. Низкочастотная антенна покрывает некоторые практические полосы 4G LTE в диапазонах 740–960 МГц и 1,7–2,2 ГГц. Результаты измерений как на низких, так и на высоких частотах хорошо согласуются с результатами моделирования.*

*Ключевые слова: низкочастотная RIFA антенна, эффективность покрытия, диаграмма направленности, коэффициент отражения.*

## Введение

В связи с быстрым спросом на передачу данных с чрезвычайно высокой скоростью передачи данных, исследователи стали стремиться к технологии миллиметровых (мм-волн) [1]. Существует несколько проблем в распространении миллиметровых волн в мобильном терминале, включая потери на трассе, потери при передаче, затенение и пользовательские эффекты [2]. Таким образом, антенны с высоким усилением и управляемыми лучами желательны для применений 5G мм-волны [3]. Различные частотные спектры были предложены для сценариев 5G. Из-за наименьшего поглощения затухания частота 28 ГГц является одним из лучших вариантов для диапазона частот 5G [1].

В современных мобильных телефонах после размещения компонентов телефона остается очень небольшое пространство (небольшой зазор) и низкочастотные антенны 2G / 3G / 4G, такие как в [4–6]. Одним из решений является объединение 5-миллиметровых массивов и низкочастотных антенн. В настоящее время интеграция мм-волн и низкочастотных антенн является довольно сложной и интересной темой. Кроме того, в мобильных терминалах более желательны массивы мм-волн с диаграммами направленного излучения, которые более защищены от затенения пользователя (в режиме данных) [4], а эффект металлического экрана влияет на диаграммы направленности массива, чем на широкополосное излучение. Между тем, интеграция решетки 5G конечной стрельбы и низкочастотной антенны в небольшом пространстве является более сложной задачей, чем широкополосная, из-за интерференции низкочастотной антенны в решетке 5G. Интегрированные 4G-антенны и 5-миллиметровая антенная решетка представлены в [7]. Однако эта высокочастотная антенная решетка имеет некоторые недостатки, такие как ограниченная полоса пропускания, диаграммы направленности широкого диапазона и фиксированные диаграммы направленности излучения вместо управления лучом. Сложность многослойного изготовления является еще одной сложной проблемой в [7].

В этой статье предложена новая концепция антибликового слоя с решетками. В этом методе антенна рулевой решетки 5G с 5-миллиметровым излучением на конце пожара расположена совместно с плоской низкочастотной антенной в мобильном терминале в небольшом пространстве с минимальными помехами.

## Материалы и методы

Антирефлексионный слой с решетками А. Внедрение антирефлексионной техники с решетками. В верхней или нижней части мобильного телефона имеется небольшое пространство (небольшой зазор) для размещения вместе низкочастотных и высокочастотных антенн. При расположении низкочастотных и высокочастотных антенн в мобильном терминале могут применяться две методологии:

а) Размещение антенной решетки 5G мм перед плоской низкочастотной антенной.

б) Размещение антенной решетки диаметром 5G мм позади низкочастотной плоской антенны.

В случае (а) размещение низкочастотной антенны за высокочастотной антенной на небольшом расстоянии (маленький  $L_c$ , как показано на рис. 4) имеет некоторые недостатки. Прежде всего, из-за небольшого зазора, если пространство между низкочастотной антенной и земной плоскостью уменьшается, эффективность низкочастотной антенны и полоса импеданса ухудшаются, и антенна не может работать в такой широкой полосе на низких частотах. Во-вторых, когда высокочастотные антенны заменяются перед низкочастотной антенной в той же верхней или нижней плоскости, сеть питания высокочастотных антенн трудно реализовать, поскольку она должна пересекать низкочастотную антенну. Если эти низкочастотные и высокочастотные антенны расположены в разных плоскостях (одна сверху, а другая снизу), сильная взаимная связь между ними полностью ухудшает характеристики антенны. Таким образом, это ухудшает низко- и высокочастотную работу с точки зрения согласования импедансов и диаграмм направленности.

В случае (б), низкочастотная антенна блокирует диаграммы направленности в миллиметровом массиве конечного огня, если размещена перед решеткой. Следовательно, волна не может распространяться в основном направлении. Таким образом, чрезвычайно сложно размещать эти низкочастотные и высокочастотные антенны конечного огня в небольшом пространстве без ухудшения их характеристик.

Далее предлагаются новую методику для решения этой проблемы. В этом методе низкочастотная антенна может быть прозрачной с использованием некоторых решетчатых полос между низкочастотными и высокочастотными антеннами, которые сконфигурированы в случае (б). Механизм этой прозрачности основан на технике антибликового слоя. В этом методе некоторые решетчатые полосы используются между низкочастотными и высокочастотными антеннами. Регулируя параметры решетки, волна на высоких частотах может распространяться в направлении конечного огня через низкочастотную антенну с минимальными помехами.

В. Простое модельное исследование. В этом разделе изучается эффект использования решетчатых полос в качестве антибликового слоя между низкочастотными и высокочастотными антеннами. Прототип антенны показан на рис. 1. Низкочастотная антенна представляет собой простую плоскую инвертированную F-антенну (PIFA), а высокочастотные антенны могут быть любыми типами антенн с диаграммой направленного излучения. Для простоты в этом исследовании использовался массив из четырех элементов

со сложенными диполями. Как видно на рис. 1, некоторые решетчатые полосы расположены между низкочастотными и высокочастотными антеннами. При таком расположении, когда волна в диапазоне частот мм-волн распространяется от высокочастотных антенных элементов, решетчатые полосы действуют как антиотражающий слой, так что одна часть волны передается, а другая часть отражается обратно (например, к высокочастотным элементам антенны). Переданная часть волны может дополнительно дифрагировать на низкочастотной антенне, при этом часть волн передается, а часть отражается низкочастотной антенной. Как показано на рис. 1, две части отраженных волн (то есть первая часть, отраженная решетчатыми полосами, показанная пунктирными синими линиями, и вторая часть, отраженная низкочастотной антенной, показанной сплошными красными линиями), достигают высокой элементы антенны. Чтобы подавить эти две отраженные волны на высокочастотных антеннах, две отраженные волны должны быть не в фазе. Это означает, что путь, по которому волны проходят через решетчатые полосы к низкочастотной антенне и отражаются назад, должен быть нечетным числом половинной длины волны. Это явление представлено формулой (1).

$$2 \times (L_2 + L_1) - 2 \times L_2 = 2L_1 \quad (1)$$

$$2L_1 = (2n + 1) \lambda / 2$$

Следовательно,  $L_1$  должен составлять примерно четверть длины волны. Из-за разнесения  $L_1$  две отраженные волны не в фазе, поэтому они подавляют друг друга, когда достигают высокочастотных антенн. Таким образом, волна от высокой частоты может распространяться в направлении конечного огня без помех.

В качестве подтверждения концепции были смоделированы три сценария для проверки действия антирефлективных решетчатых полос:

1 В мобильном терминале существуют только высокочастотные антенны.

2 Размещенные низко- и высокочастотные антенны без решеток в мобильном терминале.

3 Размещенные низко- и высокочастотные антенны с решетками в мобильном терминале.

Полученные трехмерные диаграммы направленности усиления антенны мм-волны конечного огня в вышеупомянутых трех сценариях на частоте 28 ГГц изучены и показаны на рис. 2. Когда низкочастотные и высокочастотные антенны размещаются без решетчатых полос, отраженная волна вниз, и диаграмма направленности не является полностью огнем, как показано на

рис. 2 (б). Путем вставки решетчатых полос между низкочастотными и высокочастотными антеннами можно получить диаграмму направленного излучения, как показано на рис. 2 (с). Результаты показывают, что совместно расположенные низкочастотные и высокочастотные антенны с решетчатыми полосами имеют результаты, аналогичные сценарию № 1, в котором существуют только высокочастотные антенны. Расстояние между решетчатыми полосами и низкочастотной антенной ( $L_1$ ) играет важнейшую роль в эффективности решетчатого антиотражающего слоя. Другие параметры, такие как длина полос ( $L_s$ ) и расстояние между полосами ( $S$ ), влияют на диаграмму направленности, уровень реализованного усиления и согласование полного сопротивления. В этой конфигурации окончательные оптимизированные размеры этих трех параметров следующие:  $L_s = 1,8$  мм,  $S = 0,85$  мм и  $L_1 = 2$  мм.

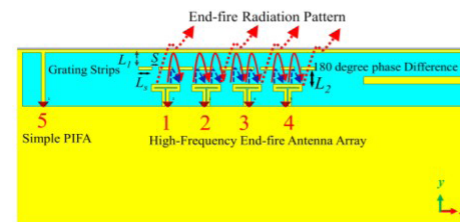


Рисунок 1 – Интегрированная низкочастотная PIFA и end-fire антенна миллиметрового диапазона.

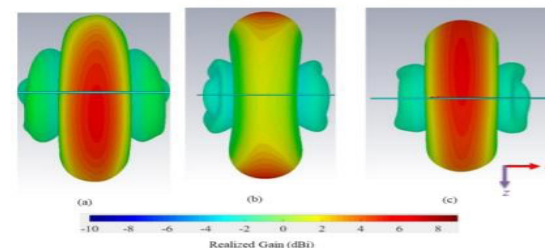


Рисунок 2 – Реализованные трехмерные диаграммы направленности излучения (дБи) в миллиметровом диапазоне. Антенная решетка в другом сценарии на 28 ГГц: (а) только антенная решетка миллиметрового диапазона без антибликовых решеток и низкочастотной антенны, (б) совмещенные низко- и высокочастотные антенны без антиотражающей решетки полосы, и (с) совмещенные антенны с полосами антиотражающей решетки.

Хотя полоса пропускания высокочастотной антенны широка (22–31 ГГц), дробная полоса пропускания, обусловленная высокочастотной

работой, ограничена примерно 30 %. Таким образом, на рис. 1 две части отраженных волн достигают высокочастотной антенны с разностью фаз 150–200° во всей рабочей полосе частот. Следовательно, в предложенной узкой дробной полосе частот отклонение фазы от 180° составляет менее 30° в пределах полосы пропускания. Можно предположить, что фаза может быть отменена в верхней и нижней полосе работы. Как показано на рис. 1, две части отраженных волн (от низкочастотной антенны и решетчатых полос) взаимно подавляют друг друга на высокочастотной антенне. Поэтому отраженные волны имеют очень ограниченное влияние на диаграмму направленности и резонанс высокочастотных антенн. Коэффициент отражения антенны номер три в трех сценариях показан на рис. 3. Результаты показывают, что S33 в случае расположенных рядом антенн с решеточными полосами практически совпадает с топологией, в которой существуют только высокочастотные антенны. S33 в случае расположенных рядом антенн без решетчатых полосок также представлено на рисунке 3 в качестве сравнения, где наблюдается более узкая полоса пропускания из-за отраженных волн от низкочастотной антенны. Кроме того, влияние добавления решетчатых полос в расположенной рядом топологии на усиление антенны в трех различных сценариях было проиллюстрировано на рис. 3 на внутреннем графике.

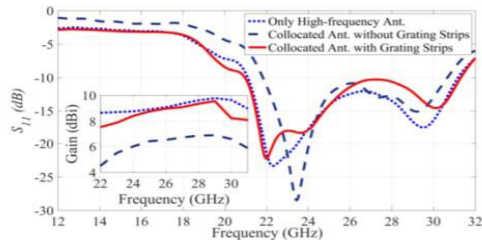


Рисунок 3 – Коэффициент отражения антенны три в совмещенной топологии при трех различных сценариях, и общий реализованный коэффициент усиления (дБи) мм-диапазона высокочастотная антенная решетка в совмещенной низкочастотной и высокочастотной антеннах в различные сценарии в широкополосном частотном диапазоне на внутреннем графике

Очевидно, что когда в расположенной рядом топологии нет решетчатых полос, луч имеет косоглазие, а рисунок не является полностью огнем конца. Таким образом, усиление антенны в направлении конечного возгорания уменьшается по сравнению с ситуацией, когда существуют только высокочастотные антенны. Из рисунка 3 видно, что коэффициенты усиления антенны и диаграммы направленности в сценариях № 1 и № 3 практически одинаковы, когда разность в усилении антенны составляет менее 1 дБ на широкополосной частоте.

Это означает, что антибликовые решетки решают проблему блокировки низкочастотной антенны в расположенной рядом топологии.

Антенна дизайн. В этом разделе метод антиотражающего слоя используется для сопоставления антенной решетки 5-мм волны с конечным огнем с низкочастотным двухдиапазонным PIFA. Конфигурации предложенных совместно расположенных низкочастотных и высокочастотных антенн показаны на рис. 4. Антенны напечатаны на высокочастотной подложке Nelco N9000 с низкими потерями с относительной диэлектрической проницаемостью 2,2, тангенсом потерь 0,0009 и толщиной 0,764 мм. Общие размеры антенны составляют 70 × 120 × 0,764 мм<sup>3</sup>, что является стандартным размером для мобильного телефона.

Размеры антенны после оптимизации следующие:

$L_1 = 2\text{ мм}, L_2 = 3,85\text{ мм}, L_3 = 3,05\text{ мм}, L_4 = 0,75\text{ мм}, L_5 = 2\text{ мм}, L_6 = 5\text{ мм}, L_7 = 2,8\text{ мм}, L_8 = 23,7\text{ мм}, L_9 = 5,2\text{ мм}, L_{10} = 7\text{ мм}, L_{11} = 3,8\text{ мм},$

$L_{12} = 14,5\text{ мм}, L_{13} = 19\text{ мм}, L_{14} = 27\text{ мм}, L_d = 2,8\text{ мм}, L_r = 5,05\text{ мм}, L_c = 9\text{ мм}, W = 0,4\text{ мм}, S = 0,15\text{ мм}, g = 0,2\text{ мм}, g_1 = 1\text{ мм}, Sr = 0,25\text{ мм}, Sd = 2,5\text{ мм}, W_r = 0,4\text{ мм}, W_d = 0,4\text{ мм}, W_L = 0,4\text{ мм}, W_1 = 1\text{ мм}, Dr = 3,6\text{ мм}, Dd = 2\text{ мм}, X_s = 1,45\text{ мм}, X_{sp} = 5,3\text{ мм}, X_{sub} = 70\text{ мм}, Y_{sub} = 120\text{ мм}$  и  $H_{sub} = 0,764\text{ мм}$ .  $H_{sub}$  – толщина подложки.

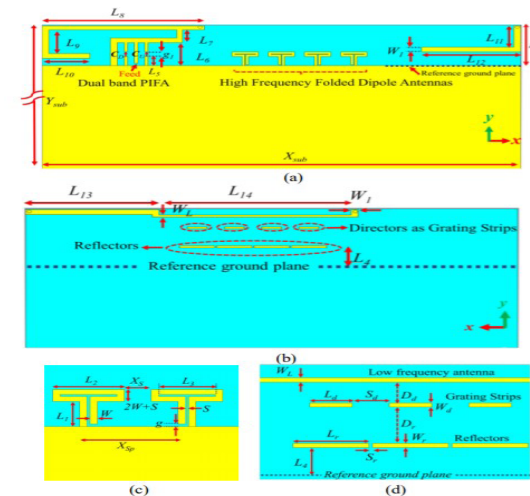


Рисунок 4 – Предлагаемая совмещенная антенная решетка 5G миллиметрового диапазона с двухдиапазонной низкочастотной PIFA. (а) вид сверху, (б) вид снизу, (с) вид сверху высокочастотная антенна с более подробной информацией и увеличением, и (д) нижняя часть вид высокочастотной антенны с более подробной информацией и увеличением

Высокочастотная антенна представляет собой волновую решетку мм с четырехэлементным сложным диполем. Межэлементный интервал ( $X_{sp}$ ) составляет половину длины волны при 28 ГГц. Для улучшения согласования импеданса высокочастотных элементов матрицы на заднем медном слое печатной платы добавлены четыре полосовых отражателя. Эти отражатели также могут улучшить характеристики антенны (например, коэффициент усиления и переднее / обратное отношение) и уменьшить большое влияние земли на диаграммы направленности антенны. Было изучено, что размещение полос решетки на передней или задней стороне медного слоя в печатной плате оказывает аналогичное влияние на диаграммы направленности конечного огня. Размещение решетчатых полос на заднем слое может компенсировать влияние большой плоскости земли на диаграммы направленности в миллиметровом диапазоне и делает рисунки более симметричными. Кроме того, когда низкочастотная антенна размещена в том же медном слое решетчатых полос, полоса полного сопротивления высокочастотной антенны становится лучше. Таким образом, как показано на рис. 4 (б), часть низкочастотной антенны размещена на том же медном слое РВС решетчатых полос. Как указано в разделе II, расстояние между решетками и низкочастотной антенной является наиболее важным параметром для метода антиотражающего слоя. Таким образом, в особом случае, как показано на рис. 4 (б), решетчатые полосы могут быть дополнительно интерпретированы как директор для каждого высокочастотного сложного диполя и на таком же расстоянии от низкочастотной антенны. Таким образом, усиление высокочастотной антенны также может быть улучшено помимо реализации излучения от конечного пожара. Кроме того, высокочастотный массив размещен в центральной части телефона по короткому краю, что только для подтверждения концепции. На практике его также можно размещать близко к углу короткой кромки, не изменяя свойства излучения от конечного огня. Таким образом, центральная часть короткого края может быть оставлена для других компонентов мобильного телефона, таких как USB, динамик, камера и так далее. Небольшой зазор (g), как показано на рис. 4 (с), добавляется для питания высокочастотной антенны. Чтобы увеличить общий угол сканирования и эффективность покрытия при наличии большой заземляющей плоскости в совмещенной конфигурации, высокочастотные антенны были расположены альтернативно. Это означает, что первая антенна подается с правой стороны, а вторая - с левой стороны и так далее. Эта конфигурация подачи требует разности фаз  $180^\circ$  для соседних элементов.

Низкочастотная антенна представляет собой двойную широкополосную антенну PIFA. Двойное широкополосное свойство реализуется путем добавления двух ветвей настройки контура в точке подачи PIFA, как указано в [14]. При настройке емкостных CD и CU были достигнуты широкополосные

характеристики в двухчастотных диапазонах от 740 до 960 МГц и 1,7 – 2,2 ГГц. Значение емкости после оптимизации было выбрано  $CD = 5,6$  пФ и  $CU = 1,2$  пФ.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ

Интегрированная четырехэлементная антенная решетка мм-волны с двухдиапазонной низкочастотной антенной системой была смоделирована и смоделирована с помощью программного обеспечения CST микроволновой студии. Оптимизированный прототип с питающими кабелями был изготовлен, как показано на рис. 5 (а-б), а также измерен, как показано на рис. 5 (с-ф). Кабели с низкими потерями (работающие от низких частот до миллиметровых волн) были использованы для структуры питания высокочастотных антенн в прототипе. Как упомянуто выше, соседние элементы массива мм-волн имеют разность фаз  $180^\circ$ . Это достигается путем точного измерения фазы кабеля с помощью PNA и точной резки их для достижения точной разности фаз  $180^\circ$  на частоте 28 ГГц. Принимая во внимание, что длина кабелей для антенн 2 и 4 немного больше длины кабелей для антенн № 1 и 3, чтобы создать разность фаз на  $180^\circ$ . При моделировании питающие кабели были смоделированы, и их эффекты были включены.

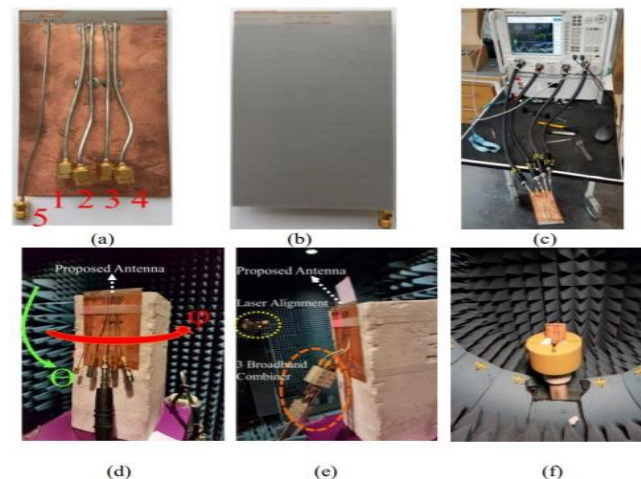


Рисунок 5 – Прототип предлагаемой интегрированной антенны заводского изготовления: (а) вид сверху, и (б) вид снизу. (с) Измерение S-параметров с помощью PNA. (d) Измерение каждого миллиметрового элемента в совмещенной топологии в большой камере. (е) Измерение антенной решетки из четырехэлементов с сумматорами в совмещенная топология. (ф) Измерение низкочастотной антенны в SATIMO камера

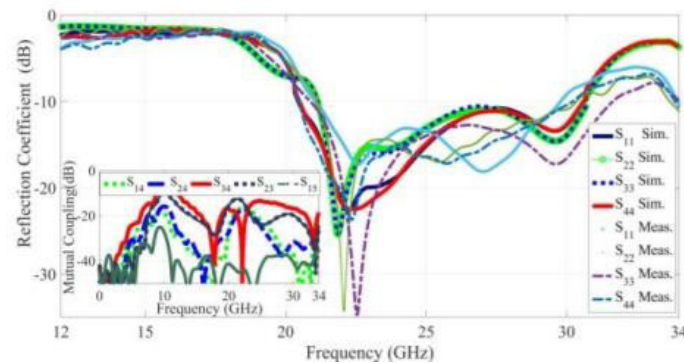


Рисунок 6 – S-параметры (смоделированные и измеренные коэффициенты отражения и измеренная изоляция) изготовленных совмещенных антенных элементов миллиметрового диапазона

S-параметры изготовленных низкочастотных и высокочастотных антенн были измерены с помощью четырехпортового N5227A PNA Keysight PNA 67 ГГц, как показано на рис. 5 (с). Измеренные S-параметры (коэффициенты отражения и взаимная связь) предлагаемых высокочастотных антенных элементов показаны на рисунке 6. Как при моделировании, так и при измерениях ширина полосы -10 дБ составляет около 22–31 ГГц. Изоляция моделирования составляет более 15 дБ, а измеренная - более 13 дБ во всей полосе (см. Рис. 6). Низкочастотная антенна в предложенной совместно расположенной топологии имеет хороший коэффициент отражения лучше, чем -6 дБ как при моделировании, так и при измерениях, от 740 до 960 МГц и 1,7-2,2 ГГц, что охватывает некоторые практические полосы 4G LTE. Взаимная связь между элементами массива (порт 1–4) и низкочастотным PIFA (порт 5) была измерена от DC-34 ГГц, где взаимная связь составляет менее -40 дБ на всех частотах (см. Рис. 6). В общем, моделируемые и измеренные S-параметры очень похожи.

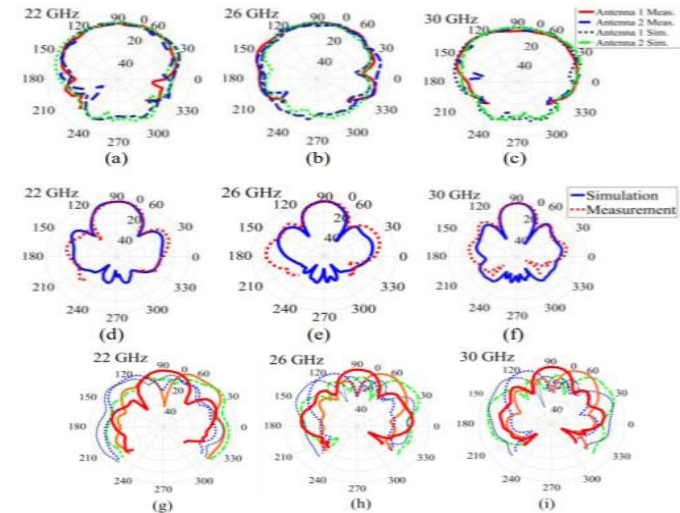


Рисунок 7 – Смоделированная и измеренная нормализованная диаграмма направленности (дБ) высокочастотная антенная решетка в H-плоскости (x-y) при разных частоты: (a-c) диаграмма направленности каждого элемента; (d-f) диаграммы направленности массив с широкополосными сумматорами. (g-i) Комбинация измеренных диаграммы направленности (дБ) всех элементов решетки с разным фазовым сдвигом

S-параметры изготовленных низкочастотных и высокочастотных антенн были измерены с помощью четырехпортового N5227A PNA Keysight PNA 67 ГГц, как показано на рис. 5 (с). Измеренные S-параметры (коэффициенты отражения и взаимная связь) предлагаемых высокочастотных антенных элементов показаны на рисунке 6. Как при моделировании, так и при измерениях ширина полосы -10 дБ составляет около 22–31 ГГц. Изоляция моделирования составляет более 15 дБ, а измеренная - более 13 дБ во всей полосе (см. Рис. 6). Низкочастотная антенна в предложенной совместно расположенной топологии имеет хороший коэффициент отражения лучше, чем -6 дБ как при моделировании, так и при измерениях, от 740 до 960 МГц и 1,7–2,2 ГГц, что охватывает некоторые практические полосы 4G LTE. Взаимная связь между элементами массива (порт 1–4) и низкочастотным PIFA (порт 5) была измерена от DC-34 ГГц, где взаимная связь составляет менее -40 дБ на всех частотах (см. Рис. 6). В общем, моделируемые и измеренные S-параметры очень похожи.

Реализованное усиление совместно расположенной высокочастотной антенной решетки на разных частотах было измерено и показано на рисунке 8. Моделированное и измеренное усиление второго элемента также показано на том же рисунке. Видно, что массив имеет измеренное усиление более 8 дБи в диапазоне 25–30,5 ГГц. Измеренное усиление антенной решетки около 28 ГГц составляет более 9,5 дБи, что может подходить для приложений 5G.

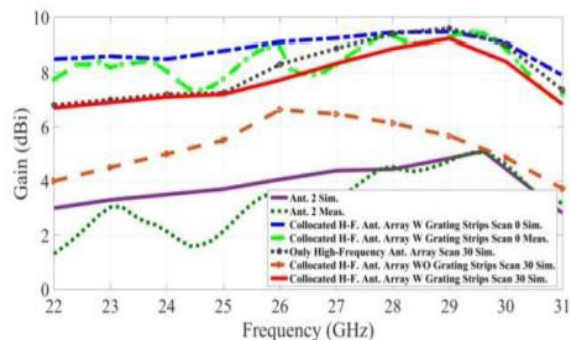


Рисунок 8 – Смоделированный и измеренный коэффициент усиления второго элемента решетки и усиление высокочастотного массива в различных сценариях и углах сканирования

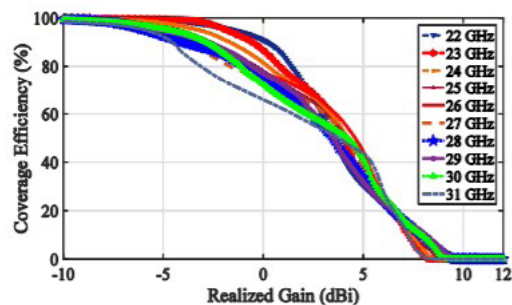


Рисунок 9 – Эффективность покрытия предлагаемой антенной решетки ммдиапазона в диапазоне совмещенная топология на разных частотах

В широкополосной связи была исследована способность управления лучом массива в миллиметровом диапазоне в топологии совместно расположенных низко- и высокочастотных антенн в различных трех сценариях. Пиковое усиление антенны при 30-градусном угле сканирования при трех сценариях приведено на рис. 8. Результаты показывают, что в

совместно расположенной топологии с решеточными полосами усиление антенны и управление направлением луча почти такие же, как в сценарии, где только высокочастотная антенная решетка существует. Потери при сканировании лучше, чем 1,8 дБ во всей рабочей полосе частот при угле сканирования 30 градусов в расположенном рядом массиве с решетками. В размещенной антенне без решетчатых полос диаграмма направленности не является полностью огнем конца, и усиление также значительно ухудшается, когда направляется луч. Общая эффективность и реализованное усиление низкочастотной антенны были проверены в Satimo, как показано на рис. 5 (f). Измеренная общая эффективность лучше, чем 64 % и 65 % в полосах 740–960 МГц и 1,7–2,2 ГГц соответственно. Также измеренное усиление составляет более 0,35 дБи и 3,6 дБи в полосе 740–960 МГц и в полосе 1,7–2,2 ГГц соответственно.

Для количественной оценки характеристик покрытия луча эффективность покрытия рассчитывается по формуле (1) в [13].

Эффективность покрытия дает интуитивное представление о том, как большой телесный угол может быть покрыт антенными решетками с управлением лучом в пользовательском оборудовании. Эффективность покрытия предлагаемой совместно расположенной высокочастотной антенной решетки показана на рис. 9. Можно видеть, что предлагаемая решетка может покрывать 80 процентов сфер с минимальным усилением 0 дБи и 50 процентов сфер с минимальным усилением 4 дБи на 22–31 ГГц, что является довольно большим охватом для четырехэлементной антенной решетки.

### Выводы

Была предложена новая концепция антибликового слоя с решеточными полосами для размещения в 5-миллиметровом диапазоне 5-миллиметрового диапазона 5-миллиметрового диапазона и низкочастотной антенны в мобильных терминалах. Используя метод решетчатых полос, предложенная совместно расположенная высокочастотная антенная решетка работает с минимальными помехами от низкочастотной антенны с точки зрения диаграммы направленности и согласования импедансов. Высокочастотная антенна миллиметрового диапазона работает в диапазоне 22–31 ГГц как в согласовании импедансов, так и в диаграмме направленного излучения, которая покрывает несколько диапазонов для приложений 5G, таких как 24 и 28 ГГц. Массив может сканировать на  $\pm 50$  градусов излучением от конечного огня, что обеспечивает хорошую эффективность покрытия. Общая схема сканирования и эффективность покрытия предлагаемого высокочастотного массива доказывают, что антенна может покрывать 50 и 80 процентов сферы с минимальным усилением 4 дБи и 0 дБи при 22–3 ГГц, соответственно. Также была измерена низкочастотная антенна, которая может охватывать



## References

- 1 **Rappaport, T. S., Sun, S., Mayzus, R., Zhao, H., Azar, Y., Wang, K., Wong, G. N., Schulz, J. K., Samimi, M. and Gutierrez, F.** «Millimeter wave mobile communications for 5G cellular: it will work!» IEEE Access, vol. 1, P. 335–349, 2017.
- 2 **Zhao, K., Helander, J., Sjöberg, D., He, S., Bolin, T. and Ying, Z.** «User body effect on phased array in user equipment for the 5G mmwave communication system», IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., vol. 16, P. 864–867, 2017.
- 3 **Rappaport, T. S., Gutierrez, F., Ben-Dor, E., Murdock, J. N., Qiao, Y. and Tamir, J. I.** «Broadband millimeter-wave propagation measurements and models using adaptive-beam antennas for outdoor urban cellular communications», IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 61, no. 4, P. 1850–1859, April 2013.
- 4 **Syrytsin, I., Zhang, S. and Pedersen, G. F.** «Performance investigation of a mobile terminal phased array with user effects at 3.5 GHz for LTE advanced», IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., vol. 16, P. 1847–1850, 2018.
- 5 **Deng, C., Li, Y., Zhang, Z. and Feng, Z.** «Planar printed multi-resonant antenna for octaband WWAN/LTE mobile handset», IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., vol. 14, P. 1734–1737, 2015.
- 6 **Jeon, S., Oh, S., Kim, H. H. and Kim, H.** «Mobile handset antenna with double planar inverted-E (PIE) feed structure», Electron. Lett., vol. 48, no. 11, P. 612–614, May 2012.
- 7 **Hussain, R., Alreshaid, A. T., Podilchak, S. K., Sharawi, M. S.** «Compact 4G MIMO antenna integrated with a 5G array for current and future mobile handsets», IET Microw. Antennas Propag., vol. 11, no. 2, P. 271–279, Jan. 2019.

Материал поступил в редакцию 19.03.21.

*П. Ж. Аудабай*

**Мобильді терминалдардағы біріктірілген кең жолақты миллиметрлік толқынды 5G антенна мен төменгі жиілікті антенна**

әл-Фараби Қазақ ұлттық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.  
Материал баспаға 19.03.21 түсті.

*A. Zh. Audabay*

**Integrated broadband 5G millimeter wave and low frequency antenna in mobile terminals**

Al-Farabi Kazakh National University,  
Republic of Kazakhstan, Almaty.  
Material received on 19.03.21.

*Бұл мақалада төмен жиілікті PIFA антеннасымен біріктірілген 5 мм-лік диапазонда жұмыс жасайтын сәулелер үшін 5G басқарылатын антеннаны орналастырудың жаңа техникасы ұсынылған. Бұл әдісте төмен жиілікті антенна төмен жиілікті және жоғары жиілікті антенналар арасындағы кейбір торлы жолақтарды қолдану арқылы мөлдір бола алады. 22–31 ГГц диапазонында жұмыс жасайтын төрт элементті миллиметрлік толқындық бағыттау диаграммасы жылжымалы терминалда қос диапазонды төмен жиілікті PIFA-мен біріктірілген. Бұл мақаланың жаңалығы – 5G жоғары жиілікті антенналық массивті орналастыру және төменгі жиілікті антеннаны, мысалы, 4G сияқты ұялы терминалдың кішігірім кеңістігінде бағытталу диаграммасы мен төменгі және жоғарғы жиілікті антенналардың импеданс сәйкестігіне әсер етпейтіндей жағдай жасау. Ұсынылған 5G антеннасы 22–31 ГГц-ті қамтиды және сканерлеудің жоғалуы 3 дБ-ден жоғары болғанда 50 градус сканерлей алады. Ұсынылған 5 мм антеннаның қамту тиімділігі сәйкесінше 22–31 ГГц жиілігінде 4 және 0 дБи минималды күшейту кезінде 50 және 80 %-дан жақсы. Төмен жиілікті антенна 740–960 МГц және 1,7–2,2 ГГц ауқымындағы кейбір практикалық 4G LTE диапазондарын қамтиды. Төмен және жоғары жиіліктегі өлшеу нәтижелері модельдеу нәтижелерімен жақсы сәйкес келеді.*

*Кілтті сөздер: төмен жиілікті PIFA антеннасы, қамту аймағының эффективтілігі, бағытталу диаграммасы, шағылысу коэффициенті.*

*This article introduces a new 5G steerable antenna placement technique for 5mm beams with low frequency PIFA. In this method, the low frequency antenna can be transparent by using some lattice bands between the low frequency and high frequency antennas. A four-element millimeter-wave targeting pattern, operating in the 22–31 GHz range, is integrated with dual-band low frequency PIFA in the mobile terminal. The novelty of this document is to place an end-firing 5G high frequency antenna array and an old generation low frequency antenna such as 4G in a small mobile terminal space without affecting the beam pattern and impedance matching of both low and high frequency antennas. The proposed 5G antenna covers 22–31 GHz and can scan 50 degrees with a scan loss of better than 3 dB. The coverage efficiency of the proposed 5mm antenna is better than 50 and 80 % for a minimum gain of 4 and 0 dBi at 22–31 GHz, respectively. The gain of the high frequency antenna array is better than 9.5 dBi at 28 GHz. The low frequency antenna covers some practical 4G LTE bands in the 740–960 MHz and 1.7–2.2 GHz bands. The measurement results at both low and high frequencies are in good agreement with the simulation results.*

*Keywords: low-frequency PIFA antenna, coverage efficiency, directivity pattern, reflection coefficient.*

МРНТИ 50.53.15

<https://doi.org/10.48081/MCON8258>

**А. С. Шутанова, Д. Б. Жұмабеков**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

### **ТУННЕЛЬДІК ДИОДТЫҢ ВОЛЬТ-АМПЕРЛІК СИПАТТАМАСЫН ЗЕРТТЕУДІ АВТОМАТТАНДЫРУ**

Өлшеуді автоматтандыру мәселесі көптеген жылдар бойы өзекті болып табылады. Өлшеулерді автоматтандыру әдеттегі біртектес әрекеттерден құтылуда және адам факторымен енгізілген қателікті айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді. Мақаланың мақсаты туннельдік диодтың вольт-амперлік сипаттамасын зерттеуді автоматтандыруды микроконтроллер көмегімен жүзеге асыру болып табылады. Өлшеуді автоматтандыру жүйесі – бұл тұтынушыға ұсыну, бақылаудың, диагностиканың, сәйкестендірудің логикалық функцияларын іске асыру мақсатында өлшеу ақпараттарын алуға, оны қайта құруға, өңдеуге арналған функционалдық біріктірілген өлшеу, есептеу және басқа да қосалқы техникалық құралдардың жиынтығы. Өлшеуді автоматтандыру жүйесі тұтынушыға өлшеумен бірге автоматты жинауды, ұсынууды, беруді, есте сақтауды, тіркеуді және өңдеуді қоса алғанда, бақыланатын объектінің барлық қажетті ақпараттық сервисін қамтамасыз етеді. Бұл мақалада аналогты-сандық түрлендіргіш және оның ерекшеліктері, Atmega328 микроконтроллері, оның құрылымы, жұмыс істеу принципі мен негізгі параметрлеріне қысқаша түсінік беріледі. Сонымен қатар, автоматтандыру туралы теориялық түсінік көрсетіледі. Arduino Uno арқылы алға қойылған мақсат, яғни туннельдік диодтың вольт-амперлік сипаттамасын зерттеуді автоматтандыру эксперименттік түрде жүзеге асырылады. Автоматтандыруды эксперименттік түрде шешу барысында Proteus программалау ортасы қолданылады.

Кілтті сөздер: туннельдік диод, вольт-амперлік сипаттама, Arduino Uno микроконтроллері, автоматтандыру, аналогты-сандық түрлендіргіш.

**Кіріспе**

Өлшеуді автоматтандыру мәселесі көптеген жылдар бойы өзекті болып табылады. Оның дамуының неғұрлым белсенді кезеңі 1970 жылдары басталды және микроэлектронды құрылғыларды кеңінен пайдалануды бастаумен, сандық аппаратураны және өлшеу құралдарын, микропроцессорлар мен микро-ЭЕМ енгізумен байланысты болды [1]. Жартылай өткізгішті өнеркәсіпте өлшеуді автоматтандыру аспаптарды зерттеу, жобалау және жасау процесіндегі ажырамас буын болып табылады. Өлшеулерді автоматтандыру әдеттегі біртектес әрекеттерден құтылуға және адам факторымен енгізілген қателікті айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді [2].

Өлшеудің кез келген түрін автоматтандыру үшін екі деңгейде жұмыстар жүргізу қажет:

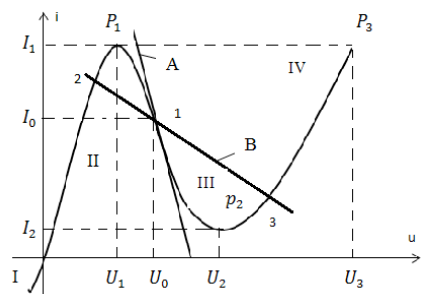
- өлшеу аспаптары, шаралар және өлшеу кешендері;
- ақпараттық-өлшеу жүйелері (АӨЖ).

Бұл мақалада Arduino Uno арқылы алға қойылған мақсат, яғни туннельдік диодтың ВАС-ын зерттеуді автоматтандыру эксперименттік түрде жүзеге асырылады. Автоматтандыруды эксперименттік түрде шешу барысында Proteus программалау ортасы қолданылады.

**Материалдар мен әдістер**

1958 жылы жапон физигі, Токио университетінің профессоры Лео Эсаки жартылай өткізгішті құрылғыны ашты, содан кейін көп ұзамай туннель диоды немесе Эсаки диоды деп аталды. Туннельдік диод деп аталу себебі – оның жұмысы кванттық механикадағы белгілі туннельдік әсерге негізделген. Өте аз кедергісі бар туннельдік диод өзгешеленген топқа жатады [3].

Туннельдік диодтың вольт-амперлік сипаттамасы төмендегідей негізгі параметрлермен сипатталады: вольт-амперлік сипаттаманың максимумына (шыңына) сәйкес келетін ток шамасы және ток максимум болған кездегі диодтың кернеу мәні; вольт-амперлік сипаттамасының минимумына сәйкес минималды ток шамасы және минимум кернеу мәні [4].



Сурет 1 – Туннельдік диодтың вольт-амперлік сипаттамасы [5]

Теріс кернеу кезінде р-п өткеліндегі туннельдік әсердің арқасында диодтың кері тоғы өте жақсы өседі (I – суреттегі I аумақ). Қысқа тура ығысу кезінде кернеудің ұлғаюымен ток сызықты өседі, содан соң ток максимумға жеткеннен кейін терең минимумға түседі (II аумақ), соңында ығысу одан әрі ұлғайған кезде ток экспоненциалды өседі (IV аумақ). Құлау аумағы сипаттамасында келтірілген көлбеу жанамамен анықталатын туннельдік диодтың теріс кедергісі () дифференциалды деп аталады.

Жұмыс нүктесінің орналасуына тәуелді дифференциалды теріс кедергінің модулі келесідей түрде анықталады:

$$|-R_A| = \frac{du}{di} \quad (1)$$

Туннельдік диодына кейде интегралдық кедергі көрсетіледі:

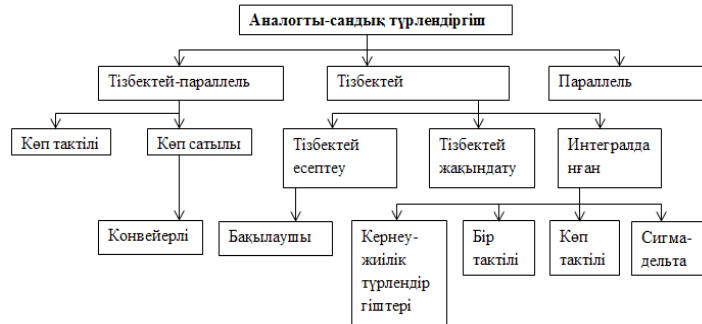
$$|-R_A| = (U_2 - U_1)/(I_2 - I_1) \quad (2)$$

яғни, орташа мән – теріс дифференциалды кедергінің модулі.

Atmega328 микроконтроллері RISC-архитектурасы (Reduced Instruction Set Computing), яғни командалардың шектеулі жиынтығы архитектурасы негізінде салынған [6]. Көрсетілген архитектура қолданудың негізгі салалары үшін бағдарламалардың көп санын статистикалық талдау нәтижесінде анықталған барынша қолданылатын командалардың қысқартылған жиынтығын пайдаланады. Құрылымның қарапайымдылығы мен командалардың аздығы микропроцессор-ядрода аппараттық орындауды және деректерді тез конвейерлік өндеуді толығымен жүзеге асыруға мүмкіндік береді. RISC-тің баламасы CISC-архитектурасы (Complex Instruction Set Computing), яғни әр түрлі күрделіліктегі командалар жиынтығы машиналық тіл деңгейінде іске асырылатын командалардың толық жиынтығы бар архитектура болып табылады. RISC-архитектураның ерекшелігі – ол арифметикалық операцияларды жылдамдатуға бағытталған және CISC-архитектурасы негізіндегі процессорларға қарағанда жоғары жылдамдыққа жауап береді [7]. RISC-архитектурасының негізгі ерекшеліктері:

- бір тактте кез-келген операцияны орындау;
- деректерді өндеу операциялары «регистр-регистр» форматында іске асырылады»;
- жоғары деңгейдегі бағдарламалау тілдерінде компиляция үшін командалардың ыңғайлы құрамы.

Радиоэлектрондық және есептеуіш техниканың жүйелері мен құрылғылардағы ақпаратты өңдеудің дәлдігі мен жылдамдығын арттыру кең қолданылатын аналогты-сандық және сандық-аналогты түрлендіргіштерін (АСТ және САТ) жылдам әрекет ететін бір кристалды схемаларының үлкен класын әзірлеуді талап етті.

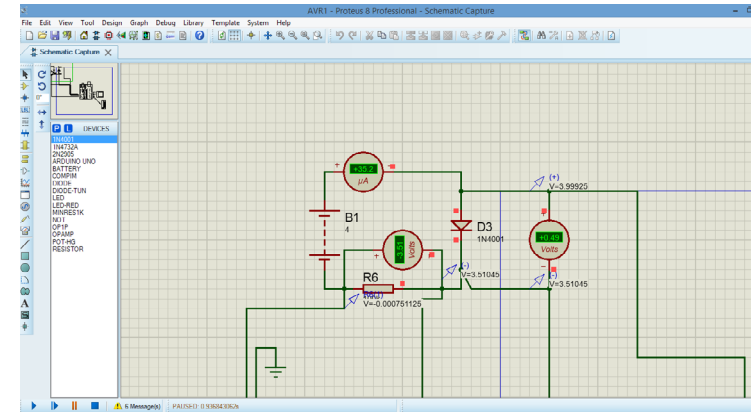


Сурет 2 – АСТ жіктелуі [8]

Аналогты-сандық түрлендіргіштер АСТ кіріс аналогты сигналдарды қабылдайтын және оларға сәйкес келетін басқа сандық құрылғылар мен микропроцессорларды өңдеуге жарамды сандық сигналдарды генерациялайды [9]. Әртүрлі физикалық шамаларды сандық түрге тікелей түрлендіру мүмкіндігі жоққа шығарылмайды, алайда бұл міндет осындай түрлендіргіштердің күрделілігіне байланысты сирек жағдайларда ғана шешілуі мүмкін. Сондықтан қазіргі уақытта физикалық табиғатта әртүрлі шамаларды алдымен электрлік, содан кейін кернеу – код түрлендіргіштернің көмегімен сандық шамаларға түрлендіру әдісі неғұрлым ұтымды болып табылады [10].

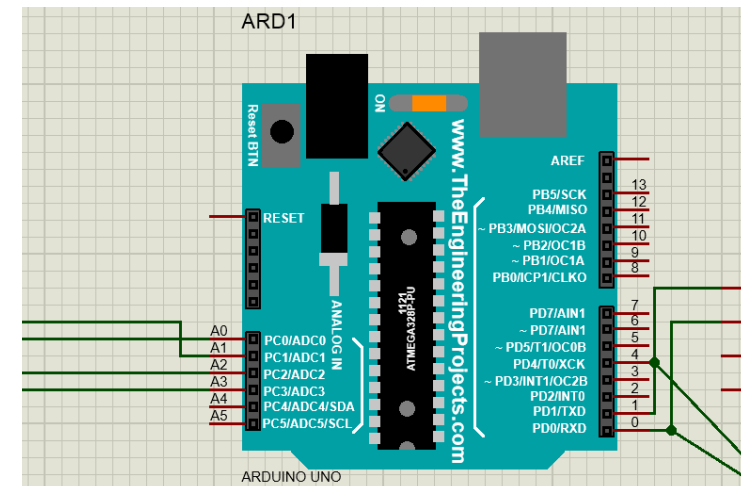
### Нәтижелер мен талқылау

Proteus программалау ортасында диодтың схемасы салынды және автоматизациялауды жүзеге асыру үшін Arduino Uno микроконтроллері пайдаланылды.



Сурет 3 – Диодтың Proteus-тағы алынған схемасы

3 – суретте тізбекке R кедергі тізбектей жалғанды. Оның мәні 100 кОм-ға тең деп алынды. Қорек көзі ретінде қарапайым battery элементі пайдаланылды. Е қорек көзіне 1-ден 5-ке дейін мәндер 0,5 қадаммен берілді. Сол кездегі туннельдік диодтың ток пен кернеу мәндері, яғни амперметр мен вольтметр мәндері шығысына жіберілді. Arduino Uno микроконтроллерінің А0 кірісіне туннельдік диодтың кернеуін өлшейтін вольтметр көрсеткішінің оң мәні жалғанды, ал теріс мәні микроконтроллерінің А2 кірісіне жалғанды.



Сурет 4 – Proteus программалау ортасындағы Arduino Uno микроконтроллері

Arduino Uno микроконтроллерінің кірісіне келген сигнал аналогты сигнал болып табылады. Сол үшін қажет нәтижеге жету үшін, яғни микроконтроллермен жұмыс істеу барысында кіріс сигналды сандық түрге айналдыру қажет болды. Ол үшін аналогты-сандық түрлендіргіш пайдаланылды. Алынған мәндерді шығысқа жіберетін программа жазылды. Айтылған үрдістерді жүзеге асыру үшін, сондай-ақ Arduino Uno микроконтроллеріне программа жазу үшін Arduino программалау ортасы көшірілді. Arduino құрылғыларын программалау тілі C/C++ негізінде жасалған. Ол игеруге оңай және қазіргі уақытта микроконтроллердегі құрылғыларды программалаудың ең ыңғайлы тәсілі болып табылады.

Arduino программалау ортасына жоғарыда аталған үрдістерді жүзеге асыру үшін программа жүзінде келесі код жазылды:

```
int sensorPin0 = A0;
int sensorPin2 = A2;
int sensorPin1 = A1;
int sensorPin3 = A3;
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
// initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);
}
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
// read the input on analog pin 0:
float Voltage_value0 = analogRead (sensorPin0);
/*Serial.println(Voltage_value0);*/
float voltage0 = (Voltage_value0 * 5)/1024;
/*Serial.println(voltage0);*/
float Voltage_value1 = analogRead (sensorPin1);
float voltage1 = (Voltage_value1 * 5)/1024;
float Voltage_value3 = analogRead (sensorPin3);
float voltage3 = (Voltage_value3 * 5)/1024;
float Voltage_value2 = analogRead (sensorPin2);
/* Serial.println(Voltage_value1);*/
float voltage2 = (Voltage_value2 * 5)/1024;
/*Serial.println(voltage1);*/
float subtraction_value = (voltage0 - voltage2);
Serial.println(subtraction_value);
float subtraction_value2 = (voltage1 + voltage3);
float I = subtraction_value2*10;
Serial.println(I);
```

Микроконтроллердің А0 кірісін Pin0-ге тең деп, А1 кірісін Pin1-ге, солай сияқты Pin2 және Pin3-ке сәйкесінше теңестіріп алынды. Содан соң, ол кіріс Pin-дарды voltage\_value, яғни туннельдік диодтың кернеу мәніне деп теңестіріліп алынды (сәйкесінше Pin0-ді voltage\_value0-ге, Pin1-ді voltage\_value1-ге т.с.с.). Алынған мән 5-ке көбейтіліп (5 В), 1024-ке бөлінді. Себебі бізге көрсетіліп отырған мәнді қажет шкалаға келтіріп алу қажет болды. Осы функция қалған 1-ші, 2-ші және 3-ші кернеу үшін де орындалды.

Туннельдік диодтың вольтметрiнiң оң жағы мен терiс жағы көрсетiлген мәндердi бiр-бiрiнен азайта отырып, вольтметрдiң көрсеткiшi шығысына жіберiлдi. Сол алынған кернеу мәні virtual terminal арқылы serial.println() көмегімен экран бетіне шығарылды.

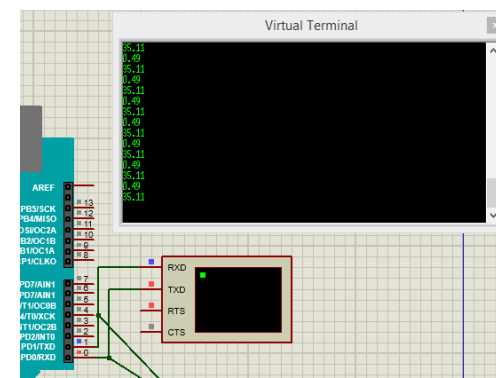
Ал ток мәнін алу үшін тізбекке R кедергіні тізбектей жалғап, оның кернеуі вольтметрдің көмегімен жоғарыда атап өтілген командалар бойынша табылды. Осыдан ток мәні қарапайым Ом заңы арқылы анықталды:

$$I = \frac{U}{R} \quad (3)$$

мұндағы U – вольтметр көрсеткіші, R – тізбекке тізбектей қосылған кедергі (біздің жағдайда 100 кОм), I – туннельдік диодтың Е қорек көзін өзгертіп отырған кездегі токтың мәні. Arduino программалау ортасында шығысқа шығарылған токтың мәні келесідей түрде өрнектелді:

$$I = subtraction\_value2 * 10 \quad (4)$$

мұндағы subtraction\_value2 – тізбекке R кедергі жалғанған кездегі оның кернеу мәні.

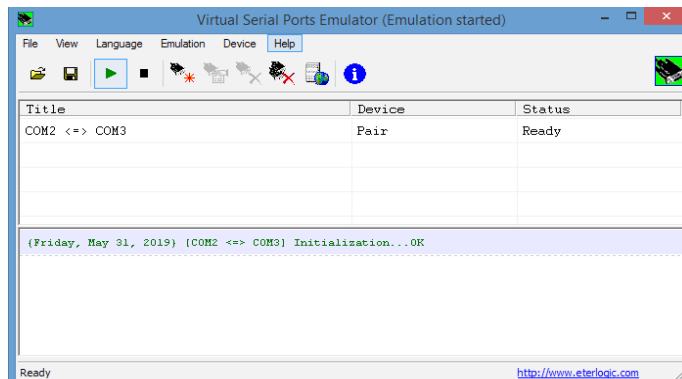


Сурет 5 – Proteus программалау ортасындағы сигнал шығысы және Virtual Terminal көрінісі

Arduino Uno микроконтроллерінің шығысындағы кернеу мен ток мәндері Virtual Terminal көмегімен экранға шығарылды. 5 – суретте Virtual Terminal-дың (виртуалды терминал) Rx пен микроконтроллердің Tx және керісінше, микроконтроллердің Rx пен Virtual Terminal-дың Tx айқастырылып жалғанды.

Proteus программалау ортасынан алынған мәндерді, деректерді шығысында шығару үшін, яғни кернеу мен ток мәндерінен график тұрғызу үшін MatLAB программасы қолданылды.

Proteus программалау ортасынан алынған мәндерді MatLAB программалау ортасына жіберу үшін Virtual Serial Port Emulator программасы қолданылды. Ол үшін Proteus программалау ортасында ComPim құрылғысын алып, оның ішінен физикалық порт COM2 таңдап алынды және физикалық, виртуалды жылдамдықтары 9600 бод тең деп алынды. Содан соң Virtual Serial Port Emulator программасында COM3 порты таңдалынды. Яғни, Proteus программалау ортасындағы мәліметтерді MatLAB программалау ортасынан оқып, график тұрғызылды.



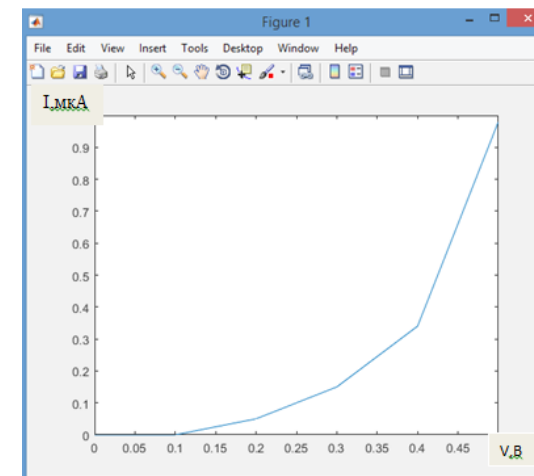
Сурет 6 – Virtual Serial Port Emulator программасы

MatLAB программалау ортасына келген мәліметтерді оқып, кернеудің токқа тәуелділік графигін тұрғызу үшін келесі командалар орындалады:

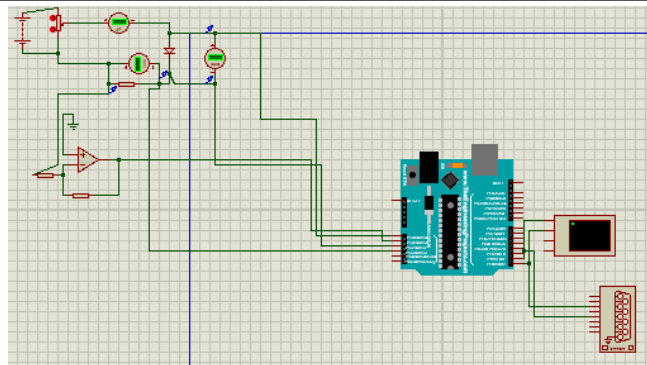
```
clear;
clc;
y = [];
V = 0:0.1:0.5;
I = [];
j = 2;
k = 0;
```

```
s = serial('COM3');
fopen(s)
while j < 7
f = fscanf(s,'%f');
if(~(ismember(f,I)))
I(j) = f;
j = j+1;
end
end
plot(V,I)
fclose(s);
```

Кернеудің мәні 0-ден 0,5-ке дейін 0,1 қадаммен берілді. Proteus программалау ортасынан COM2 порт арқылы келген токтың мәндері жазып алынды және қайталанған мәндерді жазып алмас үшін while циклі құрылды, яғни жаңа мән келмейінше массивке ешнарсе жазылмайды. Осыдан алынған ток пен кернеудің мәндерінен plot командасы арқылы график тұрғызылды(7-сурет).



Сурет 7 – MatLAB программалау ортасында алынған диодтың BAC-ы



Сурет 8 – Туннельдік диодтың ВАС-ын зерттеуді автоматтандырудың Proteus программалау ортасындағы компьютерлік моделі

### Қорытынды

Бұл мақалада туннельдік диодтың ВАС-ын зерттеуді автоматтандыру бойынша толық зерттеулер жүргізілді. Қазіргі таңда жартылай өткізгішті өнеркәсіпте өлшеуді автоматтандыру аспаптарды зерттеу, жобалау және жасау процесіндегі ажырамас буын болып табылады. Өлшеулерді автоматтандыру әдеттегі біртектес әрекеттерден құтылуға және адам факторымен енгізілген қателікті айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді. Алға қойылған мақсатқа жету үшін MatLAB, Proteus программалау орталарында қажетті схемалар жиналып, командалар орындалды.

Туннельдік диодтың вольт-амперлік сипаттамасын зерттеуді автоматтандыру үшін жазылған қажет командалар Arduino программалау ортасында жазылды. Кернеудің мәні 0-ден 0,5-ке дейін 0,1 қадаммен алынды, сәйкесінше токтың мәні программалау ортасында автоматты түрде есептелінді. Proteus программалау ортасынан алынған мәліметтер MatLAB программалау ортасына жіберу үшін Virtual Serial Port Emulator программасы қолданылды. COM порт арқылы жіберілген мәліметтерден MatLAB программалау ортасында қажет командалар жазу арқылы диодтың вольт-амперлік сипаттамасы автоматты түрде шығарылды.

### Пайдаланған деректер тізімі

1 2450 үлгідегі SourceMeter® SMU аспабының көмегімен диодтардың қарапайым вольт-амперлік сипаттамасы // Өтінімге ескертпелер сериясы, 2013. – нөмірі 3225

2 **Шишкин, Г. Г., Агеев, И. М.** Нанoeлектроника. Элементтер, аспаптар, құрылғылар // Бином. Білім зертханасы, 2011. – 408 б.

3 **Платт, Ч.** Электрондық компоненттер энциклопедиясы. 1-том. – Петербург, 2017. – 352 б.

4 **Кочегурова, Е. Ф.** Есептеу математикасының есептерін шешуге арналған MatLAB жүйесінің ерекшеліктері: оқу құралы // Томск политехникалық университетінің баспасы, 2013. – 110 б.

5 **Петин, В.** Arduino контроллерін қолданатын жобалар. – Петербург, 2015. – 350 б.

6 **Гандер, В., Гржебчек, И.** Maple және MATLAB қолдану арқылы ғылыми есептеулердегі есептерді шешу. – «Вассамедина» баспасы, 2005 ж. – 520 б.

7 **Поршнев, С. В.** Жұмыс және бағдарламалау негіздері. Оқулық. –»Бином. Білім зертханасы», 2006 ж. – 320 б.

8 **Челогин, П. М., Афанасьев, Г. К.** Эксперименттік графиктерді талдауды автоматтандыру. – М.: Энергия, 2002. – 120 б.

9 **Ревич, Ю. В.** Қызықты электроника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 576 б.

10 **Хрулев, А.** Диодтар және олардың шетелдік аналогтары. 1-том. – Радиософт, 2001. – 640 б.

### References

1 2450 үлгідегі SourceMeter® SMU аспабының көмегімен диодтардың қарапайым вольт-амперлік сипаттамасы. [Keithley a Tektronix Company Easy I-V Characterization of Diodes Using the Model 2450 SourceMeter® SMU Instrument] //Application Note Series - 2013 - Number 3225

2 **Shishkin, G.G., Ageev, I. M.** Nanoelektronika. Elementter, aspaptar, qurylgylar. [Nanoelectronics. Elements, devices] // Binom. Knowledge laboratory, 2011. – 408 p.

3 **Platt, Ch.** Elektronдық komponentter ensiklopediasy [Encyclopedia of electronic components]. – Petersburg, 2017. – 352 p.

4 **Kochegurova, E. F.** Esepteу matematikasynyñ esepтерin sheshýge arналған MatLAB júiesiniñ ereksheликтери: oқу quraly. [Features of the MatLAB system for solving problems of computational mathematics: textbook] // Publishing of Tomsk Polytechnic University, 2013. – 110 p.

5 **Petin, V.** Arduino kontrollerin qoldanatyn jobalar. [Projects using the Arduino controller]. – Petersburg, 2015. – 350 p.

6 **Gander, V., Grzeschik, I.** Maple және MATLAB қолдану арқылы ғылыми есептеулердегі есептерді шешу. [The solution of problems in scientific calculations using Maple and MATLAB]. – Publishing «Massmedia», 2005. – 520 p.

7 **Porshnev, S. V.** Jumys және бағдарламалау негіздері. Оқылық. [Fundamentals of work and programming. Textbook]. – «Binom. Laboratory of knowledge», 2006. – 320 p.

8 **Chelogin, P. M., Afanasyev, G. K.** Eksperimenttik grafikterdi taldaudy avtomattandy. [Automation of the analysis of experimental graphs]. – M. : Energy, 2002. – 120 p.

9 **Revich, U. V.** Qyzyqty elektronika. [Interesting electronics]. – Petersburg, 2015. – 576 p.

10 **Khrulev, A.** Diodtar және olardyń sheteldik analogtary. [Diodes and their foreign analogues]. – Radiosoft, 2001. – 640 p.

Материал баспаға 19.03.21 түсті.

*A. S. Shutanova, D. B. Zhumabekov*

#### **Автоматизация исследования вольт-амперной характеристики туннельного диода**

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,  
Республика Казахстан, г. Алматы.

Материал поступил редакцию 19.03.21.

*A. S. Shutanova, D. B. Zhumabekov*

#### **Automation of the study of the current-voltage characteristic of a tunnel diode**

Al-Farabi Kazakh National University,  
Republic of Kazakhstan, Almaty.

Material received on 19.03.21.

*Проблема автоматизации измерений актуальна на протяжении многих лет. Автоматизация измерений позволяет избавиться от привычных однообразных действий и значительно уменьшить погрешность, вносимую человеческим фактором. Целью статьи является осуществление автоматизации исследования вольт-амперной характеристики туннельного диода с помощью микроконтроллера. Система автоматизации измерений – это совокупность функционально интегрированных измерительных, вычислительных и других вспомогательных технических средств, предназначенных для получения, преобразования, обработки измерительной информации с целью предоставления*

*потребителю, реализации логических функций контроля, диагностики, идентификации. Система автоматизации измерений обеспечивает потребителю весь необходимый информационный сервис контролируемого объекта, включая автоматический сбор, представление, передачу, запоминание, регистрацию и обработку вместе с измерением. В данной статье дается краткое объяснение структуры, принципа работы и основных параметров микроконтроллера Atmega328. Кроме того, демонстрируется теоретическое понимание автоматизации. Поставленная цель через Arduino Uno, т. е. автоматизация исследования вольт-амперная характеристика туннельного диода, осуществляется экспериментально. В процессе экспериментального решения автоматизации используется среда программирования Proteus.*

*Ключевые слова: туннельный диод, вольт-амперная характеристика, микроконтроллер Arduino Uno, автоматизация, аналого-цифровой преобразователь.*

*The problem of measurement automation has been relevant for many years. Automation of measurements allows you to get rid of the usual monotonous actions and significantly reduce the error introduced by the human factor. The purpose of the article is to automate the study of the current-voltage characteristic of a tunnel diode using a microcontroller. A measurement automation system is a set of functionally integrated measuring, computing and other auxiliary technical means designed to receive, transform, and process measurement information in order to provide the consumer with the implementation of logical control, diagnostics, and identification functions. The measurement automation system provides the consumer with all the necessary information service of the controlled object, including automatic collection, presentation, transmission, storage, registration and processing along with the measurement. This article provides a brief explanation of the structure, operating principle, and basic parameters of the Atmega328 microcontroller. In addition, a theoretical understanding of automation is demonstrated. The goal set through the Arduino Uno, i.e. automation of the current-voltage characteristics tunnel diode research, is carried out experimentally. The experimental automation solution uses the Proteus programming environment.*

*Keywords: tunnel diode, current-voltage characteristic, Arduino Uno microcontroller, automation, analog-to-digital converter.*



МРНТИ 49.43.00

<https://doi.org/10.48081/WNSM5535>

**А. Т. Агайдарова, К. Х. Туманбаева**

Алматынський университет энергетикi и связи имени Гумарбека Даукеева,  
Алматы, Республика Казахстан

### **АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ МАРШРУТИЗАЦИИ В MANET**

*Мобильная ad-hoc сеть (MANET) – это самонастраивающаяся инфраструктура, состоящая из мобильных устройств, соединенных беспроводными линиями связи. В технологии MANET применяются три протокола AODV, DSR и DSDV.*

*Внутренний механизм протокола reactive (AODV, DSR) и proactive (DSDV) приводит к значительной разнице в производительности. Дифференциалы производительности анализируются с помощью NS-2, который является основным сетевым симулятором, NAM (Network Animator), AWK (postprocessing script) и были сопоставлены с точки зрения доли доставки пакетов (PDF), средней конечной задержки и пропускной способности в различных средах, определяемых различной сетевой нагрузкой, скоростью мобильности и количеством узлов.*

*Результаты, представленные в данной исследовательской работе, демонстрируют анализ производительности протоколов маршрутизации AODV, DSDV и DSR. Было замечено, что AODV и DSR работают лучше, чем DSDV с точки зрения PDF и пропускной способности. Однако в плане средней конечной задержки, DSDV, по-видимому, является лучшим.*

*Ключевые слова: AODV, система DSR, DSDV, рабочие параметры, симулятор сети (NS-2), мобильной одноранговой сети.*

#### **Введение**

Мобильная ad-hoc сеть (MANET) – это автономная, самонастраивающаяся сеть мобильных узлов, которая может быть настроена случайным образом и сформирована без необходимости какой-либо существующей сетевой инфраструктуры или централизованного администрирования. Все узлы могут

быть мобильными, что приводит к возможной динамической топологии сети, что является реальной сложной проблемой в мобильных специальных сетях.

Динамический характер топологии MANET требует использования эффективных протоколов маршрутизации, обеспечивающих безопасную доставку пакетов к месту назначения с приемлемыми задержками.

Имитационные исследования протоколов маршрутизации MANET в основном рассматривали случайную путевую точку в качестве эталонной модели мобильности.

Исходные данные для имитационного моделирования были взяты из источников [1], которые отражают движение транспорта в среде городских улиц. Транспортная сеть будет представлена сеточной топологией, в которой транспортная единица, в виде узла сети, будет перемещаться в вертикальном или горизонтальном направлении на городской карте.

Целью данной работы является сравнительный анализ протоколов маршрутизации AODV, DSR и DSDV при заданных значениях размера сети, скорости мобильности и сетевой нагрузки.

Рассмотрим каждый из перечисленных протоколов.

#### **Материалы и методы**

*Протокол AODV (AdHoc On-Demand Distance Vector Routing)*

Протокол AODV – это протокол маршрутизации для мобильных специальных сетей MANET и других беспроводных специальных сетей, обеспечивающий обнаружение маршрутов по требованию [2]. Данный протокол является реактивным протоколом маршрутизации, означающим то, что он устанавливает маршрут к месту назначения только по требованию. Всякий раз, когда узлам необходимо отправить данные в пункт назначения, если исходный узел не имеет информации о маршруте в своей таблице, процесс обнаружения маршрута начинает находить маршруты от источника до пункта назначения. Узел запрашивает маршрут к месту назначения, передавая сообщение RREQ всем своим соседям. Сообщение RREQ содержит широковещательный идентификатор, два порядковых номера, адреса источника и назначения и количество переходов. Промежуточные узлы, получающие сообщение RREQ, могут выполнить два шага: если это не конечный узел, то он ретранслирует пакет RREQ своим соседям. В противном случае это будет узел назначения, а затем он отправит одноадресное сообщение воспроизведения, route replay (RREP), непосредственно к источнику, из которого было получено сообщение RREQ. Этот RREP одноадресно передается по обратным маршрутам промежуточных узлов до тех пор, пока не достигнет исходного запрашивающего узла. Этот процесс повторяется до тех пор, пока RREQ не достигнет узла, имеющего действительный маршрут к месту назначения.

На каждом узле [3] AODV поддерживает таблицу маршрутизации. Каждый узел имеет порядковый номер. Когда узел хочет инициировать процесс обнаружения маршрута, он включает свой порядковый номер и самый свежий порядковый номер, который у него есть для назначения. Промежуточный узел, получающий пакет RREQ, воспроизводится в пакет RREQ только тогда, когда порядковый номер его пути больше или идентичен порядковому номеру, содержащемуся в пакете RREQ. Обратный путь от промежуточного узла к исходному формируется с сохранением адреса узла, с которого исходная копия RREQ. Таким образом, в конце этого цикла запрос-ответ устанавливается двунаправленный маршрут между запрашивающим узлом и пунктом назначения. Когда узел теряет связь со своим следующим прыжком, он аннулирует свой маршрут, отправляя RERR всем узлам, которые потенциально получили его RREP.

Пока маршрут остается активным, он будет сохраняться. Маршрут считается активным до тех пор, пока пакеты данных периодически перемещаются от источника к месту назначения по этому пути. Как только источник перестанет посылать пакеты данных, время ожидания ссылок истечет и в конечном итоге они будут удалены из таблиц маршрутизации промежуточных узлов. Когда исходный узел хочет отправить данные в какой-то пункт назначения, сначала он ищет таблицу маршрутизации; если он может найти ее, он будет использовать ее. В противном случае он должен начать обнаружение маршрута, чтобы найти маршрут [1]. Это также сообщение об ошибке маршрута (RERR), которое используется для уведомления других узлов о некоторых сбоях в других узлах или связях [4].

*Динамическая маршрутизация источников DSR (Dynamic Source Routing)*

Динамическая исходная маршрутизация (DSR) – это протокол реактивной маршрутизации, разработанный специально для использования в многопереходных беспроводных ad hoc-сетях мобильных узлов [5]. В этом протоколе каждый источник определяет маршрут, который будет использоваться при передаче его пакетов в выбранные пункты назначения. Существует два основных компонента, называемых обнаружением маршрута и обслуживанием маршрута. Обнаружение маршрута-это механизм, с помощью которого узел, желающий отправить пакет в пункт назначения, получает путь к месту назначения. Обслуживание маршрута - это механизм, с помощью которого узел обнаруживает разрыв в своем исходном маршруте и получает исправленный маршрут. Отправитель знает полный маршрут хоп-хоп до пункта назначения. Эти маршруты хранятся в кэше маршрутов [6, 7]. Протокол допускает несколько маршрутов к любому месту назначения и позволяет каждому отправителю выбирать и контролировать маршруты,

используемые при маршрутизации его пакетов, например, для использования в балансировке нагрузки или для повышения надежности. Протокол DSR предназначен в основном для мобильных сетей ad-hoc с числом узлов до двухсот и хорошо работает даже при очень высоких скоростях мобильности.

*Протокол DSDV (Destination Sequenced Distance Vector)*

Протокол маршрутизации вектора расстояния назначения с последовательностью [8] представляет собой проактивный протокол маршрутизации, основанный на алгоритме маршрутизации Беллмана-Форда. Он был разработан К. Перкинсом и П. Бхагватом в 1994 году [9]. Этот протокол добавляет новый атрибут, порядковый номер, к каждой записи таблицы маршрутов на каждом узле. Каждый узел в мобильной сети поддерживает таблицу маршрутизации, в которой записываются все возможные пункты назначения в пределах несекционированной сети и количество переходов маршрутизации к каждому пункту назначения. В этом протоколе пакеты маршрутизируются между узлами специальной сети с использованием таблиц маршрутизации, хранящихся на каждом узле. Каждая таблица маршрутизации на каждом узле содержит список адресов всех остальных узлов сети. Вместе с адресом каждого узла в таблице содержится адрес следующего прыжка, который должен совершить пакет, чтобы достичь узла. Этот протокол был мотивирован для использования обмена данными по изменяющимся и произвольным путям соединения, которые не могут быть близки ни к одной базовой станции.

#### **Результаты и обсуждения**

Имитационное моделирование движения транспортных средств в пределах части одного города, в котором улицы расположены в горизонтальном и вертикальном направлениях, реализовано в среде имитационного моделирования сетей NS [10, 11].

Для всех симуляций использовались одни и те же модели движения, количество источников трафика фиксировалось на 10, 30 и 50, время паузы варьировалось как 0, 20, 40, 60, 80 и 100 с, а фиксированная граница топологии составляла 500x500.

Как показано на рисунках 1, 2 и 3, мы наблюдаем, что, независимо от размера сети или скорости мобильности, AODV и DSR работали лучше, чем DSDV, доставляя более 90 % пакетов данных.

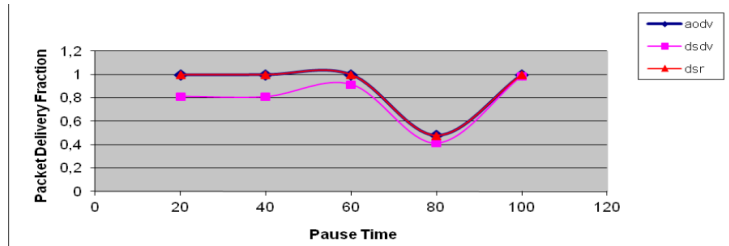


Рисунок 1 – Доля доставки пакетов при времени паузы (10 узлов)

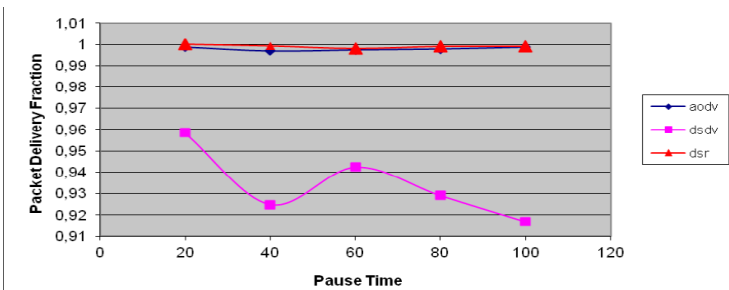


Рисунок 2 – Доля доставки пакетов при времени паузы (30 узлов)

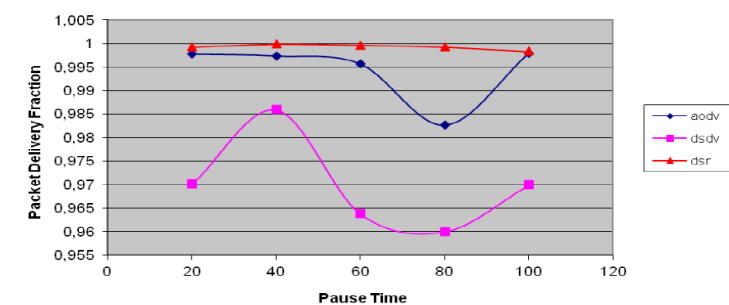


Рисунок 3 – Доля доставки пакетов при времени паузы (50 узлов)

Средняя конечная задержка доставки пакетов была выше в AODV, как показано на рисунках 4, 5 и 6.

Те же цифры показывают равномерное распределение средней конечной задержки в DSDV и DSR, которые показали лучшие результаты, чем AODV.

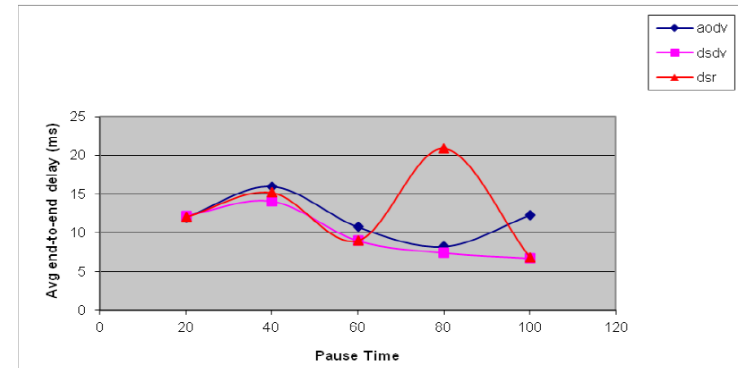


Рисунок 4 – Средняя конечная задержка при времени паузы (фиксированные 10 узлов)

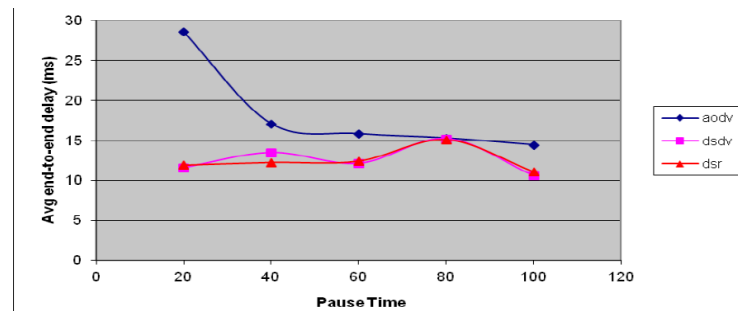


Рисунок 5 – Средняя конечная задержка при времени паузы (фиксированные 30 узлов)

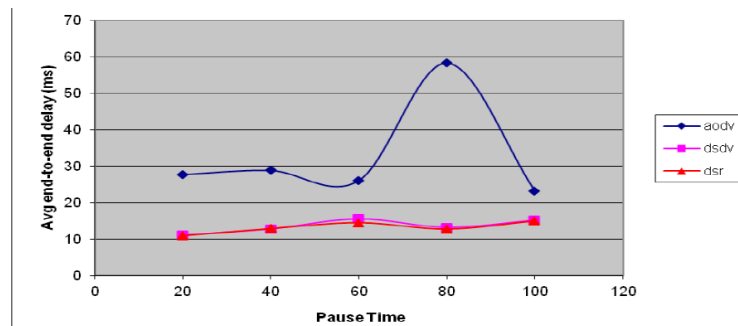


Рисунок 6 – Средняя конечная задержка при времени паузы (фиксированные 50 узлов)

Пропускная способность была одинаковой как для AODV, так и для DSR и несколько выше по сравнению с DSDV (рис.7, 8 и 9).

Размер сети и сетевая нагрузка привели к увеличению пропускной способности для трех протоколов.

С увеличением размера сети мы предполагаем, что сетки DSDV и DSR работают лучше, чем AODV, обеспечивая приемлемую среднюю конечную задержку, пропускную способность и долю доставки пакетов (рис.3, 6 и 9).

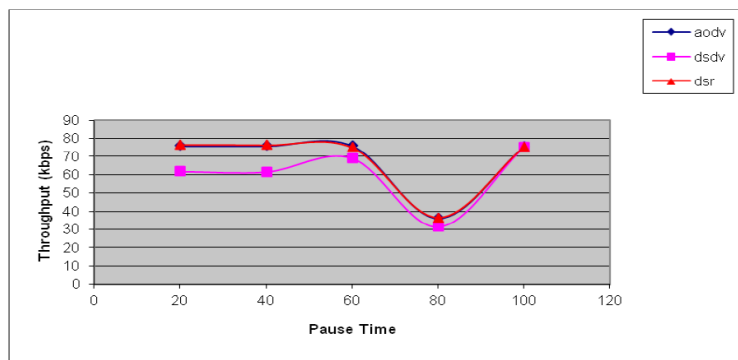


Рисунок 7 – Пропускная способность при времени паузы (фиксированные 10 узлов)

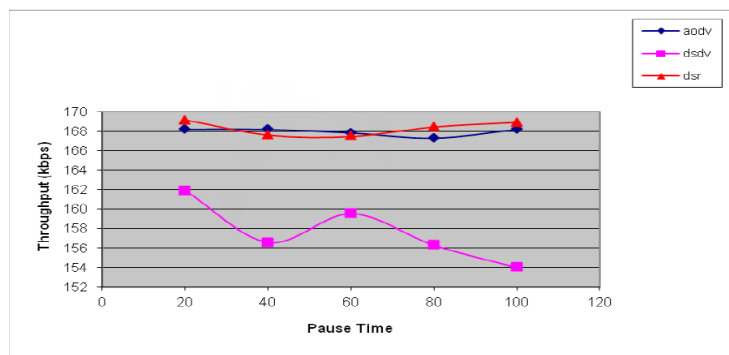


Рисунок 8 – Пропускная способность при времени паузы (фиксированные 30 узлов)

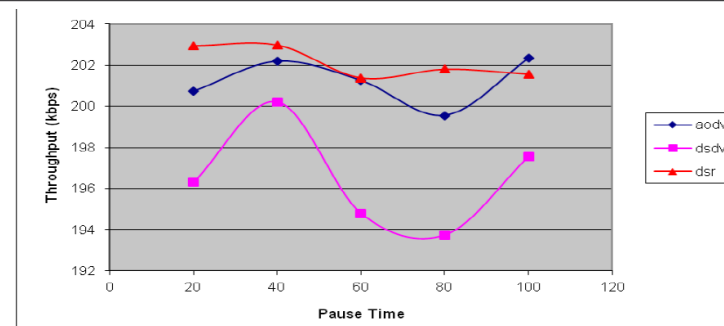


Рисунок 9 – Пропускная способность при времени паузы (фиксированные 50 узлов)

### Выводы

В данной работе были проанализированы протоколы маршрутизации AODV, DSDV и DSR с использованием различных метрик параметров с точки зрения доли доставки пакетов (PDF), средней конечной задержки и пропускной способности в различных средах.

Результаты моделирования показывают, что параметры производительности протоколов маршрутизации могут варьироваться в зависимости от сетевой нагрузки, мобильности и размера сети.

В рамках выбранной модели AODV и DSR показывают самую высокую долю доставки пакетов и пропускную способность с увеличением времени паузы узлов, источников трафика CBR и количества мобильных узлов. Однако DSDV показывает самую низкую среднюю конечную задержку.

Производительность AODV и DSR обусловлена их характеристиками по требованию для определения свежести маршрута. И доказано также, что AODV имеет несколько более высокую среднюю конечную задержку, чем DSR.

В данной работе используются три протокола маршрутизации, и их характеристики были проанализированы по трем параметрам производительности. Эта статья может быть улучшена путем рассмотрения других протоколов маршрутизации MANET в различных сценариях мобильности по отношению к другим показателям производительности.

### Список использованных источников

1 Саади, Ю., Кафхали, С. Э., Хаккик, А., Нассереддин Б. «Имитационный анализ протоколов маршрутизации с использованием Модели мобильности Manhattan Grid в MANET», Международный журнал компьютерных приложений (0975–8887) Том 45 – № 23, май 2012 г.

2 **Карлова, П. Е., Элизабет, М. Р.** «Ad-hoc дистанционная векторная маршрутизация по запросу», в труды 2-го семинара IEEE на мобильных вычислительных системах и приложениях, 80–100 стр., по стандарту IEEE, февраль 1999 года.

3 **Усоп, Н., Абдулла, А., Абидин, А.** «Оценка производительности протокола маршрутизации AODV, DSDV и DSR», IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.9 No.7, July 2009. М.

4 **Муртии, С., Дас, М. В.** «Оценка эффективности MANET протоколов маршрутизации, используя опорную точку группы мобильности и модели случайных точек», международный журнал специальных датчиков и распределенных вычислений (IJASUC), объем.2, № 1, Март 2011.

5 **Дэвид, Б. Д., Дэвид, А. М.** «Динамическая маршрутизация источников в ad hoc беспроводных сетях», Глава 5, страницы 153–181. Kluwer Academic Publishers, 1996.

6 **Джонсон, Д. Б., Мальц, Д. А.** «Динамическая маршрутизация источников в ad hoc беспроводных сетях», Mobile Computing (Kluwer Academic, 1996) chapter 5, PP.

7 **Брок, Ж., Джонсон, Б. Д., Мальц, Д. А.** «Источник динамических протоколов маршрутизации для мобильных ad hoc сетей», рабочей группы IETF по MANET группы, интернет-проекта, октябрь 1999 года.

8 **Чарльз, Е. П.** «Highly dynamic destination-sequenced distance-vector routing (dsv) for mobile computers», SIGCOMM, 1994.

9 **Перкинс, С. и Бхагват, П.** «Мобильные системы на основе интернет-протокола», объем. 1, февраль. 1994, С. 32–41.

10 **Арфин, С.** «Оценка производительности протоколов маршрутизации MANET с использованием моделей мобильности на основе сценариев», Инновационные алгоритмы и методы автоматизации, промышленной электроники и телекоммуникаций, Спрингер, С. 419–424, 2007.

11 **Шах, С. и др.,** «Оценка эффективности специальных протоколов маршрутизации с помощью моделирования в NS2», конф. мобильных и повсеместных вычислений, 2008.

## References

1 **Saadi, Yu., Kafkhal, S. E., Khakik, A., Nassereddin B.** «Simulation of Routing Protocols Using the Manhattan Grid Mobility Model in MANET», International Journal of Computer Applications (0975–8887) Vol. 45, 23, May 2012.

2 **Karlova, P. E., Elizabeth, M. R.** «Ad hoc on-demand distance vector routing», in Proceedings of the 2nd IEEE State Seminar on Mobile Computing Systems and Applications, 80–100 pages, according to the IEEE standard, February 1999 of the year.

3 **Usop, N., Abdulla, A., Abidin, A.** «Evaluating the Performance of the AODV, DSDV and DSR Routing Protocol», IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL. 9 No.7, July 2009. М.

4 **Murtii, S. MV Das,** «Evaluating the Effectiveness of MANET Routing Protocols Using Mobility Group Pivot Point and Random Point Models», International Journal of Special Sensors and Distributed Computing (IJASUC), Vol. 2, No. 1, March 2011.

5 **David, B. D., David, A. M.** «Dynamic Source Routing in ad hoc wireless networks», Chapter 5, pages 153-181. Kluwer Academic Publishers, 1996.

6 **Johnson, D. B., Maltz, D. A.** «Dynamic Source Routing in ad hoc wireless networks», Mobile Computing (Kluwer Academic, 1996) chapter 5, PP.

7 **Brock, J., Johnson, B. D., Maltz, D. A.** «The Source of Dynamic Routing Protocols for Mobile Ad Hoc Networks», IETF MANET Working Group, Internet Project, October 1999.

8 **Charles, E. P.** «Highly dynamic destination-sequenced distance-vector routing (dsv) for mobile computers», SIGCOMM, 1994.

9 **Perkins, S. Bhagwat, P.** «Internet Protocol Mobile Systems», vol. 1, February. 1994, p. 32–41.

10 **Arfin, S.** «Performance Evaluation of MANET Routing Protocols Using Scenario Based Mobility Models», Innovative Algorithms and Methods for Automation, Industrial Electronics and Telecommunications, Springer, pp. 419–424, 2007.

11 **Shah, S. et al.,** «Evaluating the Effectiveness of Special Routing Protocols Using Simulation in NS2», Conf. mobile and ubiquitous computing, 2008.

Материал поступил редакцию 19.03.21.

*A. T. Agaidarova, K. X. Tumanbayeva*

## MANET-те маршруттау протоколдарын талдау

Гумарбек Даукеев атындағы  
Алматы энергетика және байланыс университеті,  
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.  
Материал баспаға 19.03.21 түсті.

*A. T. Agaidarova, K. K. Tumanbayeva*

## Analysis of routing protocols in MANET

Almaty University of Power and Telecommunications  
named after Gumarbek Daukeev,  
Republic of Kazakhstan, Almaty.  
Material received on 19.03.21.

Мобильді ad-hoc желісі (MANET) – сымсыз байланыс желілерімен қосылған мобильді құрылғылардан тұратын өзін-өзі реттейтін инфрақұрылым. MANET технологиясында үш AODV, DSR және DSDV протоколдары қолданылады.

Reactive (AODV, DSR) және proactive (DSDV) протоколдың ішкі механизмі өнімділіктің айтарлықтай айырмашылығына әкеледі. Өнімділік дифференциалдары NS-2-мен талданады, ол негізгі желілік симулятор, NAM (Network Animator), AWK (postprocessingscript) болып табылады және пакеттік жеткізілім үлесі (PDF), әр түрлі ортадағы орташа кідіріс және өткізу қабілеті, әр түрлі желілік жүктеме, ұтқырлық жылдамдығы және түйіндер саны бойынша анықталды.

Осы зерттеу жұмысында келтірілген нәтижелер AODV, DSDV және DSR маршруттау протоколдарының жұмысына талдау жасайды. AODV және DSR PDF және өткізу қабілеті жағынан DSDV-ге қарағанда жақсы жұмыс істейтіні байқалды. Алайда, орташа кідіріс бойынша DSDV ең жақсы болып көрінеді.

Кілтті сөздер: AODV, DSR жүйесі, DSDV, жұмыс параметрлері, желілік симулятор (NS-2), мобильді желі.

*A Mobile Ad-hoc Network (MANET) is a network of mobile devices linked by wireless connections that is self-configuring. Simulative analysis is an important technique in this network technology for understanding the efficiency of routing protocols. Three AODV, DSDV and DSR protocols were simulated in this article.*

*The internal mechanism of the reactive (AODV, DSR) and proactive (DSDV) protocols results in a major performance difference. Using NS-2, which is the main network simulator, NAM (Network Animator), AWK (post processing script), the output differentials are evaluated and compared in spite of Packet Delivery Fraction (PDF), Average End-to-end Delay and Average End-to-end Delay. Throughput, with varying network load, mobility rate and number of nodes defined in different environments.*

*The performance review of AODV, DSDV and DSR routing is illustrated by our findings provided in this research paper. It has been noted that in terms of PDF and throughput, AODV and DSR perform better than DSDV. However, DSDV seems to be the highest in terms of Average End-to-End Delay.*

**Keywords:** AODV, DSR system, DSDV, operating parameters, network simulator (NS-2), mobile peer-to-peer network.

FTAMP 47.14.17

<https://doi.org/10.48081/TKXF4687>

**А. А. Байзыханова, М. Ж. Бисенбай, З. Т. Әмір**

Әл-Фараби Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

## **КВАДРОКОПТЕР АРҚЫЛЫ ОБЪЕКТИЛЕРДІ АНЫҚТАУ АЛГОРИТМІН ҚҰРУ**

Объектілерді динамикалық сәйкестендіру қазіргі Қазақстандағы айқын проблема болып табылады. Камерадағы заттарды анықтау күрделі схемаларға негізделген. Осы ғылыми жұмыс барысында объектілерді дрондар арқылы анықтау мүмкіндігі берілген. Бұл әдістер үнемді және кең қолданыла алады. Сымсыз әуе кемелерінің классификациясының ерекшеліктері егжей-тегжейлі сипатталған. Квадрокоптерді жобалау алгоритмі келтірілген, есептеулер мен дронның процестерін ұйымдастырудың негізгі нүктелері келтірілген. Заттарды және олардың күрделілігін анықтау әдістері талқыланады. Орналасудың динамикалық өзгеруімен объектілерді нүктелік анықтауға негізделген анықтау алгоритмінің мысалы келтірілген. Квадрокоптердің қозғалтқыш процесінің формулаларын есептеу нәтижелері көрсетілген. Нысанды анықтау алгоритмдерін қолдануға ыңғайлы квадрокоптерлердің негізгі түрлері талданады. Мақалада көрсетілген алгоритмді қолданудың жағымды жақтары, сондай-ақ квадрокоптер жасау технологиясы бойынша практикалық және міндетті материалдар келтірілген. Ұшқышсыз ұшу аппараттарының түрлері мен салыстырулары көрсетілген. Бағдарламалау Matlab бағдарламасында квадрокоптер моделі жасалған жерде жүзеге асырылды. Барлық блоктар бағдарламаланған және жүйенің дұрыс жұмыс істеуі үшін белгілі параметрлер мен есептеу нәтижелері көрсетілген. Simulink ішкі бағдарламасы қолданылды. Алынған мәліметтерге сәйкес нәтижелерді талдау объектілерді анықтаудың дайын алгоритмінің динамикалық деректерін өлшеу кезінде келтірілген.

Кілтті сөздер: квадрокоптер, объектіні анықтау, алгоритм, бағдарламалау, ұшу аппараты.

### **Кіріспе**

Quadcopter, сондай-ақ quadrotor ретінде белгілі төрт роторлы тікұшақ. Роторлар жоғары бағытталған және квадрокоптер массасының ортасынан тең

қашықтықта квадрокоптер конфигурациясында орналасқан. Квадрокоптер Электр қозғалтқыштарымен айналатын роторлардың бұрыштық жылдамдығын реттеу арқылы басқарылады.

Квадрокоптер-қарапайым конструкцияға байланысты шағын пилотсыз ұшу аппараттары (ӨБҰА) үшін қарапайым конструкция. Бұл робот бақылауда, іздестіруде және құтқаруда қолданылады. Олардың күрделі құрылымына келсек, квадрокоптер қазіргі уақытта робототехниканың көптеген зерттеулерімен ескеріледі және оның күрделенуі кең қолдану диапазонында қолданылуы мүмкін ерекше қабілеттерді тудырады. Ұшқышсыз ұшу аппараттарының квадрокоптері (ӨБҰА) әскери және құқық қорғау органдарының бақылауына және барлауына, сондай-ақ қалалық жағдайларда іздестіру-құтқару миссияларына пайдаланылады, ол жерде тыныш тұрып қалуы және жерде адамдарды қадағалау үшін камераны пайдалануы мүмкін шағын БПЛА болып табылады [1].

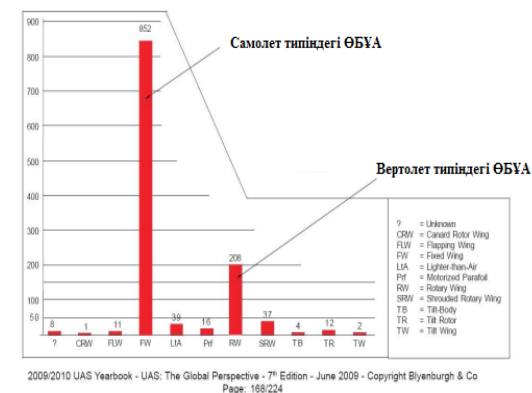
Жұмыстың өзектілігі мен тәжірибелік маңыздылығы: адамды табу және қадағалау үшін жасалған, не тіркелген камера станция немесе камера, ол қозғалысы бар, нақты уақытта адамды қадағалау және/ немесе нақты квадрокоптер орнатылған камерадан анықтау үшін шектеулі үлес бар. Квадрокоптердің көмегімен суреттерді өңдеу үшін қажетті негізгі Модульдер: сымсыз виртуалды интерфейстер, төмен өткізу қабілеті бар бейнені қысу. Тұрақты биіктіктің болуы жоғары сапалы суретті түсіру үшін де маңызды [2].

Зерттеудің мақсаты: квадрокоптердің көмегімен адамдарды анықтау үшін нақты уақыт жүйесін әзірлеу. Бұл тұрғыда біз өлкені анықтау тәсілін қолдандық. Жүйе эксперименттік түрде енгізілуде. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты кең ауқымда қауіпсіздік және қорғау роботы ретінде quadcopter пайдалану болды.

### Зерттеу әдістері

Өздігінен басқарылатын ұшу аппараты (ӨБҰА) – жалпылама бұл борттағы экипажсыз болатын ұшу аппараты. Нақтырақ айтқанда, фиксацияланған немесе айналмалы қанаттары көмегімен аэродинамикалық көтерілу принципін қолданатын борттағы экипажсыз ұшу аппараты. Ұшу аппараты өзінің ішінде бірнеше түрлерді біріктіреді, және олардың әрқайсысының аналогтары бар.

1-суретте самолет және вертолет типіндегі ӨБҰА-ның басқалардан приоритетін келісі диаграмма арқылы сипатталуы көрсетілген.



2009/2010 UAS Yearbook - UAS: The Global Perspective - 7th Edition - June 2009 - Copyright Blyenburgh & Co Page: 169/224

Сурет 1 – Самолет және вертолет типіндегі ӨБҰА-ның басқаларға қатынасы [3]

Құрылым түріне байланысты:

Өздігінен басқарылатын ұшу аппараттарының екі түрі бар, айналмалы және бекітілген қанатты. Бекітілген қанатты өздігінен басқарылатын ұшу аппараты – бұл көтерме күшін алу үшін бекітілген қанатқа тікелей түрткі қолданылатын өздігінен басқарылатын самолет. Олардың көтеру күшін алуы үшін салыстырмалы жоғары іске қосу жылдамдығы қажет, сондықтан шектеулі немесе қауіпті қоршаған ортада жұмыс істеуге жарамды емес [4].

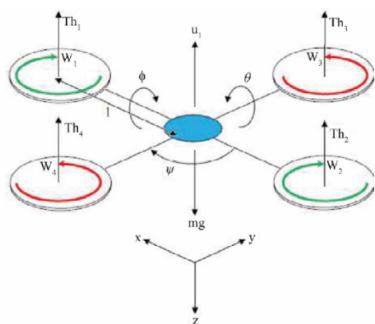
Квадрокоптердің тік ұшуы ауырлық күшін жеңетін тең әсер ететін көтергіш күштің тік құрамдас бөлігі есебінен жүзеге асырылады. Көлденең ұшу квадрокоптердің көлбеуі кезінде туындайтын көтергіш күштердің көлденең құрамдастары есебінен жүзеге асырылады [5].

Егер бір-біріне қарсы диагональ бойынша орналасқан пропеллерлердің бір жұбы сағат тіліне айналса, екінші жұбы сағат тіліне қарсы айналады. Себебі, бұранда айналғанда квадрокоптер өз осінің айналасында кері жаққа айналатын сәт туындайды. Егер пропеллерлерді әр жаққа екіге айналдырса, онда квадрокоптердің денесіне әсер ететін және сағат тілі бойынша пропеллерлер жұбының айналу нәтижесінде пайда болатын сәт пропеллерлер жұбының сағат тіліне қарсы айналу нәтижесінде пайда болатын сәтпен өтеледі [6].

Тікұшақтарда бұл функцияны тікұшақтың салмақ түсіруші винтінің айналуы нәтижесінде пайда болатын орнын толтыратын сәт құйрық винті орындайды. Меншікті осьтің айналасына айналу пропеллер буының арасындағы айналу жылдамдығының айырмашылығы есебінен жүзеге асырылады [7].

Квадрокоптерді математикалық модельдеу

Квадрокоптердің 2-суретте көрсетілген рамасы қозғалтқыш, контроллер және батарея сияқты барлық бөлшектерді орналастыру үшін жеткілікті ең аз ауданнан тұрады.



Сурет 2 – Квадрокоптер сұлбасы [8]

Квадрокоптердің оңтайлы өнімділігін алу үшін әрбір пайдаланылатын қозғалтқыштың салмағы мен тартымдық шығысы Motrofly ұсынатын қозғалтқышты есептеудің бағдарламалық қамтамасыз ету көмегімен есептеледі. Бұл мотор, қуат көзі және пропеллер өлшемі параметрлеріндегі кілт арқылы алынды.

Квадрокоптер динамикасының сұлбасы 1-суретте көрсетілген және оның негізінде квадрокоптер динамикасының математикалық моделі алынған.

Мұнда,  $U_1$  әрбір қозғалтқыштың тарту күшінің сомасы.  $Th_1, Th_2, Th_3$  және  $Th_4$  алдыңғы, артқы, сол және оң мотормен жасалған.  $m$ -квадрокоптер массасы,  $g$ -ауырлық күшінің үдеуі және квадрокоптер ұзындығының жартысы.  $x, y$  және  $z$ -үш осьті.  $\theta, \phi$  және  $\psi$  кадам, крен және рыскание ұсынатын Эйлердің үш бұрышы.

Кеңістіктегі жылжымайтын нүктеге қондыру жағдайынан квадрокоптер қозғалысының динамикасын тұжырымдау:

$$R_{xyz} = \begin{pmatrix} C_\phi C_\theta & C_\phi S_\theta S_\psi - S_\phi C_\psi & C_\phi S_\theta C_\psi + S_\phi S_\psi \\ C_\phi S_\theta & S_\phi S_\theta S_\psi + C_\phi C_\psi & S_\phi S_\theta C_\psi - C_\phi S_\psi \\ -S_\theta & C_\theta S_\psi & C_\theta C_\psi \end{pmatrix} \quad (1)$$

Мұндағы,  $R$  матрицалық түрлендіру,

$$\begin{aligned} S_\theta &= \sin(\theta), S_\phi = \sin(\phi), S_\psi = \sin(\psi), \\ C_\theta &= \cos(\theta), C_\phi = \cos(\phi), C_\psi = \cos(\psi) \end{aligned} \quad (2)$$

Күш пен моменттер балансының заңдарын қолдана отырып, квадрокоптер қозғалысының тұжырымдамасы (1) – (2) тендеулерінде келтіріледі.

Жобаға қажетті ПО-ны интеграциялау

Техникалық көру-бұл жасанды интеллект саласындағы ғылыми бағыт, атап айтқанда робототехника және онымен байланысты нақты әлем объектілерінің бейнелерін алу технологиясы, оларды өңдеу және алынған деректерді адамның қатысуынсыз (толық немесе ішінара) әртүрлі қолданбалы міндеттерді шешу үшін пайдалану.

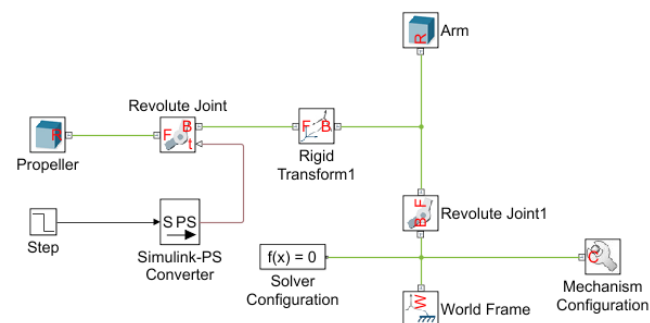
Техникалық көру жүйелері конвейердегі объектілерді есептеу, объектілерді бейнелеуде детектеу, сериялық нөмірлерді оқу немесе үстіңгі ақауларды іздеу сияқты тар мамандандырылған міндеттерді орындау үшін бағдарламаланған.

Машиналық көру жүйесінің архитектурасы үш базалық элементтен тұрады: бейнені қалыптастыратын фотокамера, плата, АСТ түрлендіретін және деректерді талдауды орындайтын бағдарламалық қамтамасыз ету.

MATLAB ортасында квадрокоптерді модельдеу.

Моторды басқару контроллерін Simulink қосымшасының тиісті элементтерін жалғап іске асырамыз. Моторды басқаруда жылдамдық басқару элементін қоямыз, ол айналым сандарына сәйкес және квадрокоптердің орналасуына байланысты жылдамдықты реттеп тұрады. Сонымен қатар мотор каскады дұрыс жұмыс жасауы үшін ток регуляторын қолданамыз. Ток реттеуішінің жұмысының негізінде ендік-импульстік модуляция принципі жатыр. Оның негізгі элементі импульстердің, буферлік және шығу каскадтарының ұңғымаларын реттейтін мультивибратор болып табылады.

Квадрокоптердің әр элементі дұрыс жасауы үшін ол сұлбада бірнеше элементтермен комбинацияда жұмыс жасауы 3-суретте көрсетілген.



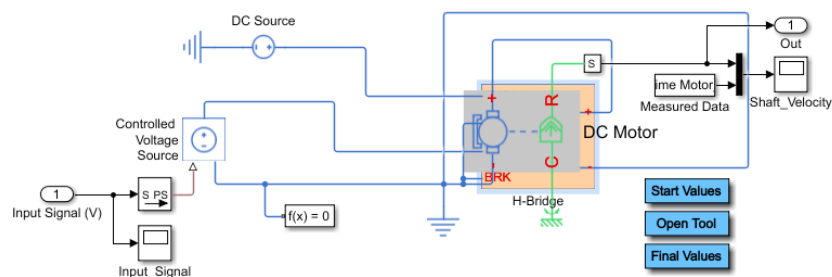
Сурет 3 – Механизмнің конфигурациясы [9]

Бастапқы кернеу мәнін енгізіп, оны кіріс сигнал блогы арқылы бейнелейміз. Кейін ол кернеуді басқару элементінен өтіп реттеледі. Өлшеу



арқылы алынған мәліметтерді пайдаланып кейінгі элементтерге енгіземіз. Осы сұлбада H-Bridge элементін қолданамыз.

DC Motor жұмыс барысын реттеп тұру 4-суретте келтірілген.



Сурет 4 – Айнымалыларды енгізу [10]

Объектілерді анықтау алгоритмін әзірлеу

Автомобильдерді табу және есептеу трафикті талдау үшін пайдаланылуы мүмкін. Анықтау, сондай-ақ көлік құралдарын олардың түрі бойынша қадағалау немесе жіктеу сияқты неғұрлым күрделі міндеттерді орындау алдындағы бірінші қадам болып табылады.

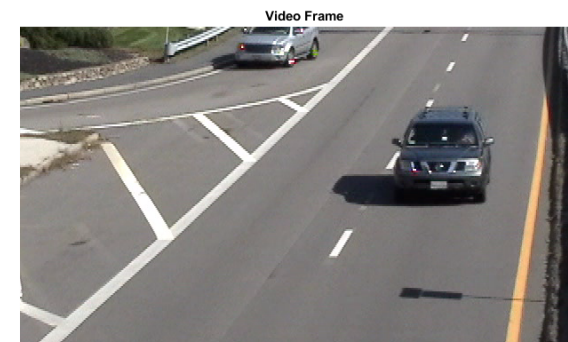
Қадам 1-бейнені импорттау және алдыңғы жоспар детекторын инициализациялау

### Нәтижелер

Барлық бейнелерді бірден өндеудің орнына, қозғалмалы нысандар фонында сегменттелетін бастапқы бейне кадрдан бастау қажет. Бұл бейнені өндеу үшін пайдаланылатын қадамдарды біртіндеп енгізуге көмектеседі.

Алдыңғы планның детекторы Гаусс моделінің қоспасын инициализациялау үшін белгілі бір бейне кадрды талап етеді. Бұл мысалда алғашқы 50 кадр қоспа моделінде үш гаусстық режимдерді инициализациялау үшін қолданылады.

```
foregroundDetector = vision.ForegroundDetector('NumGaussians', 3, ...
    'NumTrainingFrames', 50);
videoReader = vision.VideoFileReader('visiontraffic.avi');
for i = 1:150
    frame = step(videoReader);
    foreground = step(foregroundDetector, frame);
end
figure; imshow(frame); title('Video Frame');
```

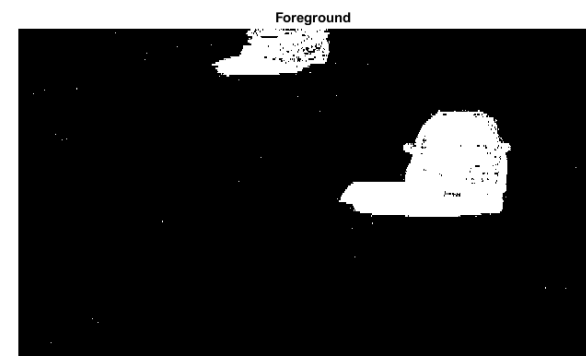


Сурет 5 – Детектормен есептелген бейне кадр

Кейін 5-суретте көрсетілгендей детектор саралаудың сенімді нәтижелерін бере бастайды. Төменде екі суретте детектормен есептелген бейне кадрдың бірі және алдыңғы планның маскасы көрсетілген.

```
figure; imshow(foreground); title('Foreground');
```

6-суретте көрсетілгендей бастапқы видеокатрада автомобиль табу. Алдыңғы планды сегменттеу процесі мінсіз емес және жиі жағымсыз шуларды қамтиды. Мысалда табылған объектілерде шуды жою және бос орындарды толтыру үшін морфологиялық тесік қолданылады.



Сурет 6 – Алдыңғы планның маскасы

```
se = strel('square', 3);
filteredForeground = imopen(foreground, se);
figure; imshow(filteredForeground); title('Clean Foreground');
```

Содан кейін біз vision арқылы қозғалатын автомобильге сәйкес келетін әрбір қосылған компоненттің шектеу шеңберін табамыз.BlobAnalysis

Нысаны. Нысан 150 пиксельден кем тамшылап, анықталған алдыңғы жоспарды қосымша сүзеді.

```
blobAnalysis = vision.BlobAnalysis('BoundingBoxOutputPort', true, ...
    'AreaOutputPort', false, 'CentroidOutputPort', false, ...
    'MinimumBlobArea', 150);
```

```
bbox = step(blobAnalysis, filteredForeground);
```

Табылған көліктерді анықтау үшін біз олардың айналасында жасыл жәшіктерді саламыз.

```
result = insertShape(frame, 'Rectangle', bbox, 'Color', 'green');
```

Шектеулердің саны видеокадрда табылған автокөліктердің санына сәйкес келеді. Біз өңделетін кадрдың жоғарғы сол жақ бұрышында табылған автомобильдер санын көрсетеміз.

```
numCars = size(bbox, 1);
```

```
result = insertText(result, [10 10], numCars, 'BoxOpacity', 1, ...
```

```
'FontSize', 14);
```

```
figure; imshow(result); title('Detected Cars');
```

Қадам 3-басқа бейнелерді өңдеу Қорытынды кезеңде біз қалған бейнекадрларды өңдейміз.

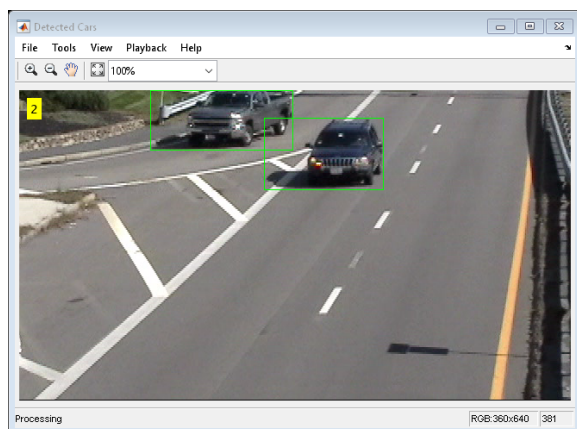
```
videoPlayer = vision.VideoPlayer('Name', 'Detected Cars');
```

```
videoPlayer.Position(3:4) = [650,400]; % window size: [width, height]
```

```
se = strel('square', 3); % morphological filter for noise removal
```

```
while ~isDone(videoReader)
```

7-суретте келтірілген соңғы бейне автомобиль айналасында шеңберді көрсетеді. Сондай-ақ бейненің жоғарғы сол жақ бұрышында автомобильдер санын көрсетеді.



Сурет 7 – Анықталған объектілер

### Қорытынды

Ұшатын роботтарды әзірлеу күрделі міндет болып табылады. Ең негізгі проблемалардың бірі-ұшатын робот көмегімен адамдарды анықтауға мүмкіндік беру. Бұл зерттеу жұмысында қолдан жасалған ұшатын роботта қолданылатын өлкені анықтау негізінде адам денесі әзірленді. Өлкені анықтау әдісі адам денесінің объектілерін анықтау үшін жасалған және одан әрі адам нөмірлерін және квадрокоптер арқылы нәтижені алдын ала қарау бір суретін қамтитын серверге команданың кейбір сигналын жіберу үшін оларды өңдеу. Жүйе жасаған суреттер қолайлы нәтижелерді көрсетеді. Сонымен қатар, осы экспериментте пайдаланылатын биіктікті басқару жүйесі айтарлықтай дәрежеде суреттер сапасын жақсартады, алайда қараңғылық пен тұман күрделі проблема болып табылады. Әзірленген жүйе қауіпсіздік жүйесі ретінде ұшатын роботтардың суреттерін өңдеу үшін жақсы бастау нүктесі болып табылады.

### Пайдаланған деректер тізімі

1 Катлер, М., Хау, Д. Қозғалтқыштың шектеулі траекториясын құру және айналымы-бұрышты квадаторлар үшін басқару // Басшылық зымыран техникасы және космонавтика, навигация, орналасу және басқару конференциясы (GNC), Миннеаполис, Миннесота, 2012. – 13 б.

2 Хоффман, Д. М. Динамика движения квадрокоптера: Теория и Практика // Басшылық зымыран техникасы және космонавтика, навигация, орналасу және басқару, 2007. – 20 б.

3 Кушлеев, А., Миллингер, Д., Кумар, В., Тоуардс, А. Шапшаң микро // GRASP лабораториясы, Пенсильвания университеті, 2013. – 8 б.

4 Хен, М., Андреа, Р. Квадрокоптер траекториясын құру және басқару // IFAC 18-ші Дүниежүзілік конгресі, 2011. – 1485–1491 б.

5 Лупашин, С. Шоллиг, А., Андреа, Р. Жоғары жылдамдықты квадрокоптер үшін қарапайым оқыту стратегиясы // Робототехника және автоматтандыру бойынша IEEE халықаралық конференциясы, 2010. – 1642–1648 б.

6 Дикмен, И. С., Аризой, А., Темелтас, Х. Квадатордың орналасуын бақылау. // Ғарыштық технологиялардың соңғы жетістіктері жөніндегі 4-ші халықаралық конференция, 2009. – 722–727 б.

7 Люкен, Т. Квадрокоптерді модельдеу және басқару. // Ғылым мектебі, Эспоо, 22 тамыз, 2019 ж. – 22 б.

8 Джош, Н. Кері байланыс сызықтық. // Франклин институтының журналы. Т.351, 3 шығарылым, наурыз 2014 ж. – 14 Б.

9 Bouadi, H., Tadjine, M. Сызықты емес бақылаушының дизайны және төрт ротордың сырғанау режимін басқару, 2018 ж. – 12–13 б.

10 **Мадани, Т., Беналлег, А.** Квадроторлы тікұшақты кері басқару. IEEE // RSJ интеллектуалды роботтар мен жүйелер бойынша халықаралық конференция, 2006. – 23–24 б.

## References

1 **Katler, M., Haý, D.** Qozgaltqyshtyń shekteýli traektoriasyn qurý jáne anymaly-buryshty kvadrotorlar úshin basqarý [Creating a limited engine trajectory and control for variable-angle quadrature] // AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference (GNC), Minneapolis, Minnesota, 2012. – 13 p.

2 **Hoffman, D. M.** Kvadrokopterdiń qozǵalys dinamikasy: Teoria jáne Praktika [Dynamics of quadcopter movements: Theory and Practice] // AIAA Guidance, Navigation and Control Conference and Exhibit, 2007. – 20 p.

3 **Kýshleev, A., Millinger, D., Kýmar, V., Toýards, A.** Shapshań mikro [Fast micro] // GRASP Lab, University of Pennsylvania, 2013. - 8 p.

4 **Hen, M., Andrea, R.** Kvadrokopter traektoriasyn qurý jáne basqarý [Construction and control of quadcopter trajectory] // 18 th World Congress IFAC. 2011. – 1485–1491 p.

5 **Lýpashin, S. Shollig, A., Andrea, R.** Joǵary jyldamydyqy kvadrokopter úshin qarapayım oqutý strategiasy [A simple learning strategy for high-speed quadcopters] // IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2010. – 1642–1648 p.

6 **Dikmen, I. S., Arizoi, A., Temeltas, H.** Kvadrotordyń ornalasýyn baqylaý. [Controlling the position of the quadrature] // 4th International Conference on the latest advances in space technology, 2009. – 722–727 p.

7 **Lúken, T.** Kvadrokopterdi modeldeý jáne basqarý. Gylym mektebi, [Modeling and control of quadcopters.] / School of Science, Espoo, August 22, 2019 – 22 p.

8 **Josh, N.** Keri bailanys syzyqytq. [Feedback linearization.] // Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. – 14 p.

9 **Bouadi, H., Tadjine, M.** Syzyqytq emes baqylaýshynyń dizainy jáne tórt rotordyń syrǵanaý rejimin basqarý [Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors], Minnesota. 2018. – 12–13 p.

10 **Madani, T., Benalleg, A.** Kvadrotorlı tikuşaqtı kerі basqarw. [Backstepping control for a quadrotor helicopter.] // IEEE RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. – 23–24 p.

Материал баспаға 19.03.21 түсті.

*А. А. Байзыханова, М. Ж. Бисенбай, З. Т. Амир*

## Создание алгоритма обнаружения объектов через квадрокоптеры

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,

Республика Казахстан, Алматы.

Материал поступил редакцию 19.03.21.

*А. А. Baizykhanova, M. Z. Bissenbay, Z. T. Amir*

## Creation of algorithm for determination of objects through quadcopter

al-Farabi Kazakh National University,

Republic of Kazakhstan, Almaty.

Material received on 19.03.21.

*Динамическая идентификация объектов – очевидная проблема современного Казахстана. Обнаружение объектов в камере основано на сложных схемах. В ходе этой научной работы дается возможность обнаружения объектов дронами. Эти методы экономичны и могут найти широкое применение. Подробно изложены особенности классификации беспроводных летательных аппаратов. Приведен алгоритм проектирования квадрокоптера, также приведены расчеты и ключевые моменты по организации процессов работы дрона. Разобраны методы обнаружения объектов и их сложности. Приведен пример алгоритма обнаружения основанного на точечном определении объектов при их динамическом изменении расположений. Показаны результаты исчислений формул для двигательного процесса квадрокоптера. Разобраны главные виды квадрокоптеров, удобных для использования алгоритмов обнаружения объектов. Приведены положительные стороны использования алгоритма указанного в статье, также практичные в применении и обязательные материалы по технологии изготовления квадрокоптеров. Отображены типы и сравнения беспилотных летательных аппаратов. Программирование производилось в программе Matlab там же где была сделана модель квадрокоптера. Использовалась подпрограмма Simulink где все блоки были запрограммированы и указаны определенные настройки и результаты расчетов для корректного функционирования системы. Приведен анализ результатов согласно полученных данных, в ходе измерений динамических данных готового алгоритма обнаружения объектов.*

*Ключевые слова: квадрокоптер, обнаружение объекта, алгоритм, программирование, летательный аппарат.*

*Dynamic identification of objects is an obvious problem in modern Kazakhstan. The detection of objects in the camera is based on complex schemes. In the course of this scientific work, the possibility of detecting objects by drones is given. These methods are economical and can be widely used. The features of the classification of wireless aircraft are described in detail. An algorithm for designing a quadcopter is given, calculations and key points for organizing the processes of a drone are also given. Methods for detecting objects and their complexity are discussed. An example of a detection algorithm based on the point definition of objects with their dynamic change of location is given. The results of calculating formulas for the motor process of a quadcopter are shown. The main types of quadcopters, convenient for using object detection algorithms, are analyzed. The positive aspects of using the algorithm specified in the article are given, as well as practical and mandatory materials on the technology of manufacturing quadcopters. The types and comparisons of unmanned aerial vehicles are displayed. Programming was carried out in the Matlab program in the same place where the quadcopter model was made. A Simulink subroutine was used where all blocks were programmed and certain settings and calculation results were indicated for the correct functioning of the system. The results are analyzed according to the obtained data, during the measurements of the dynamic data of the ready-made object detection algorithm.*

*Keywords: quadcopter, object detection, algorithm, programming, aircraft.*

МРНТИ 50.39

<https://doi.org/10.48081/SVNE5524>

**Б. У. Жамантаев, А. В. Олейникова, М. Б. Исаков**

Карагандинский технический университет,  
Республика Казахстан, г. Караганда

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ**

*Имитационное моделирование – полезный инструмент для оценки производительности компьютерных сетей как на этапе развертывания, так и на этапе разработки. Этот инструмент широко используется исследователями, практиками и студентами для анализа поведения компьютерных сетей, поскольку позволяет избежать сбоев или снижения производительности услуг, предоставляемых сетью. В этой статье представлен анализ парадигмы модели и моделирования, применяемой для оценки производительности компьютерных сетей. В начале вводятся теоретические основы имитационного моделирования, обсуждаются преимущества и недостатки данного вида моделирования. Затем рассматриваются известные методы моделирования производительности сетей и вводится абстракция понятия симулятора сети. Также подробно рассматривается моделирование дискретных событий, поскольку этот подход является наиболее распространенным в области моделирования сетей.*

*Ключевые слова: цепи Маркова, сети Петри, сети массового обслуживания, симулятор, дискретно-событийное моделирование.*

### **Введение**

Компьютерные сети являются неотъемлемой составляющей для многих повседневных задач, таких как бизнес, электронная коммерция, электронное правительство, образование или отдых. Сложность компьютерных сетей и их развертывание продолжают расти, поскольку постоянно появляются новые протоколы, архитектуры и приложения, а компьютерные сети находятся в непрерывном процессе адаптации. Кроме того, периодически появляются новые сетевые системы и приложения, предназначенные для обслуживания массовых потребностей пользователей в реальном времени. Существование с прежними архитектурами и системами может затруднить оценку этих новых

разработок. Таким образом, изучение и тестирование производительности сети может оказаться сложной задачей по нескольким причинам. Во-первых, изучение сети может быть чрезмерно дорогостоящим. Во-вторых, изучение некоторых функций может ухудшить или даже прервать работу сети, и это может повлиять на качество обслуживания, воспринимаемое пользователями, что недопустимо. В-третьих, непосредственное взаимодействие с сетью может быть физически невозможно либо из-за ее размера, либо из-за ее состояния (сеть может находиться в стадии разработки, но все еще не работает). Следовательно, имитационное моделирование (ИМ) может быть единственной альтернативой для изучения поведения и производительности сети при различных сценариях, например, при ее развертывании.

### Материалы и методы

Моделирование системы включает в себя абстракцию ее функций и свойств с упором исключительно на те, которые представляют интерес для исследования. В результате модель можно понимать как логическое представление системы с разными уровнями сложности (обычно менее сложной, чем реальная система). Моделирование – это имитация реальной системы посредством вычислительного представления ее поведения в соответствии с правилами, описанными ранее в модели. При моделировании системы обязательно нужно учитывать ограниченное количество представляющих интерес характеристик, свойств или поведения, чтобы сделать модель управляемой, которая, в противном случае, может стать бесконечно более сложной и подробной.

Наиболее распространенными методами моделирования производительности дискретных динамических систем в целом и, в частности, компьютерных сетей являются цепи Маркова, сети массового обслуживания и сети Петри. Цепи Маркова обеспечивают общую основу для моделирования динамических систем с дискретными событиями, в то время как сети массового обслуживания и сети Петри позволяют создавать высокоуровневые модели, которые также можно преобразовать в цепи Маркова. Эти высокоуровневые модели ближе к структуре реальных систем, поэтому их легко сопоставить с компонентами системы и модели, тогда как в цепях Маркова упор делается на описание поведения системы на уровне пространства состояний. Все эти методы используют стохастические процессы для представления времени как способа правильного анализа производительности смоделированных систем.

*Цепи Маркова* – это стохастические модели, описываемые графами, где узлы соответствуют состояниям системы, а переходы между состояниями представлены ссылками. Вероятность, связанная с каждым переходом, также отмечена на графах. На рисунке 1 показан пример модели цепи Маркова

только с двумя состояниями и соответствующими вероятностями изменения состояния или сохранения в том же состоянии. Важным свойством цепей Маркова является то, что будущие состояния зависят только от текущего состояния, но не от предыдущих состояний, то есть они не имеют памяти. Благодаря этому свойству цепи Маркова обладают большим преимуществом в виде менее сложного анализа. Марковские цепи с непрерывным временем – это цепи Маркова, обычно используемые для моделирования динамических систем с дискретными событиями.

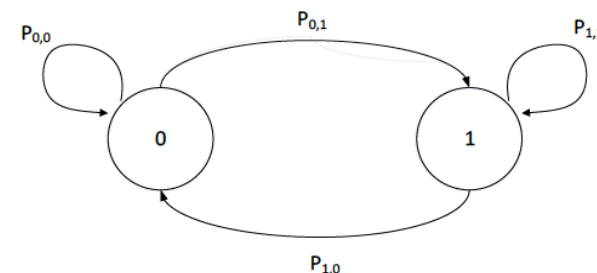


Рисунок 1 – Пример модели цепи Маркова

Когда системы являются сложными, количество возможных состояний велико, и их моделирование напрямую с помощью Марковских цепей с непрерывным временем становится затруднительным. В этих случаях более абстрактные или высокоуровневые модели, такие как сети массового обслуживания и сети Петри, являются лучшей альтернативой.

*Сети массового обслуживания (СМО)* – это модели, в которых клиенты (запросы на обслуживание) прибывают на станции обслуживания (серверы) для обслуживания. Когда клиенты прибывают на загруженную станцию обслуживания, они выстраиваются в очередь на время ожидания, пока станция обслуживания не освободится. И время прибытия, и время обслуживания описываются как случайные процессы. Важными параметрами сетей массового обслуживания являются количество клиентов и серверов, размер очередей ожидания и дисциплина организации очередей (приоритеты, приоритетное прерывание, FIFO и т. д.). На рисунке 2 показана модель, состоящая из трех очередей с вероятностями поступления заявок в альтернативную вторую очередь после обслуживания в первой.

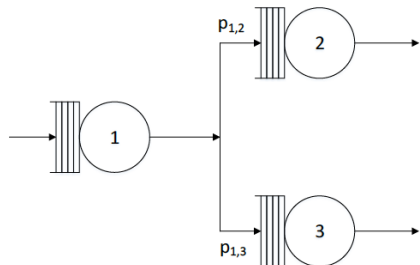


Рисунок 2 – Пример модели СМО

Сети очередей очень подходят для обнаружения заторов в производительности из-за общих ресурсов в распределенных системах. Сети массового обслуживания не моделируют должным образом общие механизмы синхронизации распределенных систем. Поэтому, сети Петри поддерживают более мощные модели.

*Сети Петри* – это модели параллельных систем, также описываемые графами. На графике есть два типа узлов: места (кружки) и переходы (столбцы). Места представляют состояния системы, а переходы – эволюцию системы. Наконец, линии связи могут соединять места только с переходами, и наоборот. График дает только статическое представление о системе. Для изучения динамики системы необходимо запустить сеть Петри. Это возможно благодаря специальным отметкам (жетонам), которые присваиваются местам и обычно связаны с ресурсами. Нет ограничений на количество жетонов на одно место. Сети Петри развертываются, выполняя (запуская) разрешенные переходы, то есть переходы, где все входные места имеют хотя бы один жетон. Запуск – это атомарная операция, которая подразумевает взятие одного токена из каждого места ввода и размещение одного токена на каждом месте вывода. Наконец, если разрешено более одного перехода, они запускаются недетерминированным образом. На рисунке 3 показаны начальные состояния простой сети Петри с включенным переходом и конечные состояния после срабатывания перехода [1].

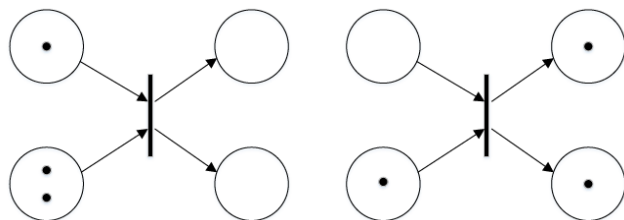


Рисунок 3 – Пример модели сети Петри до и после срабатывания перехода

Сетевые симуляторы широко используются не только исследователями, но и студентами для улучшения своего понимания компьютерных сетей. Вообще говоря, симулятор сети можно понимать как черный ящик, как показано на рисунке 4.

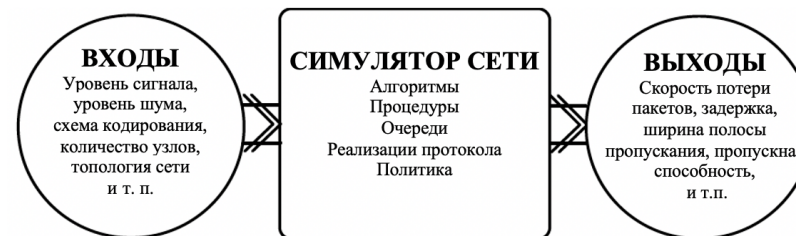


Рисунок 4 – Абстракция понятия симулятора сети

Симулятор сети реализует модель компьютерной сети с помощью алгоритмов, процедур и структур в соответствии с заданным языком программирования. Реализованная сетевая модель получает набор параметров в качестве входных данных, которые накладывают правила и ограничения моделирования. Другими словами, эти параметры определяют ход моделирования. Когда процесс моделирования заканчивается, имитатор сети возвращает набор результатов в качестве выходных данных, которые могут использоваться с двойной целью: валидация и проверка правильности реализованной модели для конкретной области состояний системы и анализ поведения моделируемой сети. Компьютерные сети чаще всего моделируются с помощью моделирования дискретных событий [2].

Моделирование дискретных событий имеет дело с моделями систем, в которых изменения происходят в дискретные моменты времени (события), а не непрерывно, и переменные состояния не изменяются в интервалах между этими дискретными моментами.

Компьютерные сети чаще всего моделируются с помощью моделей дискретных событий, и существует два основных типа моделирования дискретных событий: моделирование на основе трассировки и стохастическое моделирование. При моделировании на основе трассировки входные данные моделирования поступают из данных, полученных в реальной системе (трассы), поэтому точность максимальна, но не применима ко всем типам систем. В стохастическом моделировании рабочая нагрузка системы характеризуется распределениями вероятностей с использованием случайных значений в качестве входных данных для имитационной модели.

Для правильной разработки моделей необходимо генерировать случайные значения с заранее определенными статистическими распределениями.

Обычно это выполняется в два этапа:

– этап, называемый генерацией случайных чисел, на котором генерируется последовательность случайных значений от 0 до 1 с равномерным распределением.

– этап, называемый генерацией случайных значений, на котором предыдущая последовательность используется для генерации новой последовательности с желаемым распределением.

При моделировании, управляемом событиями, изменения состояния системы вызываются событиями и считаются мгновенными. Для развития симуляции необходимы два факта: когда происходят события и как они меняют состояние системы. В основе моделирования, управляемого событиями, лежит так называемый список событий, отсортированный по времени список текущих запланированных событий для системы. Первое событие в списке – самое ближайшее в будущем. Каждая запись в списке состоит из четырех полей: идентификация события, время события, тип события и информация о событии. Моделирование также поддерживает таймер с временем, соответствующим обрабатываемому в данный момент событию. Поле типа используется для выбора выполняемой процедуры обслуживания событий, которая также использует информационное поле во время выполнения. В результате выполнения переменные состояния системы изменяются, и возможные новые события добавляются в список событий [3].

Моделирование дискретных событий является управляемым событием, но процессно-ориентированное моделирование – это высокоуровневый подход, упрощающий реализацию и отладку имитационной модели. Этот подход объединяет связанные события в процессах, которые активны в течение временных интервалов и взаимодействуют друг с другом.

Процессы состоят из кода, ресурсов (в основном, памяти) и состояния (текущая точка выполнения и значения переменных). Список событий здесь представляет собой список процессов с идентификаторами и временем активации. Процесс может быть активным или приостановленным (ожидающий истечения времени задержки). Дескриптор процесса позволяет найти и восстановить контекст выполнения процесса.

Дискретно-событийное моделирование компьютерных сетей ограничено как объемом доступной памяти, который уменьшается с количеством узлов в сети, по крайней мере, линейно, так и временем выполнения, которое увеличивается с пакетным трафиком в сети, и сложностью модели [4].

В параллельном дискретно-событийном моделировании моделирование выполняется параллельно на нескольких процессорах. Это подразумевает наличие большего количества вычислительных ресурсов и ресурсов памяти, а значит, возможность повысить производительность моделирования (скорость выполнения) и масштабируемость моделирования (размер сетей, которые можно моделировать). В результате можно моделировать более сложные сети с более высоким пакетным трафиком за разумное время выполнения.

Параллельное моделирование по времени позволяет повысить только производительность, тогда как моделирование с использованием пространственного параллельного моделирования может улучшить как производительность, так и масштабируемость.

Параллельное моделирование по времени, как показано на рисунке 5, представляет собой параллельную стратегию, которая разделяет ось времени моделирования на интервалы равного размера и назначает их разным процессорам. Требование к полезности метода состоит в том, чтобы моделирование каждого интервала можно было считать независимым от других, и, следовательно, начальное состояние моделирования для каждого интервала должно быть известно заранее. Это строгое требование, потому что состояние моделирования в начале интервала должно быть известно без завершения моделирования всех предыдущих интервалов.

Параллельное моделирование по времени имеет потенциал для массовой параллельной обработки и значительно сокращает время моделирования. Однако это зависит от характеристик модели и применимо только к конкретным сетям, например, к сетям массового обслуживания или сети Петри с относительно простым поведением.

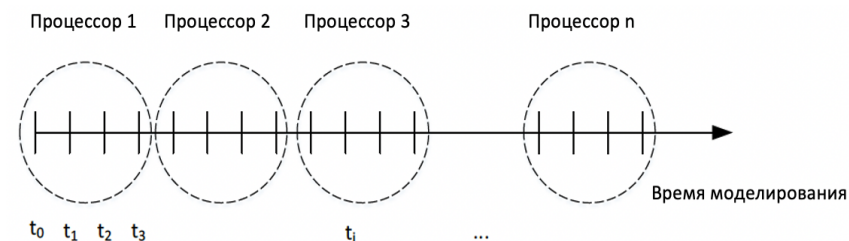


Рисунок 5 – Параллельное моделирование по времени

Пространственно-параллельное моделирование – это более гибкая и широко применяемая стратегия сокращения времени и увеличения масштабируемости моделирования. Он разделяет сеть для моделирования на подсети и назначает логические процессы тем, которые могут выполняться одновременно на

разных процессорах. Каждый логический процесс поддерживает переменные состояния, список событий с отметками времени и локальные таймеры, а также взаимодействует с другими процессами во время параллельного моделирования с помощью механизмов передачи сообщений. На рисунке 6 показана схема, представляющая назначение 4 подсетей разным процессорам.

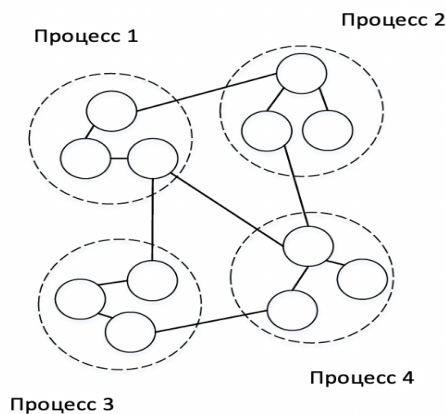


Рисунок 6 – Пространственно-параллельное моделирование

Важными проблемами, которые возникают при пространственном параллельном моделировании, являются разделение сети на подсети, балансировка нагрузки (отображение процессов на доступных процессорах, попытка уравновесить нагрузку процессоров и минимизировать обмен данными между ними) и синхронизация (обеспечение того, чтобы события обрабатывались в правильном порядке, как при последовательном моделировании) [5].

#### Результаты и обсуждение

В этой статье кратко излагается вся тема производительности имитационного моделирования применительно к компьютерным сетям. После введения были представлены основные методы моделирования и показатели производительности, используемые в компьютерных сетях. Компьютерные сети – это системы с дискретными событиями, поэтому дискретное моделирование было выделено как наиболее распространенный метод моделирования для выполнения моделей компьютерных сетей. Генерация случайных чисел, моделирование на основе событий или процессов и параллельное моделирование дискретных событий – важные методы, связанные с моделированием дискретных событий, рассматриваемых в данной статье.

#### Выводы

Имитационное моделирование – привлекательный и широко используемый метод исследования производительности компьютерных сетей. В настоящее время моделирование компьютерных сетей является фундаментальным элементом исследования, разработки и обучения сетей. Он позволяет получить подробные результаты, не нарушая работу сети или даже не требуя доступности сети. Сетевое моделирование может быть чрезвычайно полезным при применении к таким задачам, как анализ протокола, сложное развертывание сети, оценка новых услуг, прототипов или архитектур и т.п.

#### Список использованных источников

- 1 Болч, Г., Грейнер, С., де Меер, Х., Триведи, К. С., Сети массового обслуживания и цепи Маркова - моделирование и оценка производительности с помощью приложений информатики. – Wiley, 2011. – 169 с.
- 2 Бербанк, Дж., Каш, В., Уорд, Дж., Введение в сетевое моделирование и моделирование для практикующего инженера. Руководства ComSoc по коммуникационным технологиям. – Wiley, 2013. – 131 с.
- 3 Фудзимото, Р. М., Перумалла, К. С., Райли, Г. Ф. Сетевое моделирование. Сводные лекции по коммуникационным сетям. – Morgan & Claypool, 2009. – 230 с.
- 4 Рыжиков, Ю. И. Имитационное моделирование. Авторская имитация систем и сетей с очередями: Учебное пособие Ю.И. Рыжиков. – СПб.: Лань, 2019. - 112 с.
- 5 Гарсия Р. Ф., Гарсия М. Р. (ред.) Сетевое моделирование, имитация и анализ. Электротехника и вычислительная техника. – Тейлор и Фрэнсис, Taylor & Francis, 2010. – 178 с.

#### References

- 1 Bolch, G., Greiner, S., de Meer, H., Trivedi, K. S. Seti massovogo obsluzhivaniya i cepi Markova - modelirovanie i ocnka proizvoditel'nosti s pomoshh`yu prilozhenij informatiki [Queueing networks and Markov chains - modeling and performance evaluation with computer science applications] [Text]. – Wiley, 2011. – 169 p.
- 2 Burbank, J., Kasch, W., Ward, J. Vvedenie v setevoe modelirovanie i modelirovanie dlya praktikuyushchego inzhenera. Rukovodstva ComSoc po kommunikacionnym tekhnologiyam [An Introduction to Network Modeling and



Simulation for the Practicing Engineer. The ComSoc Guides to Communications Technologies] [Text] – Wiley, 2013. – 131 p.

3 **Fujimoto, R. M., Perumalla, K. S., Riley, G. F.** Setevoe modelirovanie. Svodnye lektsii po kommunikacionnym setyam [Network Simulation. Synthesis Lectures on Communication Networks] [Text] – Morgan & Claypool Publishers, 2009. – 230 p.

4 **Ryzhikov, Yu.I.** Imitacionnoe modelirovanie. Avtorskaya imitaciya sistem i setej s ocheredyami: Uchebnoe posobie Yu. I. Ryzhikov [Simulation modeling. Author's imitation of systems and networks with queues: Textbook by Yu.I. Ryzhikov] [Text] – SPb.: Lan, 2019. – 112 p.

5 **Garzia R. F, Garzia M. R.** (red.), Setevoe modelirovanie, imitaciya i analiz. Ehlektrotehnika i vychislitel'naya tekhnika [Network Modeling, Simulation, and Analysis. Electrical and Computer Engineering] [Text] – Taylor & Francis, 2010. – 178 p.

Материал поступил редакцию 19.03.21.

*Б. У. Жамантаев, А. В. Олейникова, М. Б. Искаков*

#### **Компьютерлік желілердің өнімділігін симуляциялау**

Қарағанды техникалық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.  
Материал баспаға 19.03.21 түсті.

*B. U. Zhamantayev, A. V. Oleinikova, M. B. Iskakov*

#### **Simulation of computer network performance**

Karaganda Technical University,  
Republic of Kazakhstan, Karaganda.  
Material received on 9.03.21.

*Симуляция – қолдану және дамыту кезінде компьютерлік желілердің жұмысын бағалаудың пайдалы құралы. Бұл құралды зерттеушілер, практиктер мен студенттер компьютерлік желілердің әрекеттерін талдау үшін кеңінен қолданады, өйткені желі ұсынатын қызметтердің бұзылуын немесе нашарлауын болдырмайды. Бұл мақалада компьютерлік желілердің жұмысын бағалау үшін қолданылатын модель мен модельдеу парадигмасын талдау қарастырылған. Басында модельдеудің теориялық негіздері енгізіледі, модельдеудің осы түрінің артықшылықтары мен кемшіліктері талқыланады. Содан кейін желінің өнімділігін модельдеудің белгілі әдістері қарастырылып, желілік тренажер*

*ұғымының абстракциясы енгізіледі. Дискретті оқиғаларды модельдеу де егжей-тегжейлі талқыланады, өйткені бұл тәсіл желіні модельдеу саласында ең көп таралған.*

*Кілтті сөздер: Марков тізбектері, Петри торлары, кезек желілері, тренажер, оқиғаларды дискретті модельдеу.*

*Simulation is a useful tool for assessing the performance of computer networks during both deployment and development. This tool is widely used by researchers, practitioners and students to analyze the behavior of computer networks, as it avoids disruptions or performance degradation of the services provided by the network. This article provides an analysis of the model and modeling paradigm used to assess the performance of computer networks. At the beginning, the theoretical foundations of simulation are introduced, the advantages and disadvantages of this type of modeling are discussed. Then the known methods of modeling network performance are considered and an abstraction of the concept of a network simulator is introduced. Modeling discrete events is also discussed in detail, as this approach is the most common in the field of network modeling.*

*Keywords: Markov chains, Petri nets, queuing networks, simulator, discrete-event modeling.*

<https://doi.org/10.48081/UCER1325>

**Г. Т. Ерден, А. Т. Кишубаева**

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

## **DRAFTSIGHT КАК 3D-РЕШЕНИЕ САПР ДЛЯ СОЗДАНИЯ СОВМЕСТИМЫХ ФАЙЛОВ DWG В КОМПЛЕКТЕ С БЛОКАМИ**

*Широкое распространение автоматизированных систем наблюдается во многих сферах деятельности. Современный уровень развития САПР предоставляет огромную возможность создавать прототипы объектов и визуализацию проектов перед построением в реальности. В особенности проектирование CAD используются во многих отраслях. CAD является одним из видов автоматизированного проектирования в комплекте с блоками в трехмерном и двухмерном пространствах. Одним из наиболее распространенных CAD систем является AutoCAD, но данная программа доступна не всем желающим проектировать в автоматизированной системе. Поэтому, настоящая статья посвящена полному обзору аналогу AutoCAD, в частности DraftSight Premium 2021 года выпуска. Обсуждается использование 3D modeling техник в построении сложных деталей автомобиля.*

*Ключевые слова: CAD-система, DraftSight, геометрическое проектирование, AutoCAD, динамические блоки.*

### **Введение**

На сегодняшний день, модернизированная инженерная деятельность объективно требует масштабного применения высокоэффективных технологий для решения различных профессиональных проблем. В современном мире существует ряд актуальных комплексов технологий. К технологиям, имеющим большое практическое значение, также относятся САПР (автоматизированное проектирование), информационные системы хранения данных и др. Важная ступень производства – это проектирование. Графическое моделирование является главной частью проектирования в любых аспектах жизни. Существует более 30 программных обеспечений, у которых область проектирования позволяет моделировать как сложные, так и

простые сборки. С развитием 3D моделирования, многие ведущие компании стали работать в крупных САПР, чтобы остаться конкурентоспособными. По мнению Jordan Hobbs (дизайнер CadCrowd), трехмерные САПР увеличивают скорость некоторых процессов:

- благодаря фотореалистичной визуализации и выразительности трехмерных модели утверждение проектов происходит как можно быстрее;
- ускорение функциональности моделей при создании;
- relationship между специалистами разных сфер деятельности, так как не все имеют понимание двухмерных чертежей [5–6];

### **Материалы и методы**

DraftSight – это доступная CAD-система для архитекторов, дизайнеров, инженеров, преподавателей и студентов. Программа включает в себя широкий выбор инструментов для трансформации и черчения объектов. Главные преимущества данной программы:

- предоставляет возможность редактировать и создавать файлы формата DWG (родной формат AutoCAD);
- интерфейс идентичен с программой AutoCAD;
- САПР доступна без оплаты;
- «Матрица инструментов» – источник группировки всех панелей в одну (расширение полезного пространства). [1]

Выпуск программы 2021 года предоставляют: использование формул в ячейках таблиц, диспетчер атрибутов блоков, замораживание на уровне видового экрана, средство отслеживания изображений, 3DEXPERIENCE® Marketplace Make Integration и интеграция HomeByMe [2].

Таблица 1 – Сравнительный анализ функций CAD-программ

Возможности	DraftSight	AutoCAD
Ленточный интерфейс	+	+
Поддержка формата .dwg	+	+
Редактор динамических блоков	+	+
Ассоциативные размеры	+	+
Динамический ввод	+	+
Объектная привязка	+	+
Диспетчер слоев, блоков и типов линий	+	+
Экспорт блоков	+	+
Настройка меню и панелей инструментов	+	+
Операции с растровыми изображениями	+	+
Автоматическое восстановление чертежей	+	+

Сравнительный анализ возможностей и функций DraftSight и AutoCAD показал, что приложения имеют аналогичный интерфейс, команды, средства и функций, но тем не менее есть различия в субфункциях. К примеру, программа преобразует команды других САПР, тем самым можно утвердить многогранность DraftSight. Команда AutoCAD – PURGE удаляет блоки. Если ввести слово целиком или PU, то программа сама корректирует и выводит команду CLEAN.

Динамические блоки – являются неотъемлемой частью возможностей программы.[3] Возможность вставлять и создавать динамические блоки в пользу большинство специалистов работающих на CAD программах, так как у других аналогов DraftSight не имеется данная функция, которая упрощает работу при выполнении проектов. В добавок, большая часть компании работают на DraftSight только потому, что программа надежно сохраняет файлы в различных форматах, таких как \*.dxf, \*.dwg, \*.dws, \*.shp, \*.dwt и др. [4].

DraftSight Premium имеет три режима работы: 3D modeling, Classic и Drafting and Annotation. В данном случае работа была выполнена в режиме 3D modeling. Перед выполнением в трехмерном пространстве был выполнен чертеж детали [7].

### Результаты и обсуждение

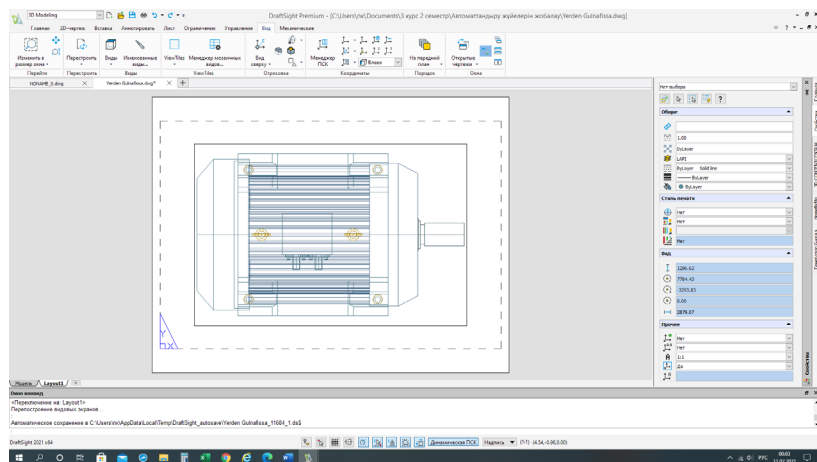


Рисунок 1 – Мотор. Вид сверху

На рисунке 1 представлен чертёж мотора, иными словами двигателя мобильных устройств. Длина мотора 8.29, ширина 4.98 и высота 908.92. При расчете параметров был использован встроенный в программе интеллектуальный калькулятор. Подход создания двумерных эскизов

трехмерных объектов является эффективным способом построения твердотельных моделей. Многие конструкции на самом деле имеют одну и ту же форму в одном направлении. Компьютерные устройства ввода и вывода, которые мы используем сегодня, в основном двумерны по своей природе, что делает этот метод моделирования довольно практичным. Этот метод также соответствует процессу проектирования, который помогает проектировщику с концептуальным дизайном наряду с возможностью уловить замысел проекта. Большинство инженеров и дизайнеров могут иметь отношение к опыту создания черновых набросков на ресторанных салфетках для передачи концептуальных дизайнерских идей.

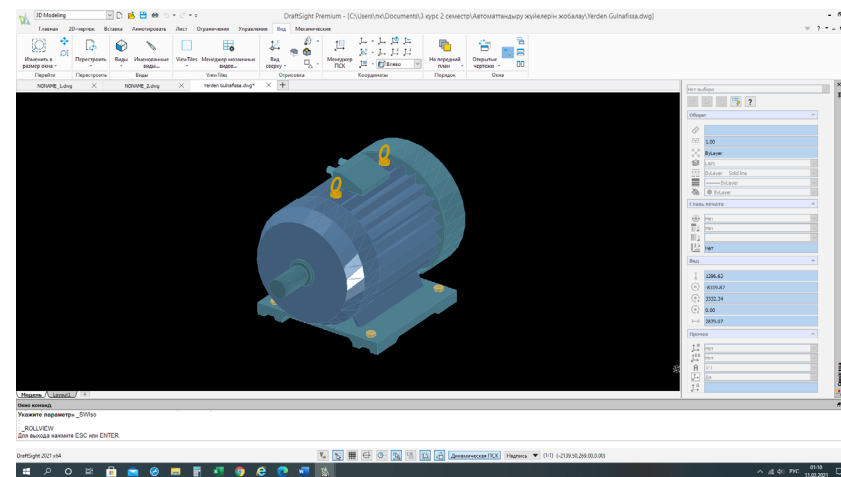


Рисунок 2 – Мотор в трехмерном пространстве

Отрисовка 3D модели двигателя иллюстрирована затенение методом Гуро с кромками с помощью: SHADEVIEW (Рис.2). Рисунок 3 демонстрирует каркасную модель 3D объекта, состоящим из кривых и отрезков. Данная иллюстрация дает возможность визуальному представлению детали. Модель занимает гораздо меньше компьютерной памяти и способствует решению простых форм.

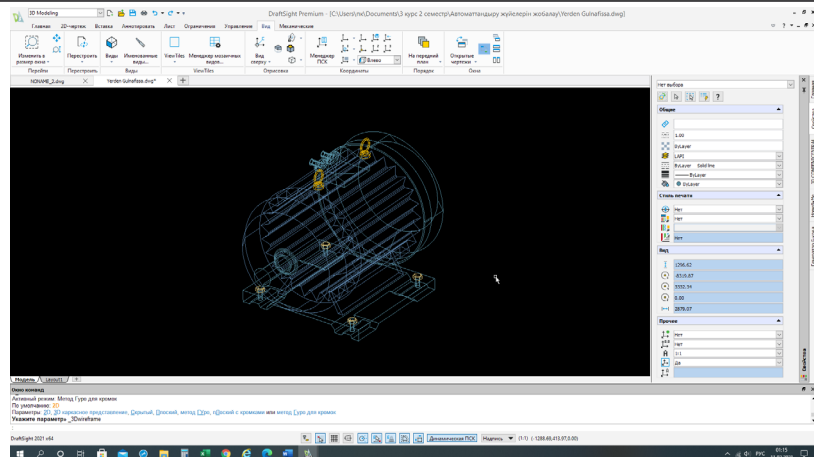


Рисунок 3 – Мотор. Каркасное представление 3D

### Выводы

Dassault Systemes (французский производитель программного обеспечения) создает программы, в которой каждый почувствует себя в привычной обстановке. Один из популярных программ – это DraftSight. DraftSight многогранная среда, включающая в себя различные команды и инструменты для создания проекта любой сложности. Немаловажно что она имеет свойство показывать исходный код создания различных проектов. Знакомство с представленным программным обеспечением, безусловно может сказать, что процесс создания 3D моделей легкий и простой.

На основе теории был сконструирован объект в среде DraftSight Premium 2021. Возможности программы позволяют создавать не только базовые чертежи, но и сложные сборки в трехмерном пространстве. Сконструированный объект доказывает о сказанных преимуществах программного обеспечения: инструменты черчения успешно помогают в создании базовых элементов таких как линии, дуги, круги, таблицы, штриховки и т. п. Команды размеров позволяют изменять объект и создавать 3D изделие. В процессе работы было замечено, что программа работает на всех ПК включая Linux и имеет бесплатную поддержку сообщества и большое количество учебных ресурсов. Как следствие, программа идеально подходит практикующим специалистам и также профессионалам, работающие в крупных компаний.

### Список использованных источников

- 1 **Глинских, А.** Мировой рынок CAD/CAM/CAE-систем // Компьютер-Информ № 01 (117), 2006.
- 2 **Гореткина, Е.** Что такое PLM? – PC Week, № 34, 2003.
- 3 **Зыков, О.** Промышленная автоматизация: движение от САПР к PLM. IT News, № 05, 2005.
- 4 **Ли, К.** Основы САПР (CAD/CAM/CAE)/ К. Ли. – СПб. : Питер, 2004.
- 5 ГОСТ 10322-71 Шкурки норки выделанные. Технические условия.
- 6 **Разумов А.** Есть ли альтернатива AutoCAD? [Электронный ресурс]. – URL <https://maistro.ru/articles/other/est-lialternativa-autocad> (дата обращения 20.07.2018)
- 7 **Смирнов, В. А.,** Системы автоматизированного проектирования: учебное пособие. / В. А. Смирнов, Л. Н. Петрова. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 34 с.

### References

- 1 **Glinkikh, A.** The world market of CAD/CAM/CAE-systems // Computer-Inform № 01 (117), 2006.
- 2 **Goretkina, E.** What is PLM? – PC Week, No. 34, 2003.
- 3 **Zykov, O.** Industrial automation: movement from CAD to PLM. IT News, No. 05, 2005.
- 4 **Li, K.** Fundamentals of CAD (CAD/CAM/CAE)/ K. Li. – St. Petersburg: Peter, 2004.
- 5 GOST 10322-71 Mink skins tanned. Technical conditions.
- 6 **Razumov A.** Is there an alternative to AutoCAD? [Electronic resource]. – URL <https://maistro.ru/articles/other/est-lialternativa-autocad> (accessed 20.07.2018).
- 7 **Smirnov, V. A.,** Systems of computer-aided design: a textbook. / V. A. Smirnov, L. N. Petrova. – Chelyabinsk : Publishing center of South Ural state University, 2013. – 34.

Материал поступил редакцию 19.03.21.

*Г. Т. Ерден, А. Т. Кшыубаева*

**Блоктармен бірге үйлесімді DWG файлдарын жасау үшін DraftSight CAD-тың 3D шешімі ретінде қарастырылады**

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті  
Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.  
Материал баспаға 19.03.21 түсті.

## DraftSight as a 3D CAD solution for creating compatible DWG files complete with blocks

L. N. Gumilyov Eurasian National University,  
Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan.  
Material received on 19.03.21.

*Автоматтандырылған жүйелердің кең таралуы көптеген қызмет салаларында байқалады. АЖЖ дамуының қазіргі деңгейі объектілердің прототиптерін жасауға және шындықта құрылмас бұрын жобаларды визуализациялауға үлкен мүмкіндік береді. Әсіресе, САД жобалау көптеген салаларда қолданылады. САД-үш өлшемді және екі өлшемді кеңістіктегі блоктармен толықтырылған автоматтандырылған дизайн түрлерінің бірі. Ең көп таралған САД жүйелерінің бірі-AutoCAD, бірақ бұл бағдарлама автоматтандырылған жүйеде жобалағысы келетіндердің барлығына қол жетімді емес. Сондықтан, осы мақала AutoCAD аналогына, атап айтқанда 2021 жылы шығарылған DraftSight Premium-ға толық шолу жасауға арналған. Автомобильдің күрделі бөліктерін құруда 3D модельдеу әдістерін қолдану талқыланады.*

*Кілтті сөздер: САД жүйесі, DraftSight, геометриялық дизайн, динамикалық блоктар, AutoCAD.*

*The widespread use of automated systems is observed in many areas of activity. The current level of CAD development provides a huge opportunity to prototype objects and visualize projects before building them in reality. In particular, CAD design is used in many industries. CAD is a type of computer-aided design complete with blocks in three-dimensional and two-dimensional spaces. One of the most common CAD systems is AutoCAD, but this program is not available to everyone who wants to design in an automated system. Therefore, this article is devoted to a full review of the analog of AutoCAD, in particular DraftSight Premium 2021. There is a discussion of using 3D modeling techniques in the construction of complex car parts.*

*Keywords: CAD system, DraftSight, geometric design, dynamic blocks, AutoCAD.*

## НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОТРАСЛЯМ

МРНТИ 378.02.37.016

<https://doi.org/10.48081/EAFF3180>

**А. А. Тұрдыбек, А. А. Абдильдаева**

Астана халықаралық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

## ИНФОРМАТИКА ПӘНІДЕГІ ОҚЫТУ-ОЙЫН ПЛАТФОРМАЛАРЫНЫҢ ПРАКТИКАЛЫҚ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

*Информатика пәніне арналған арнайы ойын оқу ортасына практикалық және теориялық анализ жүргіземіз. Зерттеу мақсаттары мен міндеттерін қарастырып, оқыту бағдарламаларының тиімділігін талдаймыз. Сонымен қатар «оқыту ойын технологиялар», «виртуалды интерактивті оқыту ортасы» және «оқыту платформасы» т.б өзекті мәселелерді талқыға саламыз. Жұмыстың ғылыми өзекті болуына, заманауи технологиялар мен виртуальды өмірдің балаларға ықпал етуінен туындайды. Жаһандану және информатизация әсерінен информатика пәнінен сабақ берудің жаңа интерактивті тәсілдері пайда болды. Ал арнайы оқыту ойындары сол тәсілдердің бірі болып табылады. Виртуальды сабақ беру елімізде қарастырылмаған. Болашақта бұл бағытта жұмыс атқаратын мамандарға әдіснамалық нұсқаулық қажет екендігі анық. Зерттеу жұмысының нәтижелеріне анализ жасап, мұғалімдерге арналған нұсқаулық ұсынамын. Яғни зерттеу жұмысының практикалық маңызыдылығын айқындап, ойын интерактивті ортаны ұйымдастыру және енгізу ережелерін құрамын. Бұл жобада интерактивті компьютерлік технологияны қолдану және оны ұйымдастыру жолдарын қарастырамыз. Бұл жобада интерактивті компьютерлік технологияны қолдану және оны ұйымдастыру жолдарын қарастырамыз. Сабақтың өту шарттар мен функцияларына қарай оқу бағдарламасын тағайындап, оқушылар мен оқытушыға тиімді әдістерді қарастырамыз. Ойындарды топтарға жіктеп, сабаққа қажетті материалдар тізімін құраймыз. Оқу ортасын ұйымдастыруға қажетті дағдыларды көрсетеміз.*

*Заманауи технологиялардың мүмкіндігіне иолу жасап, жүргізілген шет елдік зерттеу жұмыстарына эмпирикалық талдау жасаймыз.*

*Кілтті сөздер: Информатика, оқыту платформасы, оқу процесі, IT технология, оқыту ойын ортасы, бағдарламалау тілдері, интерактивті оқу.*

### **Кіріспе**

Қазіргі таңда оқушылардың оқу тәртібі көпсалалы жүйелердің арқасында жүргізіледі. Компьютерлік технологияның жедел дамуы қазіргі заманғы талаптарға жауап беретін, тез өзгеретін өмірлік жағдайларға бейімделе алатын, жаһандануға қажетті білім, дағдылар, әдеттер мен құндылықтар алуға ұмтылатын жастарға арналған оқу бағдарламалары көп. Сол бағдарламалардың бірі оқыту-ойын платформалары. Интеллекттің маңызды құрамдас бөлігі-алгоритмдік оқыту мәдениетіне тиіс [1]. Оқушылардың қызығушылықтары мен қажеттіліктеріне сәйкес ұйымдастырылған сабақтарда білім деңгейі, әлеуеті, танымдық процесі маңызды фактор болып табылады. «оқушы – мұғалім», «оқушы – оқушы», «мұғалім – оқушы – ата-ана» құрылымдық қатынастары дұрыс ұйымдастырылғанда, оқушылардың өзін-өзі бағалау белсенділігін жоғарлатады.

Қысқа және ұзақ мерзімді оқыту ойындарын қолдану кезінде оқушының танымдық қызметін ұйымдастыру, кеңейту, қалыптастыру және дамыту қазіргі әлемде талап етілетін дағдылардың бірі. Әр-түрлі оқу ойындарының оқушыға әсер етуінің негізгі аспектілері зерттеу объектісі болып табылады. Жастардың цифрлық технологияларды оқу барысында қолдану кезінде келесі проблемалар туындайды [2]. Оларға:

– Информатикада цифрлық технологияларды қолдану нәтижесінде білім алушылардың зейіні төмендейді. Яғни оқу материалын толығымен талдау жасамайды. Көп жағдайда оқушылар сабақтан тыс заттармен айналысады.

– Оқу сауаттылығының төмендеуі. Балалардың көп бөлігі ақпаратты қайдан және қалай өңдеу керек екендігін білмейді.

– Оқыту процесі 45 минут ішінде қамтылуы тиіс. Аз уақыт ішінде сабақты пысықтау және бағыт-бағдар көрсету. Көп жағдайда уақыттың салдарынан, мұғалімдер пәнді толығымен өтіп үлгермейді.

– Сабақты ұйымдастыруға қажетті құралдардың болмауы немесе шектеулігі.

Дамыған елдердің тәжірибесінен кейін Қазақстан мектептерінде оқушының өзін-өзі бағалау әдісі кеңінен қолданылады. Өзін-өзі бағалау оқушылардың дамуына ықпал етеді, оларға мақсаттар мен оларға жету жолдарын дұрыс анықтауға көмектеседі. Әр оқушы белсенді және объективті бағалауға, өзін-өзі бағалауға, өзін-өзі оқытуды жақсартуға қатысады. Оқыту ойындары

оқушылардың сабаққа деген қызығушылығын арттырады, логикалық ойлауды дамытады және оқу мазмұнын жақсы түсіну мен игеруді қамтамасыз етеді [3].

Ақпараттық технологиялар үнемі жетілдіріліп, сапалы дамуда сандық жағынан, бұл оларды оқу мақсатында пайдалануға жаңа мүмкіндіктер туғызады. Жоғарыда аталған құралдарды информатиканы оқыту процесінде қолдану көптеген мәселелерді зерттеуге ерекше қызығушылық тудырады.

Білім беру саласында ойындар өткен ғасырдан бастап қолданыла бастады. (D. Rawitsch) (АҚШ) 1971 жылы екі досының көмегімен the Oregon Trail ойынын жасады. Бұл бірінші білім беру ойыны тарихтағы ең танымал компьютерлік ойындардың біріне айналды. 1980 жылы жеке компьютерлердің кең таралуы the Oregon Trail, Math Blaster және Number Munchers сияқты оқу ойындарының белсенді қолдану арқасында. Балаларға жан-жақты инновациялық ойлауға әсер ететін жаңа методика құрылды. 1990 жылдары жаңа, заманауи ойындар құрылды, мысалы, Dr. Brain [4]. 2000 жылдардың басында әртүрлі компьютерлік ойындар құрылды. Олардың басым бөлігі бастауыш сынып оқушыларына арналған [5]. Білім беру ойындары әдетте белгілі бір академиялық мазмұнға негізделген, сонымен қатар оқушылардың зияткерлік қабілеттерін және өнімділігін дамытатын оқу құралы болып саналады. Университеттік зерттеулерге сәйкес, компьютерлік ойындар логикалық, сыни, шығармашылық ойлауды дамытады, шығармашылықты арттырады, шешім қабылдауға үйретеді. Компьютерлік оқыту мен видео ойындарды пайдалану оқу процесіне жаңа форманы енгізудің тиімді құралдарының бірі болып табылады. Ойын барысында кездесетін кез-келген мәселені сыни тұрғыдан бағалай отырып, шешімін қабылдайды.

### **Зерттеу жұмысының нысаны**

Компьютерлік ойындардың практикалық маңыздылығын зерртеу. Оқуды ұйымдастыру және жүргізу әдіснамасына шолу.

### **Зерттеу жұмысының мақсаты**

Компьютерлік ойындарды ұйымдастыру жолдарын қарастыру. Компьютерлік ойындардың артықшылығымен кемшілігін талдау. Оқу процесіндегі ойындарды өткізу әдіснамасын ұсыну.

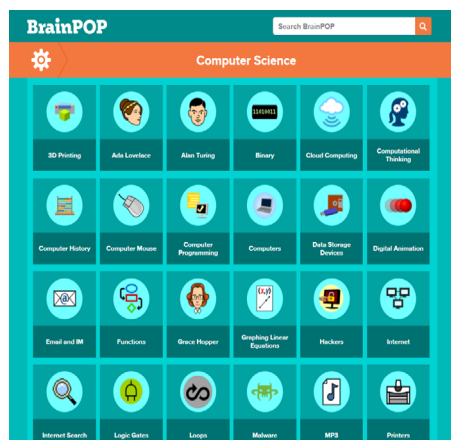
### **Зерттеу материалдары мен әдістері**

2002 жылы Халықаралық ғалымдар орталығы Woodrow Wilson International Center for Scholars ресми білім беру секторының бас ғалымы Б. Сойердің (B. Sawyer) бастамасы бойынша Serious Game Movement («Қозғалысы елеулі ойын») атты конференциясы өтті [6]. Ол конференцияда «маңызды ойын» термині енгізілді. «Маңызды ойын» арнайы ережелерге сәйкес жасалған білім беруді білдіреді. Бұл ойындар әскери салада үкіметтік немесе корпоративтік тренингтер, зияткерлік конкурстар ұйымдастыру кезінде пайдалануға арналған стратегиялық сипаттағы компьютерлік ойындар [7].

С. А. Шамаковтың пікірінше, зияткерлік ойындар әлеуметтену, мәдениетаралық коммуникация, өзін-өзі тану, коммуникативті, диагностикалық, терапиялық функцияларды орындайды [8]. Компьютерлік ойындардың сыныптағы дәстүрлі оқу процесінен айырмашылығы, ойыншыға қажетті ақпаратты тез өңдеуге көмектеседі. Сонымен қатар мұғалімнің сабақ беру процесін жеңілдетеді. Сондықтан білім берудің әдіснамалық, психологиялық және техникалық аспектілерін зерттеу керек. Ойындарды әртүрлі критерийлер бойынша жіктеп, мұғалімдердің белсенді қатысу арқылы оқу платформасын құру қажет.

Көптеген жылдар бойы білім беру ойындары бойынша халықаралық конференциялар ұйымдастырылды. Мұндай конференциялар атап айтқанда, Шотландия, Испания, Португалия, Германия, Греция, Норвегияда өтті. Білім берудің барлық деңгейлерінде оқыту ойындарын пайдалану ең тиімді әдістердің бірі болып саналатыны айтылды [9]. Зерттеулер нәтижесінде дәстүрлі сабақтармен салыстырғанда арнайы ұзақ мерзімді ойындарды қолдану тиімді нәтиже беретінін дәлелденді. Мысалы, Supercharged ойынын қолдану нәтижесінде оқыту сапасының 28 %-ға, Geography Explorer – 15–40 %-ға, арттыруға мүмкіндік берді [10].

Мултимедиялық оқыту ойына Brain pop жатқызсақ болады. Brain pop (сурет. 1) – бұл викторина сияқты интерактивті элемент қосылған 1000-нан астам анимациялық сабақтардан тұратын ойын. Мемлекеттік білім беру стандарттарына сәйкес келетін бұл қысқа сабақтар әлеуметтік ғылымдар, математика, ағылшын тілі, Технология, музыка, өнер, ғылым және денсаулық сияқты салаларды қамтиды [11]. Бұл бағдарламаның көмегімен келесі нәтижеге қол жеткіземіз.



Сурет 1 – Brain pop-тың интерфейсі

Қойылған сұрақты талдауға, оқу материалын таңдауға үйретеді.

- Өткен материалды қайталауға ықпал етеді;
- Визуалды, көркемдік және кеңістіктік ойлауды, логикалық пайымдауды, есте сақтауды, зейін қою қабілетін, қиялды дамытады;
- Топ ішіндегі өзара іс-қимылға, дербестікке үйретеді;
- Оқушының шығармашылық ойлауын қалыптастырады, оның сөздік қорын арттырады;
- Пәннің терминдердің негізгі ұғымдарын меңгеруге, сауатты жазуға үйретуге, алған білім деңгейін тексеруге мүмкіндік жасайды;

Информатика пәнін жүргізуге арналған ойындар келесі топқа жіктеледі. Сабақты өту платформасына байланысты мултимедиялық және бағдарламалық болып. Ал бағдарламалық ойын оқыту сабақтары тақырып бойынша жіктеледі. Оларға: модельдеу және программалық болып жіктеледі.

Code combat – ойыны арқылы оқушылар Python, JavaScript және Lua бағдарламаларын үйренеді. Бұл бағдарламалар қазіргі нарықты көптеген техникалық сайттар мен программалар құруға негізделген. Осы бағдарламалар арқылы ИТ технологияның мамандарын баулауға болады [12].

Geebot және Cargo-bot бағдарламасы арқылы C++, C және C# тілдер командасын үйретуге көмектеседі. Ойын бағдарламасының программалау тілінен шолу болып табылады.

Unity және 3D max оқыту бағдарламасы 3D компьютерлік модельдеу жобаларына арналған. Оқу барысында оқушылар компьютерлік модельдеу курсы толтығымен меңгеруге көмектеседі.

Жоғарыдағы ойындарды информатика сабағында ұйымдастыру қажет. Кітаптағы берілген тапсырмаларды, осы ойындар арқылы жүзеге асыру өзекті мәселе болып табылады. Бұл бағдарламаларда оқу жоспары алдын-ала қарастырылған. Сонымен қатар сабақ барысында практикалық жұмысты ұйымдастыруға көмектеседі. Сабақты толығымен интерактивті компьютерлік технологиялардың көмегімен оқу процесін ықшамдауға болады. Ал сабақтың сапалылығын арттыру мақсатында арнайы ойын программалар арқылы сабақтың мақсатын қорытындылауға болады.

### Зерттеу нәтижелері

Информатика пәнінің негізгі мақсатына, АКТ құралдарын қолдану, ақпаратты өңдеу мен іздеудің жолдарын меңгеру жатады. Информатика пәнінің мақсатына байланысты жоғарыдағы ойындарды қолдану керек. Зерттеудегі эмпирикалық талдау нәтижесінде, келесі тұжырымдамаға келдім. Бірінші сабақтағы практикалық тапсырмаларды арнайы ойындардың көмегімен орындау қажет. Себебі практикалық сабақты орындауға көп уақытты талап етеді. Ойындардың көмегімен 20–25 минут ішінде орындауға болады. Яғни сабақты екі бөлімге бөлу керек. Бірінші теориялық бөлімді

мультимедиялық ойын арқылы сабақты өтіп, қалған уақытты практикалық тапсырманы орындауға жұмсау тиімді. Себебі информатика пәні 45 минутты қамтиды. Яғни алғашқы 20 минутты териялық бөлімге жұмсап, ал қалған уақытты практикалық немесе лабораториялық жұмысты орындалуына керек.

### **Арнайы оқыту ойындарына берілетін ұсыныс**

Қазіргі уақытта жастардың компьютерлік ойындарға деген қызығушылығын, оқыту сапасын арттыру құралы ретінде пайдаланған жөн. Осы бағыттағы зерттеулерді кеңейту және IT-мамандармен мұғалімдердің бірлескен қызметін ұйымдастыру қажеттілігі туындайды. Интеллектуалды білім беру ойындарын, компьютерлік ойындарды, интерактивті және мультимедиялық жүйені қолдану бірқатар мәселелерді тиімді шеше алады: оқу процесін әртараптандыру, оны түрлі-түсті, қызықты ету, оқушылардың ынтасын арттыру, олардың зияткерлік деңгейіне оң әсер ету, жаңа терминдерді түсінуге ықпал ету. Қойылған мақсатқа жету үшін келесі іс-шараларды жүзеге асыру қызмет етеді деп санаймыз.

– әр сынып үшін кроссвордтардың зерттелетін тақырыптарына сәйкес тұратын информатика бойынша оқу құралын дайындау, ол сабақта тақырыпты жақсы игеруге қызмет етеді, сабақтан тыс іс-шараларды бағалау және өткізу процесінде қолданылады;

– әр түрлі бағдарламаларды қолдана отырып, сабақтарда да, сабақтан тыс уақытта да кроссвордтардың, интерактивті және қысқа мерзімді оқу ойындарының компьютерлік нұсқаларын дайындау және көбейту;

– «оқыту ойындарын зерттеу орталығын» құру. Осы мақсатта жаңашыл мұғалімдерден, мектеп оқушыларынан, тиісті ауданның студенттерінен тұратын белгілі бір топ оқу ойындарының жіктелуі бойынша жиналған материалдар негізінде, оны мектептерге таратуға бағытталған зерттеу орталығын құру керек;

– Мұғалімдердің ойын әрекетін жоспарлау және олардың психологиялық-педагогикалық аспектілерін және зияткерлік ойындарды қолдануды ескере отырып, оқу процесіне интеграциялық дағдыларын дамыту мақсатында ұйымдастыру әдістері мен оқыту алгоритмін дайындау қажет;

### **Қорытынды**

Информатика пәні кең ауқымды саланы қамтиды. Физика, математика және ақпараттану пәндерінің жиынтығынан құралады. Білім беру сапасы қолданатын құралдар мен әдістемеге тәуелді. Сол себепті сабақ өтудің оңтайлы форматтың таңдау керек. Ойындардың көмегімен балаларға білім беру мұғалімге де, оқушыға да тиімді. Ойын сабақтары жартылай дайын форматтағы материал ретінде қарастырылады. Яғни мұғалім оқу жоспарын ұйымдастыру, бағалау мен тапсырмалар бағдарламада орнатылған. Бұл мұғалімнің уақытын үнемдейді. Ал оқушыға келсек, оқу барысында материалдар ықшамдалған және электронды оқулықтардан

негізгі артықшылығы, онлайн жүйеде практикалық тапсырмаларды орындауға болады. Ойындар оқушылардың танымын, ақыл-ой белсенділігін қалыптастырудың маңызды құралы бола отырып, олардың бағдарлама материалының негізгі тақырыптары бойынша алған білімдерін тереңдете түсуді, әрі пысықтауды көздейді. Бұл ойындар балалардың сабақ үстіндегі жұмысын түрлендіре түседі, олардың пәнге қызығушылығын оятып, ынта-ықылыас қоюына баулиды және оқушылардың зейінін, ойлау қабілеттерін дамытады. Ойындар арнайы мақсатты көздейді және нақты міндеттерді шешеді. Қызығуды туғызу үшін ойын түрлерін пайдаланудың орны бөлек. Тиімді пайдаланылған ойын түрлері мұғалімнің түсіндіріп отырған материалын оқушылардың зор ынтамен тындап берік меңгеруіне көмектеседі.

### **Пайдаланған деректер тізімі**

1 **Хотц, Р. Л.** Когда игры полезны для вас // The Wall Street Journal. - 2012. – С. 13.

2 **Никитин, П. В., Горохова, Р. И., Зайков, А. С.** Применение компьютерных игр как фактор повышения качества обучения информатике // Образовательные технологии и общество. – 2015. – Т. 18. – № 3.

3 **Алкоут, А. К.** Образование в эпоху цифровых технологий: опыт обучения в виртуальной и смешанной реальности // Журнал образовательных компьютерных исследований. – С. 120.

4 **Латышина, Д. И.** История отечественной педагогики и образования. – Москва, 2020. – 4 б.

5 **Думиньш, А. А., Зайцева, Л. В.** Компьютерные игры в обучении и технологии их разработки // Образовательные технологии и общество. – 2012. – Т. 15. – № 3.

6 **Шмаков, С. А.** Игры учащихся – феномен культуры: учебник // Москва: ГНИИСИ. – 2014. – С. 204–228.

7 **Ефремова, Е. Н.** Педагогические интерактивные методы обучения будущих специалистов // Форум. Серия: Гуманитарные и экономические науки. – 2019. – № 1. – С. 69–76.

8 **Бром, С. И.** Обязательное домашнее образование во время карантина COVID-19 в Чехии: экспресс-опрос родителей 1–9-х классов // Границы образования. – Frontiers, 2020. – Т. 5. – С. 103.

9 **Альхарт, М. И.** Отношение студентов к использованию технологий в онлайн-курсах // Международный журнал технологий в образовании. – 2020. – Т. 3. – № 1. – С. 14–23.

10 **Урибе-Флорес, Л. Дж.** Практические примеры в учебном дизайне образования: коммуникативные предпочтения студентов во время онлайн-



11 **Астахова, Л. В., Запускалова, Н. С.** Виртуальная образовательная среда: сущность понятия // Сибирский педагогический журнал. 2011. № 12. С. 63–68.

12 **Харрисон, Т.** Кл Как учащиеся дистанционного обучения воспринимают влияние обучающих видео на свое обучение // Открытое обучение: Журнал открытого, дистанционного и электронного обучения. – 2020. – Т. 35. – № 3 – С. 260–276.

## References

1 **Hotts, R. L.** Kogda igrы polezny dlia vas. [When Games Are Good for You] // The Wall Street Journal. – 2012. – С. 13.

2 **Nikitin, P. V., Gorohova, R. I., Zaikov, A. S.** Primenenie kompiyuternykh igr kak faktor povysheniya kachestva obycheniya informatike [Application of computer games as a factor in improving the quality of teaching computer science] // Educational technologies and society. – 2015. – Т. 18. – С. 3.

3 **Alkoúf, A. K.** Obrazovanie v epohy tsifrovyykh tekhnologii: opyt obycheniya v virtyalnoy i smeshannoy realnosti [Education in the digital age: learning experiences in virtual and mixed reality] // Journal of Educational Computing Research. – P. 120.

4 **Latyshina, D. I.** Istoriya otechestvennoy pedagogiki i obrazovaniya [History of Russian pedagogy and education]. – Moscow, 2020. – P. 4.

5 **Dymnsh, A. A., Zaitseva, L. V.** Kompiyuternyye igrы v obycheniye i tekhnologii ih razrabotki [Computer games in teaching and technologies for their development] // Educational technologies and society. – 2012. – Т. 15. – С. 3.

6 **Shmakov, S. A.** Igrы ychayhsia–fenomen klytury: ychebnyk [Games of students - the phenomenon of culture: textbook] // Moscow: GNIISI. – 2014. – S. 204–228.

7 **Efremova, E. N.** Pedagogicheskiye interaktivnyye metody obycheniya bydyuykh spetsialistov [Pedagogical interactive teaching methods for future specialists] // Forum. Series: humanities and Economic Sciences. – 2019. – № 1. – pp. 69–76.

8 **Brom, S. I.** Obiazatelnoe domashnee obrazovanie vo vremya karantina COVID-19 v Chехii: ekspress-opros roditeley 1–9-h klassov [Mandatory home education during the covid-19 quarantine in the Czech Republic: an operational survey of parents of grades] 1–9 // borders of Education. – Frontiers, 2020. – Vol. 5. – P. 103.

9 **Alharti, M. I.** Otnosheniye stuydentov k ispolzovaniyu tekhnologii v onlain-kursakh [Students' attitudes towards the use of technology in online courses] – 2020. – Т. 3. – № 1. – P. 14–23.

10 **Yrbe-Flores, L. Dzh.** Prakticheskiye primery v ychebnoy dizayne obrazovaniya: kommunikativnyye predpochteniya stuydentov vo vremya onlain-diskussiy [Practical examples in educational design of education: communicative preferences of students during online discussions] // E-learning and digital media. – 2020. – Т. 17. – No. 1. – P. 33.

11 **Astahova, L. V., Zapyskalova, N. S.** Virtyalnaya obrazovatel'naya sreda: slynost ponyatiya [Virtual educational environment: the essence of the concept] // Siberian pedagogical journal. – 2011–2012. – P. 63–68.

12 **Harrison, T. Kl.** Kak ychayhsia distantsionnogo obycheniya vosprinimayut vliyanie obychayuykh video na svoe obycheniye [How Distance Learners Perceive the Impact of Instructional Videos on Their Learning] // Open Learning: A Journal of Open, Distance and E-Learning. – 2020. – Т. 35. – S. 3. – P. 260–276.

Материал баспаға 19.03.21 түсті.

*A. A. Turdybek, A. A. Abdildaeva*

**Практическая значимость учебно-игровых платформ по информатике**  
Международный университет Астаны,  
Республика Казахстан, г. Нур-Султан.  
Материал поступил в редакцию 19.03.21.

*A. A. Turdybek, A. A. Abdildaeva*

**Practical value of educational and gaming platforms in computer science**  
Astana International University,  
Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan,  
Materil received on 19.03.21.

*Проведем практический и теоретический анализ специальной игровой учебной среды по информатике. Рассмотрим цели и задачи исследования и проанализируем эффективность программ обучения. Также обсуждаем актуальные вопросы «обучающие игровые технологии», «виртуальная интерактивная обучающая среда» и «обучающая платформа» и др. Научная актуальность работы обусловлена тем, что современные технологии и виртуальная жизнь влияют на детей. Под влиянием глобализации и информатизации появились новые интерактивные подходы к преподаванию информатики. А специальные обучающие игры, один из таких способов. Виртуальное преподавание в стране не устарело. Очевидно, что в дальнейшем специалистам, работающим в этом направлении, потребуется методологическое руководство. Проведем анализ*

результатов исследовательской работы, предлагаю пособие для учителей. Т.е. определить практическую значимость исследовательской работы и сформулировать правила организации и внедрения игровой интерактивной среды. В данном проекте мы рассмотрим способы использования и организации интерактивных компьютерных технологий. Зависимости от условий и функций проведения урока мы назначим учебную программу и рассмотрим наиболее эффективные методы для учащихся и преподавателя. Классифицируем игры по группам и составляем список материалов, необходимых для занятий. Покажем навыки, необходимые для организации учебной среды. Проведем обзор возможностей технологий и эмпирический анализ проведенных зарубежными исследователями.

Ключевые слова: Информатика, обучающая платформа, учебный процесс, IT технологии, обучающая игровая среда, языки программирования, интерактивное обучение.

We will conduct a practical and theoretical analysis of the special game learning environment in computer science. Consider the goals and objectives of the study and analyze the effectiveness of training programs. We also discuss topical issues of «educational game technologies» virtual interactive learning environment and «learning platform», etc. The scientific relevance of the work is due to the fact that modern technologies and virtual life affect children. Under the influence of globalization and informatization, new interactive approaches to teaching computer science have emerged. A special educational game, one of these ways. Virtual teaching in the country is not outdated. It is obvious that in the future, specialists working in this direction will need methodological guidance. After analyzing the results of the research work, I we propose a manual for teachers. That is, to determine the practical significance of the research work and formulate the rules for organizing and implementing an interactive gaming environment. In this project, we will look at ways to use and organize interactive computer technologies. Depending on the conditions and functions of the lesson, we will assign a curriculum and consider the most effective methods for students and teachers. We classify the games into groups and make a list of materials needed for classes. We will show you the skills needed to organize the learning environment. We will review the capabilities of the technologies and conduct an empirical analysis conducted by foreign researchers.

Keywords: Computer science, learning platform, learning process, IT technologies, learning game environment, programming languages, interactive learning.

МРНТИ 50.47.02

<https://doi.org/10.48081/XZAF5214>

**У. Н. Иманбекова<sup>1</sup>, А. Н. Иманбекова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

<sup>2</sup>М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан Республикасы, Тараз қ.

## **МАТЛАВ ОРТАСЫНДА МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ КЕШЕННІҢ МОДЕЛІНІҢ АЛГОРИТМДІК ҚҰРЫЛЫМЫ**

Мақалада металлургиялық кешен моделінің алгоритмдік құрылымының қасиеттері сипатталған. Matlab математикалық пакетін пайдалана отырып, бақылау әрекеттерінің негізгі арналары бойынша модельге флотациялық технологиялық кешеннің статикалық және динамикалық үлгілерін зерттеу жүргізілді. Модельдеу нәтижелері мыс флотация кешенінің кіріс және шығыс мәндерін байланыстыратын графиктер түрінде ұсынылған.

Кілтті сөздер: алгоритм, модельдеу, металлургиялық кешен.

### **Кіріспе**

Түсті металлургия түсті металл кендерін өндіруді, байытуды және түсті металдар мен олардың қорытпаларын балқытуды қамтитын металлургия саласы болып табылады. Сондай-ақ, басқа да ауыр түсті металдар сияқты – мыс металлургиясы отандық түсті металлургияның жетекші буыны болып табылады. Мыс мөлшері екі жолмен алынады: стандартты пирометаллургиялық әдіспен және гидрометаллургиялық әдіспен [1–5].

Мыс өндірісінде пирометаллургиялық әдістер, соның ішінде электр балқыту әдісін қолдану кеңінен қолданылады. Кез-келген металлургиялық өндірістің міндеті-өңделген шикізаттан металдарды бос металл күйінде немесе химиялық қосылыс түрінде алу болып табылады. Практикалық жағдайда бұл міндет бос жыныстың компоненттерін шикізаттың құнды компоненттерінен бөлуді қамтамасыз ететін арнайы металлургиялық процестердің көмегімен шешіледі [6–8].

Кендерден, концентраттардан немесе құрамында металл бар шикізаттың басқа түрлерінен металл өндіру өте қиын міндет болып табылады, яғни мыс кендері үшін айтарлықтай күрделі болып келеді, әдетте, салыстырмалы түрде нашар және құрамы бойынша күрделі полиметалл шикізаты болып

табылады. Мұндай шикізатты металлургиялық тәсілдермен қайта өңдеу кезінде негізгі металды алумен бір мезгілде тауар өнімдеріне барлық басқа да бағалы компоненттердің кешенді бөлінуін қамтамасыз ету қажет [9–10].

Кез-келген металлургиялық процестің негізінде өңделген шикізатты құрамы мен физикалық қасиеттері бойынша, яғни екі, үш және кейде одан да көп фазалардан тұратын гетерогенді жүйеге ауыстыру принципі бойынша бір-бірінен ерекшелену керек. Бұл жағдайда фазалардың бірі алынатын металмен байытылып, қоспалармен сарқылуы керек, ал басқа фазалар, керісінше, негізгі компоненттермен сарқылуы керек. Осындай процестердің бірі – балқыту болып табылады.

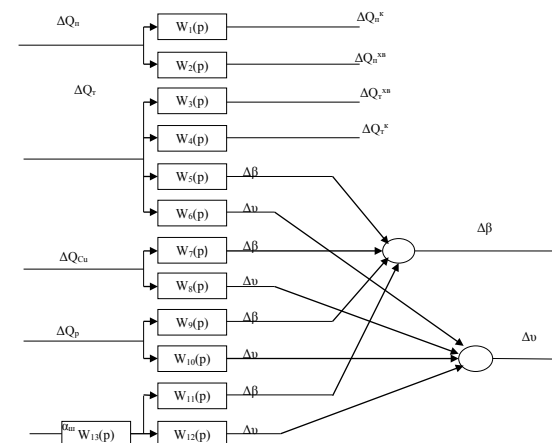
Кенді термиялық пештерде электрмен балқытудың қолданыстағы технологиясы жоғары емес техникалық-экономикалық көрсеткіштерімен, қолайсыз экологиялық жағдайымен, пештерге қызмет көрсетудегі қиындықтарымен сипатталады.

Шихта әдетте пирометаллургиялық немесе басқа жоғары температуралық процестерде қолданылатын бастапқы қоспалар болып табылады. Металлургиялық шитаның құрамына әдетте бастапқы немесе байытылған кен шикізаты, ағынды және айналым материалдары бар шикізат кіреді. Қара металлургиядағы шихталарда (мысалы, домна процесінде) көбінесе отын болады, ал түсті металлургияда шихталарда әдетте отын болмайды [2].

Теориялық зерттеу әдісі ретінде, әдетте, компьютерлік модельдеу қолданылады. Қабатты металлургиялық қондырғылардағы жылу-масса алмасу процестерін модельдеуге, атап айтқанда, көптеген жұмыстар агломерация процесіне арналған. Өкінішке орай, бұл модельдер толығымен берілмеген, компьютерлік модельдер жоқ, сондықтан оларды нақты жағдайларда агломерация технологиясын зерттеу және жетілдіру үшін, сондай-ақ оқу процесінде қолдану мүмкін емес.

### Материалдар мен әдістер

Қазіргі уақытта жүйелік тәсіл тұрғысынан күрделі технологиялық процестерді қарастыру және зерттеу үрдісі байқалады. Бұл жағдайда процесс өзара байланысты және өзара әрекеттесетін элементтерден тұратын жүйе ретінде ұсынылады. Модельдің алгоритмдік құрылымы (1-сурет) көрсетілген.



Сурет 1 – Модельдің алгоритмдік құрылымы

Осы кендерден алынатын мыс концентраттары жоғары дисперсиялығымен сипатталады және олар металлургиялық өндіріс үшін қолайсыз болып келеді, өйткені пештерге тиелген кезде шаң шығару 42%-ды құрайды. Жоғары шаңдану, шығатын газдардың температурасы және шаңның күрделі фазалық құрамы газ құбырларында қиын жойылатын шөгінділердің пайда болу себептері болып табылады. Мыс концентраттарын өндіру кезінде жону – технологиялық қол жетімді, экономикалық және экологиялық таза болып табылады [3].

Бұл процестердің жылдамдығы шихта компоненттерінің физика-химиялық қасиеттеріне, температурасына, масса мен жылу алмасудың қарқындылығына байланысты, ал агрегаттардың өнімділігі тұтастай алғанда қарапайым сатылардың ең баяу аяқталу жылдамдығымен анықталады. Металлургиялық өңдеуге құрамында металл бар материал емес, әр түрлі руда шикізатының айналымдары бар ағындары бар қоспасы кіреді. Шетелдік агломераттың жоғары сапасына агло-шикізатты жақсы дайындау және орташалау, бітеу, жүктеу, бақылау мен процесті басқаруды автоматтандыру және т. б. қол жеткізіледі.

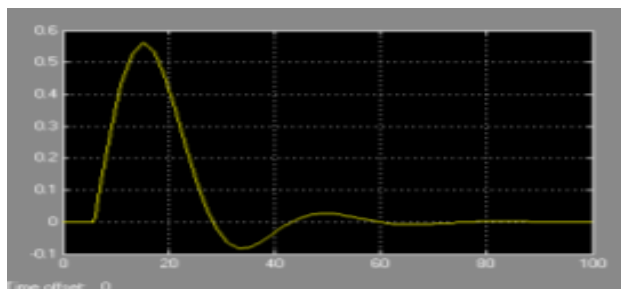
Автогендік процестердің тез дамуына байланысты полиметалл кендерінің құнды компоненттерінің әрекеті туралы теориялық, технологиялық және экономикалық мәліметтер жетіспейді, бұл шикізатты қолданудың күрделілігін арттыру тұрғысынан процестерді бағалауды қиындатады. Жаңа тиімді процестерді өзірлеу және енгізу химизмді және реакциялардың механизмін, алынған балқымалардың құрылымы мен қасиеттерін, бу қысымын және негізгі және ілеспе элементтердің белсенділігін терең білуді қажет етеді. Түсті металлургия шикізатын кешенді пайдалану мәселесін шешу пирометаллургиялық процестердің басқарылатын параметрлерінің

кең ауқымында ілеспе компоненттердің сипаттамаларын жүйелі зерттеумен де байланысты [4].

Басқару тиімділігінің негізгі өлшемдері технологиялық тәртіп пен еңбек өнімділігін арттыру, өнім сапасын жақсарту, материалдық ресурстарды үнемдеу, өнімнің өзіндік құнын төмендету, еңбек жағдайлары мен өндіріс мәдениетін жақсарту болып табылады.

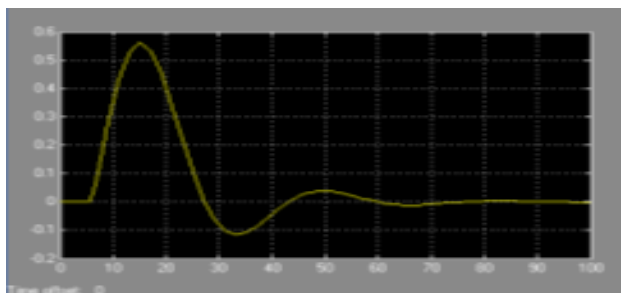
#### Нәтижелер мен талқылаулар

Өтпелі үдерістегі қайта реттеу шамасы 25 %-ға сәйкес келмейді. Бұл реттеушінің баптау параметрлері кідіріспен бірінші ретті статикалық сілтемеге сәйкес келетін объектінің жуық өтпелі сипаттамасымен анықталғанына байланысты (2 – сурет).



Сурет 2 – Арна бойынша үдеу сипаттамасы

Сандық модельдеу арқылы өтпелі процестің қажетті сипатын қамтамасыз ететін реттегіштің оңтайлы параметрлері  $k_{pi} = 1.4$ ;  $T_{ин} = 8.8$  с. Реттегіштің оңтайлы баптау параметрлері (3 – сурет) көрсетілген.



Сурет 3 – Реттегіштің оңтайлы баптау параметрлері

#### Қорытынды

Қорыта айтсақ, мақалада мысты балқыту кезіндегі, қатты отынның жануы, әктас диссоциациясы, балқу және кристалдану процестері мен

заңдылықтарын ескеретін агломерацияланған қабаттағы процестердің кешенді динамикалық моделін жасау нәтижелері келтірілген. Модельді әзірлеу кезінде жүйелік тәсіл қолданылды.

#### Пайдаланған деректер тізімі

1 Frohling, M., Rentz, A. A. Case study on raw material blending for the recycling of ferrous wastes in a blast furnace // Journal of Cleaner Production, Volume 18, Issue 2, 2010. – P. 161–173 (2010).

2 Gui, W., Wang, L., Yang, X., Peng, X. Intelligent prediction model of matte grade in copper flash smelting process // Transaction of Nonferrous Metals Society of China, Volume 17, Issue 5, 2007. – P. 1075–1081.

3 Koshymbaev, Sh., Shegebaeva, Zh. Waldemar Wójcik // Definition of the objects of multivariable control of technological process of smelting industry on the basis of optimization model. IAPGOS 1/2014 ISSN 2083-0157 Informatyka Automatyka Pomiar w Gospodarce I OCHRONIE SRODOWISKA. Informatics Control Measurement in Economy and Environment Protection. Poland, Lublin, 2014. – P. 18.

4 Schlesinger, E. M., King, M. J., Sole, K. C., Davenport, W. G. Matte Smelting Fundamentals. Extractive Metallurgy of Copper, 06 (2011), 73–88.

5 Imanbekova, U. N., Hotra, O. Z., Koshimbayev, S. K., Popiel, P., Tanas, J. Optimal control of blending and melting of copper concentrates. Proceedings of SPIE. Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments, 09 (2015), 9662–9679.

6 Koshymbaev, S., Shegebaeva, Z., Wójcik, W. Definition of the objects of multivariable control of technological process of smelting industry on the basis of optimization model. IAPGOS, 1 (2014), 18–20.

7 Eksteen, J. J. A mechanistic model to predict matte temperatures during the smelting of UG2-rich blends of platinum group metal concentrates. Minerals Engineering, (7) 2011, Issue 24, 676–687.

8 Istadi, I., Bindar, Y. Improved cooler design of electric arc furnace refractory in mining industry using thermal analysis modeling and simulation. Applied Thermal Engineering, 01 (2014), 1127–1138.

9 Kim, B. S., Jo, S. K., Shin, D., Lee, J. Ch., Jeong, S. B. A physico-chemical separation process for upgrading iron from waste copper slag. International Journal of Mineral Processing. 14 (2013), Issue 124, 124–127.

10 Song, C., Hu, K., Li, P. «Modeling and Scheduling Optimization for Bulk Ore Blending Process». Journal of Iron and Steel Research International 19, 20–28 (2012).

### Алгоритмическая структура модели металлургического комплекса в среде MATLAB

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева, Республика Казахстан, г. Алматы.

<sup>2</sup>Таразский региональный университет имени М. Х. Дулати, Республика Казахстан, г. Тараз.  
Материал поступил в редакцию 19.03.21.

U. N. Imanbekova<sup>1</sup>, A. N. Imanbekova<sup>2</sup>

### Algorithmic structure of the metallurgical complex model in the MATLAB environment

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Republic of Kazakhstan, Almaty;

<sup>2</sup>Taraz Regional University named after M. H. Dulati, Republic of Kazakhstan, Taraz.  
Material received on 19.03.21.

*В статье описаны свойства алгоритмической структуры модели металлургического комплекса. Проведено исследование статических и динамических моделей флотационного технологического комплекса модели по основным каналам контрольных действий с использованием математического пакета Matlab. Результаты моделирования представлены в виде графиков, связывающих входные и выходные значения медно-флотационного комплекса.*

*Ключевые слова: алгоритм, моделирование, металлургический комплекс.*

*The article describes the properties of the algorithmic structure of the metallurgical complex model. The study of static and dynamic models of the flotation technological complex on the main channels of control actions using the mathematical package Matlab is carried out. The simulation results are presented in the form of graphs linking the input and output values of the copper-flotation complex.*

*Keywords: algorithm, modeling, metallurgical complex.*

### АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ

**Абдильдаева Асель Асылбекқызы**, техника ғылымдарының докторы, PhD, Астана халықаралық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: abass\_81@mail.ru

**Ағайдарова А. Т.**, техника ғылымдарының магистрі, ТКИТ кафедрасы, Ғумарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы, e-mail: agaidarova97@mail.ru

**Аудабай Перизат Жақыпқызы**, магистрант, Физика-техникалық факультет, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: peri.980328@mail.ru,

**Әмір Зайда Тимурқызы**, магистрант, Физика-техникалық факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: zaida\_amirova@mail.ru

**Байзыханова Айдана Абдукасыновна**, магистрант, Физика-техникалық факультет, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: baizykhanova97@gmail.com

**Бисенбай Мария Жақсылыққызы**, магистрант, Физика-техникалық факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: mariyabissenbay@gmail.com

**Дроботун Борис Николаевич**, педагогика ғылымдарының докторы, профессор, «Ақпараттық технологиялар» кафедра, ҚР БҒСБК профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: drobotun.nina@mail.ru

**Ерден Гулнафиса Таласбековна**, студент, 3 курс, «Автоматтандыру және басқару» мамандығы, Ақпараттық жүйелер факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: gulnafisa99@mail.ru

**Есиркепова Айгуль Каиржановна**, магистрант, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: esirkeпова-aigul@mail.ru

**Жамантаев Бекжан Умирбекович**, магистрант, Инновациялық технологиялар факультеті, Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды қ., 100027, Қазақстан Республикасы, e-mail: bbek\_31@mail.ru,

**Жұмабеков Дастан Бауыржанұлы**, магистрант, Физика-техникалық факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: zhumabekov.dastan@mail.ru,

**Иманбекова А. Н.**, М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., 080000, Қазақстан Республикасы

**Иманбекова У. Н.**, Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 05000, Қазақстан Республикасы

**Искаков Мухамедалим Бегалиевич**, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Инновациялық технологиялар факультеті, Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды қ., 100027, Қазақстан Республикасы, e-mail: muhamedalim.iskakov51@mail.ru,

**Кишубаева Алтынай Тулпаровна**, ғылыми жетекші, Ақпараттық жүйелер магистрі, аға оқытушы, Ақпараттық жүйелер факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: kishubayeva\_at@enu.kz,

**Олейникова Алла Васильевна**, магистр, аға оқытушы, Инновациялық технологиялар факультеті, Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды қ., 100027, Қазақстан Республикасы, e-mail: alla\_ole@mail.ru,

**Тұманбаева К. Х.**, техника ғылымдарының кандидаты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: tumanbayeva@mail.ru

**Тұрдыбек Аят Амансарыұлы**, магистрант, 2-ші курс, Информатика пәні, Астана халықаралық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: turdybekaa@gmail.com

**Шутанова Альбина Сейткалиевна**, магистрант, Физика-техникалық факультеті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: albina\_1998@mail.ru

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Абдильдаева Асель Асылбековна**, доктор технических наук, PhD, Международный университет Астаны, г. Нур-Султан., 010000, Республика Казахстан, e-mail: abass\_81@mail.ru

**Агайдарова А. Т.**, магистр технических наук, кафедра ТКИТ, Алматинский университет энергетике и связи имени Гумарбека Даукеева, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан, e-mail: agaidarova97@mail.ru

**Амир Заида Тимуркызы**, магистрант, Физико-технический факультет, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: zaida\_amirova@mail.ru

**Аудабай Перизат Жакыповна**, магистрант, Физико-технический факультет, Казахский национальный университет аль-Фараби, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: peri.980328@mail.ru

**Байзыханова Айдана Абдукасыновна**, магистрант, Физико-технический факультет, Казахский национальный университет аль-Фараби, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: baizykhanova97@gmail.com

**Бисенбай Мария Жаксылыккызы**, магистрант, Физико-технический факультет, Казахский национальный университет аль-Фараби, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: mariyabissenbay@gmail.com

**Дроботун Борис Николаевич**, доктор педагогических наук, профессор ККСОН РК, профессор, кафедра «Информационные технологии», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: drobotun.nina@mail.ru

**Ерден Гулнафиса Таласбековна**, студент, 3 курс, специальность «Автоматизация и управление», Факультет информационных систем, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: gulnafisa99@mail.ru

**Есиркепова Айгуль Каиржановна**, магистрант, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: esirkepova-aigul@mail.ru

**Жамантаев Бекжан Умирбекович**, магистрант, Факультет инновационных технологий, Карагандинский технический университет, г. Караганда, 100027, Республика Казахстан, e-mail: bbek\_31@mail.ru,

**Жумабеков Дастан Бауыржанович**, магистрант, Физико-технический факультет, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: zhumabekov.dastan@mail.ru,

**Иманбекова А. Н.**, Таразский региональный университет имени М. Х. Дулати, Казахстан, г. Тараз, 080000, Республика Казахстан

**Иманбекова У. Н.**, Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан

**Искаков Мухамедалим Бегалиевич**, кандидат технических наук, доцент, Факультет инновационных технологий, Карагандинский технический университет, г. Караганда, 100027, Республика Казахстан, e-mail: muhamedalim.iskakov51@mail.ru

**Кишубаева Алтынай Тулпаровна**, научный руководитель, м.и.с., ст. преподаватель. кафедра «Системного анализа и управления», Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, Факультет информационных систем, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: kishubayeva\_at@enu.kz

**Олейникова Алла Васильевна**, магистр, ст. преподаватель, кафедра ИВС, Факультет инновационных технологий, Карагандинский технический университет, г. Караганда, 100027, Республика Казахстан, e-mail: alla\_ole@mail.ru

**Туманбаева К. Х.**, кандидат технических наук, профессор, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан, e-mail: tumanbayeva@mail.ru

**Турдыбек Аят Амансарыулы**, магистрант, 2 курс, Международный университет Астаны, г. Нур-Султан., 010000, Республика Казахстан, e-mail: turdybekaa@gmail.com

**Шутанова Альбина Сейткалиевна**, магистрант, Физико-технический факультет, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: albina\_1998@mail.ru

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Abdildayeva Asel Asylbekovna**, PhD, Doctor of Technical Sciences, Astana International University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: abass\_81@mail.ru

**Agaidarova A. T.**, undergraduate student of Technical Science, Almaty University of Power and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, 050000, Kazakhstan, e-mail: agaidarova97@mail.ru

**Altynai Tulparovna Kishubayeva**, Research Supervisor, Master of Information Systems, senior lecturer, Department of System Analysis and Management, Faculty of Information systems, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: kishubayeva\_at@enu.kz

**Amir Zaida Timurkyzy**, undergraduate student, Physics and Technology Faculty, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: zaida\_amirova@mail.ru

**Audabay Perizat Zhakypovna**, undergraduate student, Faculty of Physics and Technology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: peri.980328@mail.ru

**Baizykhanova Aidana Abdukasynovna**, undergraduate student, Faculty of Physics and Technology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: baizykhanova97@gmail.com

**Bissenbay Mariya Zhaksylykkyzy**, undergraduate student, Physics and Technology Faculty, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: mariyabissenbay@gmail.com

**Drobotun Boris Nikolaevich**, professor, Doctor of Pedagogical Sciences, professor of the Committee for Control in the Sphere of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Department of Information Technologies, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: drobotun.nina@mail.ru

**Imanbekova A. N.**, Taraz Regional University named after M. H. Dulati, Taraz, 080000, Republic of Kazakhstan

**Imanbekova, U. N.**, Almaty University of Power and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan

**Iskakov Muhamedalim Begalievich**, Candidate of Technical Sciences, docent, Innovation Technology Faculty, Karaganda Technical University, Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan

**Oleinikova Alla Vasilevna**, Master, senior lecturer, Innovation Technology Faculty, Karaganda Technical University, Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan, e-mail: alla\_ole@mail.ru,

**Shutanova Albina Seitkaliyeva**, undergraduate student, Faculty of Physics and Technology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: albina\_1998@mail.ru, 87082829423

**Tumanbaeva K. K.**, Candidate of Technical Sciences, professor, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan, e-mail: tumanbayeva@mail.ru

**Turdybek Ayat Amansaruly**, undergraduate student, Informatics, 2nd year, Astana International University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: turdybekaa@gmail.com

**Yerden Gulnafissa Talasbekovna**, student, 3rd year, Faculty of Information Systems, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: gulnafisa99@mail.ru ,

**Yessirkepova Aigul Kairzhanovna**, undergraduate student, Toraihyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: esirkepova-aigul@mail.ru

**Zhamantayev Bekzhan Umirbekovich**, undergraduate student, Innovation Technology Faculty, Karaganda Technical University, Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan, e-mail: bbek\_31@mail.ru,

**Zhumabekov Dastan Bauyrzhanovich**, undergraduate student, Faculty of Physics and Technology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: zhumabekov.dastan@mail.ru

## **ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА»**

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статей для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

**\*В номер допускается не более одной рукописи от одного автора либо того же автора в составе коллектива соавторов.**

**\*Количество соавторов одной статьи не более 5.**

**\*Степень оригинальности статьи должна составлять не менее 60 %.**

**\*Направляемые статьи не должны быть ранее опубликованы, не допускается последующее опубликование в других журналах, в том числе переводы на другие языки.**

**\*Решение о принятии рукописи к опубликованию принимается после проведения процедуры рецензирования.**

**\*Рецензирование проводится конфиденциально («двустороннее слепое рецензирование»), автору не сообщается имя рецензента, а рецензенту – имя автора статьи.**

**\*Статьи отправлять вместе с квитанцией об оплате. Стоимость публикации в журнале за страницу 1000 (одна тысяча) тенге, включая статьи магистрантов и докторантов в соавторстве с лицами с ученой степенью.**

**\*Оплата за статью не возвращается в случае, если статья отклонена антиплагиатом или рецензентом. Автор может повторно отправить статью на антиплагиат или рецензирования 1 раз.**

**Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:**

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям, набранные на компьютере, напечатанные на одной стороне листа с полями 30 мм со всех сторон листа, электронный носитель со всеми материалами



в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для WINDOWS».

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы не должен превышать 12 страниц печатного текста. Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).

Структура научной статьи включает название, аннотации, ключевые слова, основные положения, введение, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, выводы, информацию о финансировании (при наличии), список литературы (используемых источников) к каждой статье, включая романизированный (транслитерированный латинским алфавитом) вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках) см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

**Статья должна содержать:**

1 **МРНТИ** (Межгосударственный рубрикатор научной технической информации);

2 **DOI после МРНТИ** в верхнем правом углу (присваивается и заполняется редакцией журнала);

3 **Фамилия, имя, отчество** (полностью) автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (жирным шрифтом, по центру), **главного автора пометить символом (\*)**;

4 **Ученую степень, ученое звание;**

5 **Аффилиация** (факультет или иное структурное подразделение, организация (место работы (учебы)), город, почтовый индекс, страна) – на казахском, русском и английском языках;

6 **E-mail;**

7 **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (не более 12 слов, прописными буквами, жирным шрифтом, по центру, на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий);

8 **Аннотация** – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском либо немецком языках (рекомендуемый объем аннотации – не менее 150, не более 300 слов, курсив, нежирным шрифтом, кегль – 12 пунктов, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец);

9 **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (оформляются на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий; кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 1 см.). Рекомендованное количество ключевых слов – 5–8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3. Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (см. образец);

10 **Основной текст** статьи излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

– **Введение / Кіріспе / Introduction** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы. Актуальность темы определяется общим интересом к изученности данного объекта, но отсутствием исчерпывающих ответов на имеющиеся вопросы, она доказывается теоретической или практической значимостью темы.

– **Материалы и методы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

– **Результаты и обсуждение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Приводится анализ и обсуждение полученных вами результатов исследования. Приводятся выводы по полученным в ходе исследования результатам, раскрывается основная суть. И это один из самых важных разделов статьи. В нем необходимо провести анализ результатов своей работы и обсуждение соответствующих результатов в сравнении с предыдущими работами, анализами и выводами.

– **Информацию о финансировании** (при наличии) (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

– **Выводы / Қорытынды / Conclusion** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Выводы – обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором, и заключение автора об изменении научного знания с учетом полученных результатов. Выводы не должны быть абстрактными, они должны быть использованы для обобщения результатов исследования в той или иной научной области, с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы.

– **Список использованных источников / Пайдаланған деректер тізімі / References** (жирными буквами, кегль – 14 пунктов, в центре). Включает в себя:

Статья и список использованных источников должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (см. образец).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по

очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами читателям для ознакомления, как смежные работы, проводимые параллельно. Рекомендуемый объем не менее 10 не более чем 20 наименований (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). В случае наличия в списке использованных источников работ, представленных на кириллице, необходимо представить список литературы в двух вариантах: первый – в оригинале, второй – романизированный (транслитерация латинским алфавитом) вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках) см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Романизированный список литературы должен выглядеть следующим образом: автор(-ы) (транслитерация) → название статьи в транслитерированном варианте → [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках] → название казахоязычного либо русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название – если есть) → выходные данные с обозначениями на английском языке.

11 **Иллюстрации**, перечень рисунков и подрисовочные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

12 **Математические формулы** должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

**На отдельной странице (после статьи)**

**В электронном варианте приводятся полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail (номер телефона для связи редакции с авторами, не публикуются);**

**Сведения об авторах**

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Фамилия Имя Отчество (полностью)		
Должность, ученая степень, звание		
Организация		
Город		
Индекс		
Страна		
E-mail		
Телефон		

**Информация для авторов**

Для статей, публикуемых в Научном журнале Торайғыров университет. Химико-биологическая серия, требуется экспертное заключение.

**Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи.**

**Если статья отклонена антиплагиатом или рецензентом статья возвращается автору на доработку. Автор может повторно отправить статью на антиплагиат или рецензентирование 1 раз. За содержание статьи несет ответственность Автор.**

**Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.**

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления.

**Периодичность издания журналов – четыре раза в год (ежеквартально)**

**Сроки подачи статьи:**

- первый квартал до 10 февраля;
- второй квартал до 10 мая;
- третий квартал до 10 августа;
- четвертый квартал до 10 ноября.

**Статью (электронную версию, и квитанции об оплате) следует направлять на сайт: [vestnik.tou.edu.kz](http://vestnik.tou.edu.kz). Для подачи статьи на публикацию необходимо пройти регистрацию на сайте.**

**140008, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64,**

**НАО «Торайғыров университет»,**

**Издательство «Toraighyrov University», каб. 137.**

**Тел. 8 (7182) 67-36-69, (внутр. 1147).**

**E-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)**

**Наши реквизиты:**

НАО «Торайғыров университет» РНН 451800030073 БИН 990140004654	НАО «Торайғыров университет» РНН 451800030073 БИН 990140004654	Приложение kasp1.kz Платежи – Образование – Оплата за ВУЗы – Заполняете все графы (в графе Факультет укажите «За публикацию в научном журнале, название журнала и серии»)
АО «Jýsan Bank» ИИК KZ57998FTB00 00003310 БИК TSEKZK A Кбе 16 Код 16 КНП 861	АО «Народный Банк Казахстана» ИИК KZ156010241000003308 БИК HSBKZKX Кбе 16 Код 16 КНП 861	

## ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

МРНТИ 14.37.27

DOI xxxxxxxxxxxxxxxx

**С. К. Антикеева**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СОЦИАЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ ЧЕРЕЗ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

*В данной статье представлена теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, которая разработана в рамках докторской диссертации «Формирование личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации». В статье приводятся педагогические аспекты самого процесса моделирования, перечислены этапы педагогического моделирования. Представлены методологический, процессуальный (технологический) и инструментальный уровни модели, ее цель, мониторинг сформированности искомых компетенций, а также результат. В модели показаны компетентностный, личностно-ориентированный и практико-ориентированный педагогические подходы, закономерности, принципы, условия формирования выбранных компетенций; описаны этапы реализации процесса формирования, уровни сформированности личностных и профессиональных компетенций. В разделе практической подготовки предлагается интерактивная работа в системе слушатель-преподаватель-группа, подразумевающая личное участие каждого специалиста, а также открытие первого в нашей стране Республиканского общественного объединения «Национальный альянс профессиональных социальных работников». Данная модель подразумевает под собой дальнейшее совершенствование и самостоятельное развитие личностных и профессиональных компетенций социальных работников. Это позволяет увидеть в*

*модели эффективность реализации курсов повышения квалификации, формы, методы и средства работы.*

*Ключевые слова: теоретическая модель, компетенции, повышение квалификации, социальные работники.*

#### **Введение**

Социальная работа – относительно новая для нашей страны профессия. Поэтому обучение социальных работников на современной стадии не характеризуется наличием достаточно разработанных образовательных стандартов, которые находили бы выражение в формулировке педагогических целей, в содержании, технологиях учебного процесса.

*Продолжение текста публикуемого материала*

#### **Материалы и методы**

Теоретический анализ научной психолого-педагогической и специальной литературы по проблеме исследования; анализ законодательных и нормативных документов по открытию общественных объединений; анализ содержания программ курсов повышения квалификации социальных работников; моделирование; анализ и обобщение педагогического опыта; опросные методы (беседа, анкетирование, интервьюирование); наблюдение; анализ продуктов деятельности специалистов; эксперимент, методы математической статистики по обработке экспериментальных данных.

*Продолжение текста публикуемого материала*

#### **Результаты и обсуждение**

Чтобы понять объективные закономерности, лежащие в основе процесса формирования и развития личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, необходимо четко представлять себе их модель.

*Продолжение текста публикуемого материала*

#### **Выводы**

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации содержит три уровня ее реализации.

*Продолжение текста публикуемого материала*

#### **Список использованных источников**

1 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование : сущность, эффективность и неопределенность [Текст] // Педагогика. – 2003. – № 4. – С. 22.

2 **Кузнецова, А. Г.** Развитие методологии системного подхода в отечественной педагогике : монография [Текст]. – Хабаровск : Изд-во ХК ИППК РК, 2001. – 152 с.

3 **Каропа, Г. Н.** Системный подход к экологическому образованию и воспитанию (На материале сельских школ) [Текст]. – Минск, 1994. – 212 с.

4 **Штофф, В. А.** Роль моделей в познании [Текст] – Л. : ЛГУ, 1963. – 128 с.

5 **Таубаева, Ш.** Методология и методика дидактического исследования : учебное пособие [Текст]. – Алматы : Казак университеті, 2015. – 246 с.

6 **Дахин, А. Н.** Моделирование компетентности участников открытого образования [Текст]. – М. : НИИ школьных технологий 2009. – 290 с.

7 **Дахин, А. Н.** Моделирование в педагогике [Текст] // Идеи и идеалы. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – С. 11–20.

8 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование : монография [Текст]. – Новосибирск : Изд-во НИПКиПРО, 2005. – 230 с.

9 **Аубакирова, С. Д.** Формирование деонтологической готовности будущих педагогов к работе в условиях инклюзивного образования : дисс. на соиск. степ. д-ра филос. (PhD) по 6D010300 – Педагогика и психология [Текст] – Павлодар, 2017. – 162 с.

10 **Арын, Е. М., Пфейфер, Н. Э., Бурдина, Е. И.** Теоретические аспекты профессиональной подготовки педагога XXI века : учеб. пособие [Текст]. – Павлодар : ПГУ им. С. Торайгырова; СПб. : ГАФКиС им. П. Ф. Лесгафта, 2005. – 270 с.

## References

1 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie : suschnost, effektivnost i neopredelennost [Pedagogical modeling : essence, effectiveness, and uncertainty] [Text]. In Pedagogy. – 2003. – № 4. – P. 22.

2 **Kuznetsova, A. G.** Razvitie metodologii sistemnogo podhoda v otechestvennoi pedagogike [Development of the system approach methodology in Russian pedagogy : monograph] [Text]. – Khabarovsk : Izd-vo KhK IPPK RK, 2001. – 152 p.

3 **Каропа, Г. Н.** Sistemnyi podhod k ekologicheskomu obrazovanii i vospitanii (Na materiale selskih shkol) [The systematic approach to environmental education and upbringing (Based on the material of rural schools)] [Text] – Minsk, 1994. – 212 p.

4 **Shtoff, V. A.** Rol modelei v poznanii [The role of models in cognition] [Text] – L. : LGU, 1963. – 128 p.

5 **Taubayeva, Sh.** Metodologiya i metodika didakticheskogo issledovaniya : uchebnoe posobie [Methodology and methods of educational research : a tutorial] [Text] – Almaty : Kazak University, 2015. – 246 p. c.

6 **Dahin, A. N.** Modelirovanie kompetentnosti uchastnikov otkrytogo obrazovaniya [Modeling the competence of open education participants] [Text] – Moscow : NII shkolyh tehnologii, 2009. – 290 p.

7 **Dahin, A. N.** Modelirovanie v pedagogike [Modeling in pedagogy] [Text]. In Idei i idealy. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – P. 11–20.

8 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie : monographia [Pedagogical modeling : monograph] [Text]. – Novosibirsk : Izd-vo NIPKiPRO, 2005. – 230 p.

9 **Aubakirova, S. D.** Formirovaniye deontologicheskoi gotovnosti buduschih pedagogov k rabote v usloviyah inklusivnogo obrazovaniya : dissertaciya na soiskanie stepeni doctora filosofii (PhD) po specialnosti 6D010300 – Pedagogika i psihologiya. [Formation of deontological readiness of future teachers to work in inclusive education : dissertation for the degree of doctor of philosophy (PhD) in the specialty 6D010300- Pedagogy and psychology] [Text] – Pavlodar, 2017. – 162 p.

10 **Aryn, E. M., Pfeifer, N. E., Burdina, E. I.** Teoreticheskie aspekty professionalnoi podgotovki pedagoga XXI veka : ucheb. posobie [Theoretical aspects of professional training of a teacher of the XXI century : textbook] [Text] – Pavlodar : PGU im. S. Toraiyrov PSU; St.Petersburg. : GAFKiS im. P. F. Lesgafta, 2005. – 270 p.

*С. К. Антикеева*

**Біліктілікті арттыру курстары арқылы әлеуметтік қызметкерлердің күзiреттіліктерiн қалыптастырудың теориялық моделі**

Торайғыров университет,  
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

*S. K. Antikeeva*

**Theoretical model of formation competencies of social workers through professional development courses**

Toraighyrov University,  
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

*Бұл мақалада «Әлеуметтік қызметкерлердің біліктілігін арттыру курстары арқылы тұлғалық және кәсіби күзiреттіліктерiн қалыптастыру» докторлық диссертация шеңберінде әзірленген біліктілікті арттыру курстары арқылы әлеуметтік қызметкерлердің тұлғалық және кәсіби күзiреттілігін қалыптастырудың теориялық моделі ұсынылған. Мақалада*

модельдеу процесінің педагогикалық аспектілері, педагогикалық модельдеудің кезеңдері келтірілген. Модельдің әдіснамалық, процессуалдық (технологиялық) және аспаптық деңгейлері, оның мақсаты, қажетті құзыреттердің қалыптасу мониторингі, сондай-ақ нәтижесі ұсынылған. Модельде құзыреттілікке, тұлғаға бағытталған және практикаға бағытталған педагогикалық тәсілдер, таңдалған құзыреттерді қалыптастыру заңдылықтары, қағидаттары, шарттары көрсетілген; қалыптасу процесін іске асыру кезеңдері, жеке және кәсіби құзыреттердің қалыптасу деңгейлері сипатталған. Практикалық дайындық бөлімінде тыңдаушы-оқытушы-топ жүйесінде интерактивті жұмыс ұсынылады, ол әр маманның жеке қатысуын, сондай-ақ елімізде алғашқы «кәсіби әлеуметтік қызметкерлердің ұлттық альянсы» республикалық қоғамдық бірлестігінің ашылуын білдіреді. Бұл модель әлеуметтік қызметкерлердің жеке және кәсіби құзыреттерін одан әрі жетілдіруді және тәуелсіз дамытуды білдіреді. Бұл модельде біліктілікті арттыру курстарын іске асырудың тиімділігін, жұмыс нысандары, әдістері мен құралдарын көруге мүмкіндік береді.

*Кілтті сөздер:* теориялық модель, құзыреттілік, біліктілікті арттыру, әлеуметтік қызметкерлер.

*This article presents a theoretical model for the formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses, which was developed in the framework of the doctoral dissertation «Formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses». The article presents the pedagogical aspects of the modeling process itself, and lists the stages of pedagogical modeling. The methodological, procedural (technological) and instrumental levels of the model, its purpose, monitoring the formation of the required competencies, as well as the result are presented. The model shows competence-based, personality-oriented and practice-oriented pedagogical approaches, patterns, principles, conditions for the formation of selected competencies; describes the stages of the formation process, the levels of formation of personal and professional competencies. The practical training section offers interactive work in the listener-teacher-group system, which implies the personal participation of each specialist, as well as the opening of the first Republican public Association in our country, the national Alliance of professional social workers. This model implies further improvement and independent development of personal and professional competencies of social workers. This allows you to see*

*in the model the effectiveness of the implementation of advanced training courses, forms, methods and means of work.*

*Keywords: theoretical model, competencies, professional development, social workers.*

### Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Антикеева Самал Канатовна «Педагогика және психология» мамандығы бойынша докторант Торайғыров университеті, Гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдар факультеті, Павлодар, 140008, Қазақстан Республикасы, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Антикеева Самал Канатовна докторант по специальности «Педагогика и психология», Торайғыров университет, Факультет гуманитарных и социальных наук, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Samal Kanatovna Antikeyeva doctoral student in «Pedagogy and psychology», Toraighyrov University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00

**ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА  
НАУЧНОГО ЖУРНАЛА  
«ВЕСТНИК ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА»**

Редакционная коллегия журналов «Вестник Торайгыров университет», в своей работе придерживается международных стандартов по этике научных публикаций и учитывает информационные сайты ведущих международных журналов.

Редакционная коллегия журнала, а также лица, участвующие в издательском процессе в целях обеспечения высокого качества научных публикаций, во избежание недобросовестной практики в публикационной деятельности (использование недостоверных сведений, изготовление данных, плагиат и др.), обеспечения общественного признания научных достижений обязаны соблюдать этические нормы и стандарты, принятые международным сообществом и предпринимать все разумные меры для предотвращения таких нарушений.

Редакционная коллегия ни в коем случае не поощряет неправомерное поведение (плагиат, манипуляция, фальсификация) и приложить все силы для предотвращения наступления подобных случаев. В случае, если редакционной коллегии станет известно о любых неправомерных действиях в отношении опубликованной статьи в журнале или в случае отрицательного результата экспертизы редколлегии статья отклоняется от публикации.

Редакционная коллегия не должна раскрывать информацию о принятых к опубликованию рукописей третьим лицам, не являющимися рецензентами, потенциальными рецензентами, членами редакционной коллегии, работниками типографии. Неопубликованные данные, полученные из рукописей, не должны использоваться в личных исследовательских целях без письменного разрешения автора.

**Ответственность экспертов (рецензентов)**

Рецензенты должны давать объективные суждения и указывать на соответствующие опубликованные работы, которые еще не цитируются. К рецензируемым статьям следует обращаться конфиденциально. Рецензенты будут выбраны таким образом, чтобы не было конфликта интересов в отношении исследования, авторов и / или спонсоров исследования.

**Ответственность авторов**

Ответственность за содержание работы несет автор. Авторы обязаны вносить исправления, пояснения, опровержения и извинения, если такие имеются.

Автор не должен представлять статью, идентичную ранее опубликованной в другом журнале. В частности, не принимаются переводы на английский либо немецкий язык статей, уже опубликованных на другом языке.

В случае обнаружения в рукописи статьи существенных ошибок автор должен сообщить об этом редактору раздела до момента подписи в печать оригинал-макета номера журнала. В противном случае автор должен за свой счет исправить все критические замечания.

Направляя статью в журнал, автор осознаёт указанную степень персональной ответственности, что отражается в письменном обращении в редакционную коллегия Журнала.

Теруге 19.03.2021 ж. жіберілді. Басуға 29.03.2021 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

7,04 Мб RAM

Шартты баспа табағы 8,0. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Шукурбаева

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3743

Сдано в набор 19.03.2021 г. Подписано в печать 29.03.2021 г.

Электронное издание

7,04 Мб RAM

Усл.печ.л. 8,0. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Шукурбаева

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3743

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университеті» ҚеАҚ

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университеті» ҚеАҚ

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik.tou.edu.kz