

**АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**INTERNATIONAL
JOURNAL OF APPLIED
AND FUNDAMENTAL
RESEARCH**

Журнал основан в 2007 году
The journal is based in 2007
ISSN 1996-3955

Двухлетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,593

Пятилетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,299

№ 6 2024

Научный журнал
Scientific journal

Журнал International Journal of Applied and Fundamental Research (Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований) зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС 77-60735.

Электронная версия размещается на сайте www.rae.ru
The electronic version takes places on a site www.rae.ru

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
к.м.н. *Н.Ю. Стукова*
Ответственный секретарь
к.м.н. *М.Н. Бизенкова*

EDITOR
Natalia Stukova
Senior Director and Publisher
Maria Bizenkova

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.б.н., проф. Абдуллаев А. (Душанбе); к.б.н. Алиева К.Г. (Махачкала); д.х.н., к.ф.-м.н., проф. Алоев В.З. (Чегем-2); д.б.н., проф. Андреева А.В. (Уфа); к.географ.н., доцент Аничкина Н.В. (Липецк); к.ф.-м.н. Барановский Н.В. (Томск); д.б.н., доцент Белых О.А. (Иркутск); д.т.н., проф. Бурмистрова О.Н. (Ухта); д.т.н., доцент Быстров В.А. (Новокузнецк); д.м.н., проф. Гарбуз И.Ф. (Тирасполь); д.ф.-м.н., проф. Геворкян Э.А. (Москва); д.х.н., проф. Гурбанов Г.Р. (Баку); д.ветеринар.н., доцент Ермолина С.А. (Киров); к.т.н. Есенаманова М.С. (Атырау); к.ф.-м.н., д.п.н., проф. Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.м.н. Жураковский И.П. (Новосибирск); д.т.н., доцент Ибраев И.К. (Темиртау); к.т.н., доцент Исмаилов З.И. (Баку); д.б.н., с.н.с. Кавцевич Н.Н. (Североморск); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.б.н. Кокорева И.И. (Алматы); д.г.-м.н., доцент Копылов И.С. (Пермь); к.б.н., доцент Коротченко И.С. (Красноярск); к.с.-х.н., доцент Кряжева В.Л. (Нижний Новгород); д.ф.-м.н., доцент Кульков В.Г. (Волжский); д.б.н. Ларионов М.В. (Балашов); д.б.н., к.с.-х.н., доцент Леонтьев Д.Ф. (Иркутск); д.географ.н., к.б.н., проф. Луговской А.М. (Москва); д.г.-м.н., с.н.с. Мельников А.И. (Иркутск); д.т.н., проф. Несветаев Г.В. (Ростов-на-Дону); д.с.-х.н. Никитин С.Н. (п. Тимирязевский); д.фарм.н., доцент Олешко О.А. (Пермь); д.с.-х.н., с.н.с., проф. Партоев К. (Душанбе); к.п.н., доцент Попова И.Н. (Москва); д.т.н., проф. Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.м.н., с.н.с., доцент Розыходжаева Г.А. (Ташкент); д.г.-м.н. Сакиев К.С. (Бишкек); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ветеринар.н., проф. Трефилов Б.Б. (Санкт-Петербург); к.т.н., доцент Хайдаров А.Г. (Санкт-Петербург); д.м.н., проф. Чарышкин А.Л. (Ульяновск); д.географ.н., проф. Чодураев Т.М. (Бишкек); д.б.н., проф. Шалпыков К.Т. (Бишкек); к.х.н. Шарифуллина Л.Р. (Москва); д.п.н., проф. Щирин Д.В. (Санкт-Петербург)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED
AND FUNDAMENTAL RESEARCH

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals directory» в целях информирования мировой научной общественности.

Журнал представлен в ведущих библиотеках страны и является рецензируемым.

Журнал представлен в НАУЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКЕ (НЭБ) –
головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного
цитирования (РИНЦ) и имеет импакт-фактор Российского индекса научного
цитирования (ИФ РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,593.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,299.

Учредитель, издатель и редакция:
ООО НИЦ «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47
Адрес редакции и издателя: 410056, г. Саратов, ул. им. Чапаева В.И., д. 56

ISSN 1996-3955

Тел. редакции – 8-(499)-704-13-41
Факс (845-2)-47-76-77

E-mail: edition@rae.ru

Зав. редакцией Т.В. Шнуровозова
Техническое редактирование и верстка Е.Н. Доронкина
Корректор Е.С. Галенкина, Н.А. Дудкина

Подписано в печать – 28.06.2024
Дата выхода номера – 31.07.2024

Формат 60x90 1/8
Типография
ООО НИЦ «Академия Естествознания»
410035, г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5

Распространяется по свободной цене

Усл. печ. л. 4
Тираж 500 экз.
Заказ МЖПиФИ 2024/6

© ООО НИЦ «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

СТАТЬЯ

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМ ТРЕНАЖЕРЕ

Аллахвердиев А.Р., Гусейнов Н.Э., Дадашева К.Г., Дадашев Ф.Г., Асадов Э.З. 5

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

СТАТЬИ

ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОРАЖЕННОСТИ
ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Кокушин Д.Н. 10

ИНТЕГРАТИВНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОТИВООПУХОЛЕВОЙ
ТЕРАПИИ: ОБСУЖДЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЕКТИНА,
МЕТФОРМИНА, РАДИАЦИИ И ХИМИОТЕРАПИИ

*Кудайбергенова И.О., Жоробекова Ш.Ж., Ситникова Ю.Г., Ли С.П.,
Прохоренко В.А., Кылчыкбаев А.К., Чакеев И.Ш., Серикова Л.В.* 15

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

СТАТЬИ

К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ МИКРОСЕРВИСНОЙ
АРХИТЕКТУРЫ В РАЗРАБОТКЕ ФУДТЕХ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Кужитз П.В. 20

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ЭССЕ:
НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ПОДХОДЫ И ТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ

Меликбекян А.А., Борбат А.М., Новикова Т.О., Павлов К.А. 25

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES

ARTICLE

PSYCHOPHYSIOLOGICAL BASES OF OPTIMISATION
OF LEARNING PROCESS IN INTELLECTUAL SIMULATOR

Allakhverdiev A.R., Guseynov N.E., Dadasheva K.G., Dadashev F.G., Asadov E.Z. 5

MEDICAL SCIENCES

ARTICLES

FEATURES OF PATHOLOGICAL AFFECTS IN THE CHILDREN
POPULATION OF THE CHECHEN REPUBLIC

Kokushin D.N. 10

INTEGRATIVE APPROACHES TO ANTITUMOR THERAPY:
DISCUSSION OF THE INTERACTION OF PECTIN,
METFORMIN, RADIATION AND CHEMOTHERAPY

*Kudaybergenova I.O., Zhorobekova Sh.Zh., Sitnikova Yu.G., Li S.P.,
Prokhorenko V.A., Kylchykbaev A.K., Chakeev I.Sh., Serikova L.V.* 15

TECHNICAL SCIENCES

ARTICLES

ON THE PROSPECTS OF MICROSERVICE ARCHITECTURE
IN FOODTECH APPLICATION DEVELOPMENT

Kukitz P.V. 20

RESEARCH ON THE CONTENT OF MEDICAL ESSAYS: NEURAL
NETWORKS APPROACHES AND TRADITIONAL METHODS

Melikbekyan A.A., Borbat A.M., Novikova T.O., Pavlov K.A. 25

СТАТЬЯ

УДК 57:612.821:004.42

**ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМ ТРЕНАЖЕРЕ**¹Аллахвердиев А.Р., ²Гусейнов Н.Э., ³Дадашева К.Г., ²Дадашев Ф.Г., ²Асадов Э.З.¹*Институт физиологии имени А.И. Караева, Баку, e-mail: ali_doctor@mail.ru;*²*Национальная академия авиации Азербайджана, Баку, e-mail: dfh54@rambler.ru;*³*Институт физиологии им. акад. Абдуллы Гараева, Баку*

Данная статья посвящена повышению эффективности процесса обучения в интеллектуальном тренажере с использованием психофизиологического статуса пользователя как в начале, так и в процессе обучения. При проектировании интеллектуальных тренажеров помимо общего принципа самоорганизации надо учесть существующие частные принципы, связанные с целевой функцией. В данном исследовании представлен спроектированный авторами в качестве интеллектуального тренажера симулятор для обучения стрельбы из огнестрельного оружия. Одним из путей повышения эффективности обучения является использование различных типов индивидуальных психофизиологических качеств обучающегося на всех этапах. С этой целью в интеллектуальный тренажер включена экспертная консультативная система, основанная на комплексе психофизиологических качеств пользователя. Для учета индивидуальности с целью максимального использования функциональных резервов использована ресурсная концепция И.Н. Плотникова – иерархическое представление причинности деятельности человека-оператора. Для обеспечения оптимальности процесса обучения на интеллектуальном тренажере функциональные ресурсы на начальном этапе определяются шестью интегральными количественными показателями, вычисляемыми на основе теста Люшера, на переходных этапах в процессе многоэтапного обучения, такие динамические характеристики, как пространственно-временные и сенсомоторные показатели, а во время выполнения текущих задач разные электрофизиологические данные – ЭКГ, КГР и др.

Ключевые слова: интеллектуальный тренажер, психофизиологическое состояние, процесс обучения, обучение с подкреплением, генерация сценария

**PSYCHOPHYSIOLOGICAL BASES OF OPTIMISATION
OF LEARNING PROCESS IN INTELLECTUAL SIMULATOR**¹Allakhverdiev A.R., ²Guseynov N.E., ³Dadasheva K.G., ²Dadashev F.G., ²Asadov E.Z.¹*Institute of Physiology named after A.I. Karaev, Baku, e-mail: ali_doctor@mail.ru;*²*National Aviation Academy of Azerbaijan, Baku, e-mail: dfh54@rambler.ru;*³*Institute of Physiology named after. acad. Abdully Garayev, Baku*

This article is devoted to increasing the effectiveness of the learning process in an intelligent simulator using the psychophysiological status of the user in both the initial and the learning process. When designing intelligent simulators in addition to the general principle of self-organization, it is necessary to take into account the existing private principles related to the target function. This study presents a simulator designed by us as an intelligent simulator for firearms training. One of the ways to improve the effectiveness of training is to use different types of individual psychophysiological qualities of the trainee in all stages. To this end, the intelligent simulator includes an expert advisory system based on a set of psychological and psychophysiological qualities of the user. To take into account individuality in order to maximize the use of functional reserves used resource concept of I.N. Plotnikov – hierarchical representation of the causality of human operator activity. To ensure the optimality of the training process in the intellectual simulator, functional resources at the initial stage are determined by 6 integral quantitative indicators calculated on the basis of the Lusher test, in the transitional stages of the process of multistage training, such dynamic characteristics as spatial-temporal and sensorimotor indicators, and during the performance of current tasks different electrophysiological data – ECG, CGR and others.

Keywords: intelligent simulator, psychophysiological state, learning process, reinforcement learning, scenario generation

Введение

В данной работе представлен подход к оптимизации процесса обучения огнестрельным оружием с активным использованием психофизиологическими характеристиками обучающегося. Для обеспечения данной функции при проектировании интеллектуального тренажера [1–3] был включен функциональный блок, обеспечивающей поэтапную оптимизацию процесса обучения с включени-

ем, где учитываются как психологические состояния, так и психофизиологические процессы, проявляющиеся в различных этапах обучения. Для максимального использования адаптивной возможности пользователя, при решении усложненных сценариев, генерируемый интеллектуальной мультиагентной технологией [4], основываясь на концепции обучения с подкреплением авторами, использован подход, опирающийся по концеп-

ции теории ресурсов И.Н. Плотникова [5]. Данная система дает возможность не только для обеспечения адаптивности представленной перед системой, но и является платформой для выявления различных типов общих закономерностей при оптимизации процессов обучения с проявлением индивидуальных ресурсов. Синергетический подход [6] позволяет повышать эффективность процесса обучения с использованием психофизиологических характеристик обучаемого пользователя, с максимальным приближением к глобальной цели задачи, в рамках данной системы.

Целью исследования является оптимизация процесса обучения в интеллектуальном тренажере с использованием синергетических принципов, позволяющих выявление психо-физиологических ресурсов обучаемого. Для реализации данного подхода необходимо спроектировать интерактивную систему, где поэтапно оцениваются психофункциональные ресурсы пользователя.

Материалы и методы исследования

Разработанный интеллектуальный тренажер – самоорганизующаяся система, включающая в себя несколько основных компонентов, каждый из которых играет важную роль в обеспечении эффективного процесса обучения и развития когнитивных навыков у пользователей.

На рис. 1 представлена структурно-функциональная схема интеллектуального трена-

жера «Vedge-7», для оптимизации процесса обучения владению огнестрельным оружием (РПГ-7).

Рассмотрим подробнее каждый из этих компонентов.

Пользователь – лицо, которое непосредственно взаимодействует с виртуальной внешней средой, генерируемой «генератором сценария», и поэтапно осваивает процесс обучения. Через априорно заданный период пользователь получает консультации от блока принятия решений экспертной системы [7, 8] на основе анализа протокола обучения в конкретном этапе.

Интеллектуальность генератора проявляется в алгоритмах принятия решения в условиях неопределенностей, опирающихся на результаты деятельности пользователя на предыдущем этапе и комплексе текущих психофизиологических данных. Основные характеристики функционального блока принятия решения интеллектуального тренажера включают в себя:

- Непрерывное взаимодействие: Пользователь взаимодействует с тренажером на протяжении всего процесса обучения, участвуя в заданиях, тестированиях и других активностях.

- Слежение процессом обучения происходит многоканальной обратной связью. Через графический интерфейс тренажера пользователь получает информации о результатах выполнения задач текущего уровня от генерируемой системы.

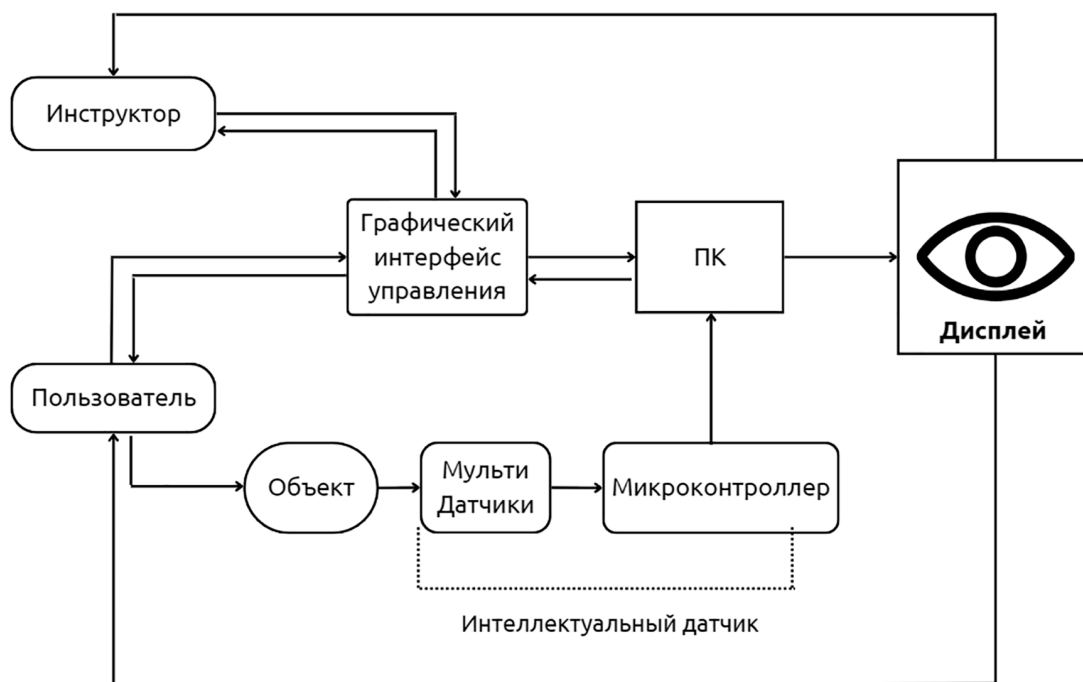


Рис. 1. Структурно-функциональная схема интеллектуального тренажера «Vedge-7»

Инструктор – лицо, который имеет ряд возможностей влиять на процесс обучения со своей экспертной знаний на основе полученных из следующих источников:

- визуальное слежение процессом обучения;
- результатов психологических и психофизиологических тестов из графического интерфейса;
- управления;
- от экспертной рекомендаций на основе интеллектуальной подсистемой, выводимой вычислительным блоком.

Ядром интеллектуального тренажера является центральная вычислительная система, выполняющая основные метода анализа результатов как поведенческой деятельности, и комплекса психических и психофизиологических данных. Оно также выполняет координационные функции на основе синергетического принципа над другими компонентами системы.

Выполняющиеся координационные и самоорганизующиеся функции вычислительного блока:

- являются главным исполнительным органом, опирающимся на результаты анализа интеллектуальных данных различных типов, полученных в реальном масштабе

времени, которое обеспечивает оптимизации процесса обучения;

- выполняют необходимые для адаптации обучения к индивидуальным потребностям пользователя, анализа его прогресса и принятия решений об оптимизации обучающего процесса.

Психологические и психофизиологические данные получают с системой тремя способами.

Для обеспечения эффективности стрельбы при оптимизации с целью выявления индивидуальности получают психологические и психофизиологические данные [9] из трех источников.

1 источник информации получается из результатов, позволяющих количественные оценки из восьмицветового теста Люшера. Этот тест с оценкой психофизиологических показателей основан на количественном анализе шести основных психофизиологических интегративных данных, необходимых для обоснования выраженности тех или иных психологических и психофизиологических показателей. На рис. 2 представлен диалоговый интерфейс, разработанный авторами метода на основе математической формулы Г.А. Аминова [10], основываясь на результатах теста Люшера.

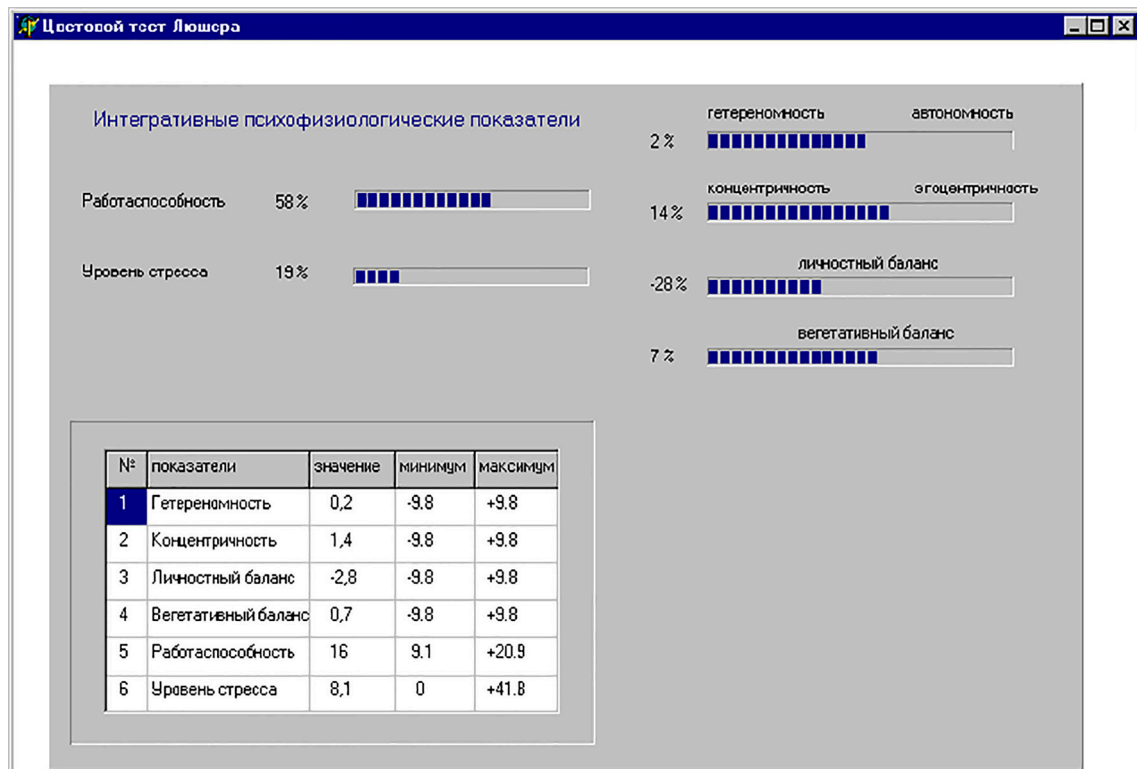


Рис. 2. Диалоговый интерфейс метода определяющего комплекса интегральных качеств на основе теста Люшера

На основе этого метода вычисляются следующие интегративные психофизиологические показатели:

1) (-9.8 +9.8) – гетерономность-автономность, если значения между 0 и +9.8, субъект гетерономен, пассивен, сенситивен, зависит от среды; а если от 0 до -9.8 – субъект автономен, активен, свободен;

2) концентричность-эгоцентричность (-9.8 +9.8); если от 0 до +9.8 субъект концентричен, внимание направлено к своим проблемам; а если от 0 до -9.8 – эксцентричен, внешняя среда, является для него объектом взаимопомощи;

3) личностный баланс (-9.8 +9.8); если значения от 0 до +9.8, то субъект противоречив и неустойчив, а если значение от 0 до -9.8, то личность сбалансирована;

4) вегетативный баланс (-9.8 +9.8); если от 0 до +9.8, то доминирует симпатическая нервная система, если от 0 до -9.8, то доминирует парасимпатическая нервная система;

5) работоспособность (9.1 +20.9); уровень работоспособности находится в пределах единицы;

6) показатель стресса (0 +41.8); уровень стресса в пределах единицы.

Полученные интегральные показатели пользователя используются в начальном этапе процесса обучения.

И источником являются результаты следующих тестов, характеризующих текущее психологическое состояние:

1. Тест Теппинга для определения работоспособности, связанный с силой нервной системы.

2. Тест реакции на движущийся объект, который позволяет выявить такие динамические характеристики, как латентное время реакции, способность к предвидению, степень утомляемости, точность реакции, а также выявление типа ошибок и соотношений эмоционального и рассудочно-го компонента.

3. Динамическая структура последовательностей «индивидуальных секунд» способствует выявлению устойчивости внутренних состояний, связанных с доминирующей мотивацией.

III источником являются электрофизиологические показатели, такие как ЭКГ, КГР, кривая дыхания и т.д., получаемые в реальном масштабе времени [11] в процессе выполнения текущего сеанса.

Исследование было проведено в двух группах (6 обучающимися). 1-я – контрольная группа с включением коррекционных процедур, а 2-я группа без включения искусственных обратных связей.

Результаты исследования и их обсуждение

Как показал результат применения вышеизложенного подхода к оптимизации процесса обучения выявлен ряд преимуществ сравнения с классическим тренажером. Эти преимущества отражали себя при оценке несколькими критериями. Одним из критериев являлось общее время обучения, которое сокращалось в среднем на 70–75% сравнимыми с обучаемыми группой. Вторым критерием, который обеспечивает психологическую устойчивость, является способность к сохранению спокойствия и контролю стрессовых ситуаций, что важно при работе с огнестрельным оружием. Улучшение вышесказанного качества отражается в статистически достоверном увеличении комплекса показателей, полученных с помощью обратной связи на основе динамических характеристик электрофизиологических данных, где применены компьютерные методы определения резких изменений.

Информация обратной связи, полученная от блока принятия решения на основе трех типов психологических и психофизиологических данных, передается непосредственно пользователю через звуковой и визуальный канал.

Интеллектуальность блока «генератор сценария» зависимости от результатов и состояний позволяет выявить функциональные ресурсы пользователя, связанные индивидуальностью. При этом пользователь с интеллектуальным блоком вычислительного комплекса выполняет целевую задачу интерактивной системы на основе синергетического подхода, которая позволяет максимально учитывать индивидуальные возможности обучаемого.

Во время выполнения обучения с подкреплением [12–14] пользователем выявлен ряд корреляционных закономерностей:

– нарушение вегетативного баланса отражается в соотношениях ошибок 1-го и 2-го рода;

– динамика изменений результатов сомоторной реакции по тесту Теппинга отражается в устойчивости степени обучаемости при изменении среды, диктуемой сценарием задач;

– степень динамичности изменений последовательностей «индивидуальных секунд» проявляется вариабельностью сердечного ритма во время выполнения процесса обучения.

Успешность процесса обучения определяется минимизацией ошибок процесса тренировки.

Выводы

1. Опираясь на различного рода психологические и психофизиологические комплексы показателей на разных этапах, интеллектуальный тренажер способствует оптимизации процесса обучения.

2. Интеллектуальность тренажера позволяет выявлению функциональных ресурсов пользователя с применением метода обучения с подкреплением.

3. Возможность «генерации задач» системы в зависимости от результатов деятельности испытуемого в различных этапах обучения позволяет формировать оптимальную мотивацию для данного этапа.

4. Результаты анализа протокола процесса обучения может позволить выявление закономерностей между поведенческими и психофизиологическими данными, связанными с индивидуальностью испытуемого.

Список литературы

1. Гусейнов Н.Э. Использование гибридных технологий при проектировании интеллектуального тренажера // Технологии искусственного интеллекта и авиакосмические проблемы: Материалы 1-й Международной научно-практической конференции. Баку, 2023. С. 105–109.

2. Huseynov N.E., Dadashov F.H. Reinforcement learning as an algorithmic basis for an intelligent simulator // Proceedings of international Scientific and practical Youth IX Conference «February readings 2024»: Creative Potential of the Youth in Solving of Aerospace Problems. Baku, 2024. P. 98–100.

3. Chioma Udeozor, Ryo Toyoda, Fernando Russo Abegão, Jarka Glassey. Digital games in engineering education: systematic review and future trends // *European Journal of Engineering Education*. 2023. Vol. 48, Is. 2. P. 321–339.

4. Matteo Baldoni. Engineering Multi-Agent Systems // Third International Workshop, EMAS. Istanbul, Turkey. May 5. 2015. 242 p.

5. Плотников Н.И. Ресурсы воздушного транспорта. Новосибирск: НГАЭУ, 2003. 326 с.

6. Holger Kantz, Thomas Schreiber, Synergetics: An Introduction // Springer. 2018. 148 p.

7. Dadashova K.G., Allahverdiyev A.R., Dadashov F.H. Expert advisory system determining the functional reliability of the human operator based on psychological and psychophysiological indicators // *Azerbaijan Journal of Physiology*. 2023. Vol. 38, Is. 1. P. 33–39.

8. Рыбина Г.В. Интеллектуальные обучающие системы на основе интегрированных экспертных систем: учебное пособие. М.: Директ-Медиа, 2023. 132 с.

9. Dadashov F.H., Allahverdiyev A.R., Dadashova K.G. Prospect of microcontrollers in medical-biological researches // *Science without borders*. 2009. Vol. 3. P.101–105.

10. Аминов Г.А. Математические методы в инженерной психологии. УФА: Изд-во БГУ, 1982. С. 19–24.

11. Andreas Neubauer. Basic Electrophysiological Methods. Springer, 2016. 248 p.

12. Sutton R.S., Barto A.G. Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press, 2018. 352 p.

13. Mnih V., Kavukcuoglu K., Silver D., Rusu A.A., Veness J., Bellemare M.G., Hassabis D., Human-level control through deep reinforcement learning // *Nature Publishing Group*. 2015. 518 p.

14. Maxim Lapan. Deep Reinforcement Learning Hands-On // Packt Publishing. 2020. 826 p.

СТАТЬИ

УДК 616.7-053.2

**ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОРАЖЕННОСТИ
ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ****Кокушин Д.Н.***ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии
и ортопедии имени Г.И. Турнера, Пушкин, e-mail: partgerm@yandex.ru*

Результаты диспансерного скрининга способствуют наиболее объективным выводам о самочувствии местного населения и конструктивному решению текущих и стратегических задач в организации медицинских услуг. Анализ патологической пораженности детей на уровне регионов представляется актуальным и диктует необходимость подробного рассмотрения. Цель исследования – оценить особенности заболеваемости детей по результатам профилактических осмотров в Чеченской Республике. Представлена оценка результатов диспансеризации несовершеннолетних на основании статистической формы № 30-ПО/о-17 за 2022 г. по Чеченской Республике. Охват несовершеннолетних Чеченской Республики находился на высоком уровне, в том числе за счет группы 0–14 лет. В структуре как первичной, так и общей патологической пораженности преобладали нарушения дыхательной и пищеварительной систем, болезни крови и глаз. Почти у каждого ребенка с болезнями крови была установлена анемия, связанная с питанием (89,3% новых и 87,2% повторных случаев), каждому пятому с эндокринной патологией диагностирована недостаточность питания (14,9 и 21,9%) или ожирение (20,9 и 20,0%), каждому третьему с костно-мышечными расстройствами – искривление позвоночника (34,8% и 32,8), с аномалиями развития – патологию системы кровообращения (55,6 и 29,1%). У девочек чаще выявлялись новообразования и болезни системы кровообращения, а также избыточная масса тела. У мальчиков – травмы и костно-мышечные расстройства. Отмечен высокий охват профилактическими осмотрами и низкий уровень заболеваемости детей в Чеченской Республике. Наиболее часто регистрировались расстройства дыхательной и пищеварительной систем. Значительная часть патологии была опосредована функциональными отклонениями и факторами риска, связанными с нарушением питания и низким уровнем физического развития. Выявленные особенности представляют интерес для совершенствования мер охраны здоровья детей в регионе и требуют дальнейшего наблюдения и анализа.

Ключевые слова: патологическая пораженность, здоровье детей, южные регионы России, профилактические осмотры, здоровье подростков, Чеченская Республика, оценка физического развития

**FEATURES OF PATHOLOGICAL AFFECTS IN THE CHILDREN
POPULATION OF THE CHECHEN REPUBLIC****Kokushin D.N.***National Medical Research Center for Pediatric Traumatology and Orthopedics
named after G.I. Turner, Pushkin, e-mail: partgerm@yandex.ru*

The results of dispensary screening contribute to the most objective conclusions about the well-being of the local population and constructive solutions to current and strategic problems in the organization of medical services. Analysis of the pathological prevalence of children at the regional level seems relevant and dictates the need for detailed consideration. Purpose of the study: to assess the characteristics of morbidity in children based on the results of preventive examinations in the Chechen Republic. Materials and methods: an assessment of the results of clinical examination of minors is presented based on statistical form No. 30-PO/o-17 for 2022 for the Chechen Republic. Results: The coverage of minors in the Chechen Republic was at a high level, incl. due to the group 0-14 years old. In the structure of both primary and general pathological damage, disorders of the respiratory and digestive systems, blood and eye diseases prevailed. Almost every child with blood diseases was diagnosed with nutrition-related anemia (89.3% of new and 87.2% of repeated cases), every fifth with endocrine pathology was diagnosed with malnutrition (14.9% and 21.9%) or obesity (20.9% and 20.0%), every third with musculoskeletal disorders – spinal curvature (34.8% and 32.8), with developmental anomalies – pathology of the circulatory system (55.6% and 29.1%). Girls were more likely to have neoplasms and diseases of the circulatory system, as well as excess body weight. Boys have injuries and musculoskeletal disorders. A high coverage of preventive examinations and a low level of morbidity among children in the Chechen Republic were noted. The most frequently reported disorders were the respiratory and digestive systems. A significant part of the pathology was mediated by functional abnormalities and risk factors associated with malnutrition and low levels of physical development. The identified features are of interest for improving measures to protect children's health in the region and require further observation and analysis.

Keywords: pathological affection, children's health, southern regions of Russia, preventive examinations, adolescent health, Chechen Republic, assessment of physical development

Национальные проекты государства включают наиболее значимо перспективные направления по улучшению доступности, качества и эффективности медицинской деятельности. Ряд федеральных проектов затрагивает расширение охвата населения профилактическими осмотрами

и диспансерным наблюдением, в большей степени несовершеннолетних [1, 2].

Продвижение профилактической медицинской деятельности в условиях амбулаторного звена обеспечивается достижением нормативов программы государственных гарантий, санитарно-просветительскими ме-

роприятными и материальным поощрением медицинских работников. Порядок проведения профилактических осмотров максимально адаптирован под доступность организованных и неорганизованных категорий несовершеннолетних, а также возрастные особенности и факторы риска [3–5]. При этом весомое значение в результаты осмотров вносят квалификация и укомплектованность поликлиники врачами-специалистами, а также своевременная маршрутизация и логистика на последующих этапах преемственности [6–8].

Раннее выявление симптомов заболеваний дает возможность выбора наиболее оптимального по эффективности метода лечения, повышения качества жизни и рисков благоприятного прогноза в состоянии [9, 11]. Далеко не всегда родители и близкое окружение могут подметить начальные признаки и приходят к врачу на поздних стадиях и при развитии необратимых состояний. В свою очередь, выявление функциональных отклонений и факторов риска во время диспансеризации позволяет избежать наступления самого заболевания и предвосхитить его тяжелые последствия [12, 13].

Анализ локальных результатов профилактических осмотров дает возможность не только оценить истинную картину заболеваемости детского населения, но и использовать эти ценные данные для планирования медицинской помощи в регионе и постановки стратегических задач [14].

Чеченская Республика отличается рядом особенностей не только территориального и организационного характера (территориальный ландшафт и маршрутизация пациентов, кадровый дефицит и т.д.) [15, 16]. Население также имеет прогрессирующий тип (превалирование детского населения над пожилым) и высокий коэффициент рождаемости, что представляется актуаль-

ным и диктует необходимость подробного разбора в отношении статистических данных рассматриваемого региона.

Цель исследования – оценить особенности заболеваемости детей по результатам профилактических осмотров в Чеченской Республике.

Материалы и методы исследования

Проведен анализ материала ежегодных форм статистической отчетности № 30-ПО/о-17 «Сведения о профилактических осмотрах несовершеннолетних по Чеченской Республике» за 2022 г. Показатели охвата детского населения профилактическими осмотрами отражены в процентах, а первичной и общей патологической пораженности заболеваниями по МКБ-10 – в расчете на 1000 детского населения соответствующего возраста (‰). Для сравнения показателей применялся непараметрический метод ранговой корреляции Спирмена с пограничной степенью значимости равной 0,05. Статистическая обработка, анализ и визуализация полученных результатов проводилась в MS Office-2016 (Word, Excel).

Результаты исследования и их обсуждение

Охват медицинскими осмотрами несовершеннолетних в Чеченской Республике в 2022 г. имел высокий уровень и составил 96,7%, что на 3,8% превысило значения в среднем по России (93,0%). По отдельным возрастным группам отмечалась следующая особенность: охват детей 0–14 лет был несколько выше (97,0%), чем охват подростков 15–17 лет (94,5%) (рис. 1).

Среди всех осмотренных у 22,1% были диагностированы заболевания, а общая патологическая пораженность детей 0–17 лет в регионе составила 220,8 на 1000 детского населения.

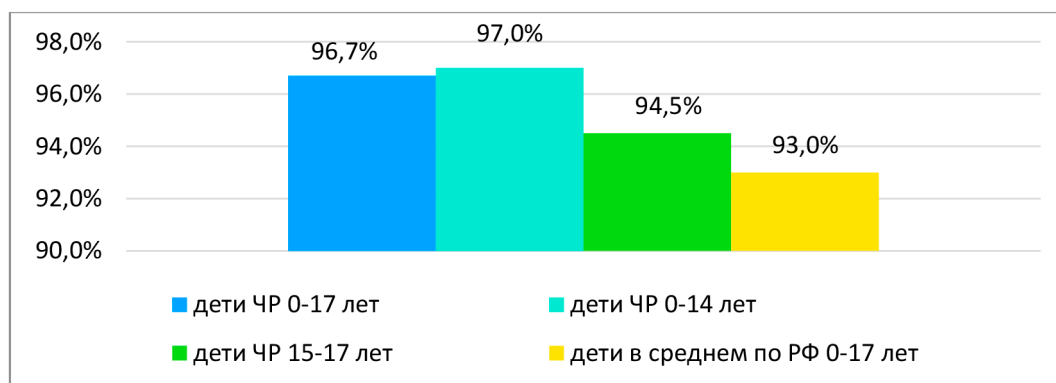


Рис. 1. Охват детского населения профилактическими осмотрами в Чеченской Республике (в возрасте 0–17, 0–14 и 15–17 лет) и по РФ (0–17 лет) за 2022 г.

В структуре общей заболеваемости (по МКБ-10) по данным профилактических осмотров регистрировалась следующая очередность: первое место занимала патология дыхательной системы (J00-J99, 55,7 на 1000 детского населения, или 55,7%), далее по убывающей шли болезни органов желудочно-кишечного тракта (K00-K93, 25,2%), глаза и его придаточного аппарата (H00-H59, 25,0%), нервные болезни (G00-G98, 22,1%), крови и кроветворных органов (D50-D89, 20,0%), инфекционные и паразитарные болезни (A00-B99, 14,1%), эндокринная патология и нарушения обмена веществ (E00-E90, 11,7%), болезни уха и сосцевидного отростка (H60-H95, 11,3%), костно-мышечная патология (M00-M99, 9,7%), мочеполовой системы (N00-N99, 6,0%), врожденные дефекты и генетические нарушения (Q00-Q99, 5,0%), кожи и подкожной клетчатки (L00-L99, 4,8%),

группа прочих патологий, не вошедших в другие классы (3,3%), травмы и внешние воздействия (S00-T98, 2,7%), психические болезни (F00-F99, 1,9%), перинатальная патология (P00-P96, 0,8%), кровообращения и онкология (I00-I99 и C00-D48, по 0,7%) (рис. 2).

Дополнительно к общим классам заболеваний необходимо заметить, что среди патологий крови и кроветворных органов 87,2% занимали анемии, связанные с питанием детей. А среди эндокринных заболеваний 21,9% составили состояния с недостаточным питанием, 20,0% – с ожирением, 4,0% – с сахарным диабетом, а 1,1% – с задержкой и преждевременным половым развитием. У 14,1% детей с психическими расстройствами была диагностирована умственная отсталость и у 5,3% больных с поражением нервной системы – паралитический синдром (в том числе ДЦП).

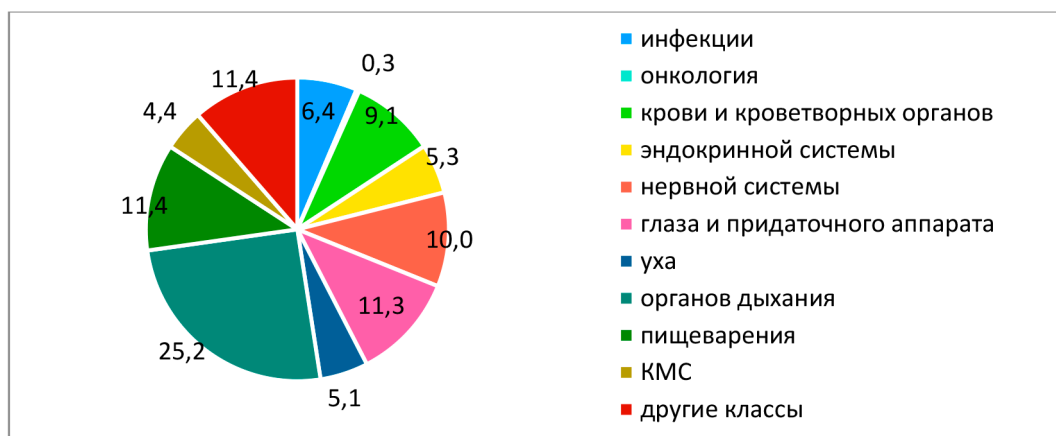


Рис. 2. Структура общей патологической пораженности детей 0–17 лет по классам заболеваний МКБ-10 в Чеченской Республике за 2022 г. (на 1000 детского населения)

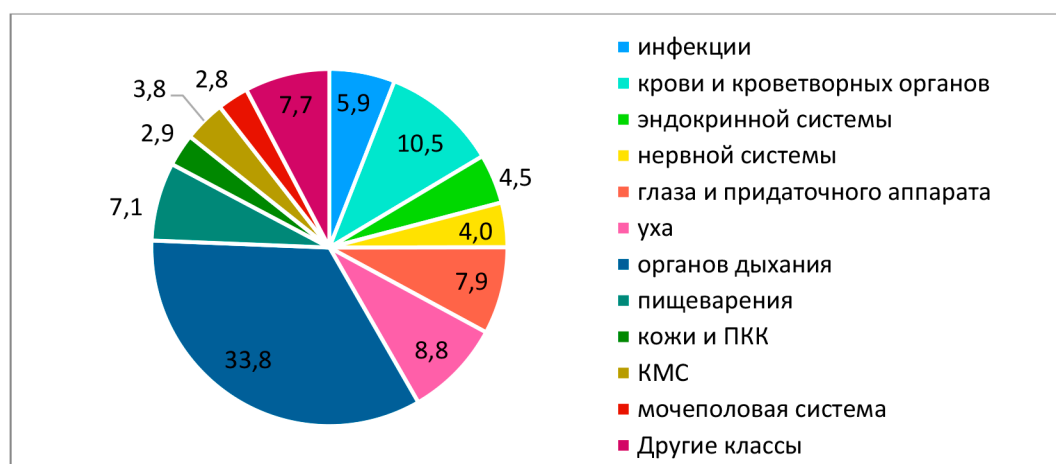


Рис. 3. Структура первичной патологической пораженности детей 0–17 лет по классам заболеваний МКБ-10 в Чеченской Республике за 2022 г. (на 1000 детского населения)

Среди всех детей с заболеваниями опорно-двигательного аппарата у трети (32,8%) регистрировали искривления позвоночника (кифозы, лордозы и сколиозы). В то же время среди врожденных пороков развития и генетических нарушений у 29,1% были выявлены аномалии системы кровообращения, 11,8% – костно-мышечной системы, 5,4% – нервной системы и 0,9% – половых органов.

Имелись некоторые особенности заболеваемости при распределении заболевших по полу ребенка. Так, среди девочек регистрировалось больше случаев болезней крови и кроветворных органов (54,7%), в том числе анемии (57,9%), эндокринной системы (56,2%), психиатрических расстройств (54,0%), врожденных аномалий и генетических отклонений (55,0%), и прочих болезней (55,0%) ($p \geq 0,05$). В то же время выявляемость случаев онкологии (58,9%), заболеваний кожи и подкожной клетчатки (60,7%) и системы кровообращения (71,7%) у девочек имела наибольшую частоту ($p \leq 0,05$). Напротив, у мальчиков чаще диагностировали патологию опорно-двигательного аппарата (53,1%, $p \geq 0,05$) и травмы (66,9%, $p \leq 0,05$).

Первичная патологическая пораженность у детей Чеченской Республики в 2022 г. в 2 раза ниже общей и составила 107,6 на 1000 детского населения.

Распределение детей с новыми впервые выявленными заболеваниями было следующим в порядке убывания: патология дыхательной системы (J00-J99, 36,4%), крови и кроветворных органов (D50-D89, 11,2%), уха (H60-H95, 9,4%), глаза (H00-H59, 8,5%), системы пищеварения (K00-K93, 7,6%), инфекционные и паразитарные болезни (A00-B99, 6,3%), болезни эндокринной (E00-E90, 4,8%), нервной (G00-G98, 4,3%), костно-мышечной систем (M00-M99, 4,0%), болезни, не вошедшие в представленные классы болезней (3,3%), патология кожи (L00-L99, 3,2%), мочеполовой си-

стемы (N00-N99, 3,0%), травмы (S00-T98, 2,2%) врожденные аномалии (Q00-Q99, 1,9%), патология перинатального периода (P00-P96, 0,5%), онкология (C00-D48, 0,3%), психические расстройства и системы кровообращения (F00-F99 и I00-I99, по 0,2%) (рис. 3).

Отдельно среди детей с заболеваниями крови у 89,3% была выявлена анемия алиментарного генеза. Среди эндокринной патологии у 1,0% диагностировали сахарный диабет, 14,9% недостаточное питание, 20,9% ожирение, а у 1,9% отмечалось отставание или преждевременное половое развитие. 15,8% детей с психическими расстройствами страдали умственной отсталостью. А у 34,8% детей с костно-мышечными заболеваниями диагностировали деформирующие дорсопатии в виде кифоза, лордоза и сколиоза.

Среди врожденных аномалий у 55,6% детей отмечались нарушения системы кровообращения, 10,7% опорно-двигательного аппарата и 2,6% нервной системы.

В зависимости от пола детей у девочек чаще диагностировали новые случаи заболеваний уха (55,7%), кожи и ПМК (56,8%), врожденные аномалии (57,1%), болезни крови и кроветворных органов (57,9%) (все $p \geq 0,05$), а также онкологию (59,7%, $p \leq 0,05$). Напротив, у мальчиков наиболее часто выявляли психические расстройства (58,4%, $p \geq 0,05$) и травмы (70,9%, $p \leq 0,05$). Внутри класса болезней также наблюдалась вариабельность. Так, некоторые инфекционные и паразитарные болезни в целом чаще встречались у девочек (51,9%, $p \geq 0,05$). При этом туберкулез и ВИЧ-инфекция (СПИД) диагностировались преимущественно у мальчиков (66,7% и 100%, $p \leq 0,05$). Также болезни нервной системы были примерно одинаково распределены по полу (49,7% против 50,3%, $p \geq 0,05$), однако паралитическими синдромами, включая ДЦП, страдали чаще мальчики (64,3%, $p \leq 0,05$).

Распределение детей по полу и уровню физического развития (в %)

Возраст	Пол ребенка	Дефицит массы	Избыток массы	Низкий рост	Высокий рост
0–4 лет	мальчики	47,5 %	31,8 %	50,6 %	52,7 %
	девочки	52,5 %	68,2 %*	49,4 %	47,3 %
5–9 лет	мальчики	49,8 %	37,8 %	48,5 %	54,2 %
	девочки	50,2 %	62,2 %*	51,5 %	45,8 %
10–14 лет	мальчики	52,8 %	34,7 %	47,9 %	58,4 %
	девочки	47,2 %	65,3 %*	52,1 %	41,6 %
15–17 лет	мальчики	48,8 %	25,0 %	51,1 %	54,6 %
	девочки	51,2 %	75,0 %*	48,9 %	45,4 %

* $p \leq 0,05$.

На основании результатов профилактического осмотра у 98,9% детей физическое развитие было признано нормальным. Среди нарушений у 35,0% зарегистрирован дефицит, у 41,4% избыток массы тела, 10,9% низкий и 12,6% высокий рост. В целом распределение по полу было равномерно (таблица). Однако имелась зависимость в более частой выявляемости избытка массы тела у девочек во всех возрастных категориях ($p \leq 0,05$).

Заключение

Охват детей Чеченской Республики профилактическими осмотрами был выше средних значений по Российской Федерации, в большей степени за счет группы 0–14 лет. У каждого четвертого ребенка было выявлено заболевание. В структуре как первичной, так и общей патологической пораженности преобладали заболевания дыхательной и пищеварительной систем, болезни крови и глаз, а также инфекции. Почти у каждого ребенка с болезнями крови была установлена анемия, связанная с питанием (89,3% новых и 87,2% повторных случаев), каждому пятому с эндокринной патологией диагностирована недостаточность питания (14,9 и 21,9%) и ожирение (20,9 и 20,0%), а каждому третьему с костно-мышечными расстройствами – искривления позвоночника (34,8 и 32,8), каждому второму и третьему с аномалиями развития – патология системы кровообращения (55,6 и 29,1%). У девочек чаще диагностировали новообразования и болезни системы кровообращения, а у мальчиков – травмы и костно-мышечные расстройства. Также избытком массы тела чаще страдали девочки. Выявленные особенности патологической пораженности детей, вероятно, опосредованы дефицитом кадровых и диагностических ресурсов в регионе, медицинской активностью родителей, что требует дальнейшего рассмотрения.

Список литературы

1. Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Терлецкая Р.Н., Байбарина Е.Н., Чумакова О.В., Устинова Н.В., Антонова Е.В., Вишнева Е.А. Результаты профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних в Российской Федерации // Российский педиатрический журнал. 2016. № 19 (5). С. 287–293.
2. Суворова А.В., Якубова И.Ш., Черныкина Т.С. Динамика показателей состояния здоровья детей и подростков Санкт-Петербурга за 20-летний период // Гигиена и санитария. 2017. № 96 (4). С. 332–338. DOI: 10.47470/0016-9900-2017-96-4332-338.
3. Бушуева Э.В., Смирнова Е.И., Петров А.Г. Особенности физического развития и заболеваемости детей от 3 до 7 лет // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. № 9. С. 34–37.
4. Ганузин В.М., Маскова Г.С., Сторожева И.В., Сухова Н.С. Анализ динамики состояния здоровья детей и подростков по результатам диспансерных осмотров // Российский вестник гигиены. 2021. № 3. С. 9–12. DOI: 10.24075/rbh.2021.019.
5. Шгина И.Е., Ошева Л.В., Валина С.Л., Устинова О.Ю., Ермакова О.В. Заболеваемость обучающихся средних общеобразовательных школ по результатам углубленных медицинских осмотров // Здоровье населения и среда обитания. 2023. № 31 (7). С. 26–34.
6. Сажина С.В., Шевский В.И., Шейман И.М., Шишкин С.В. Взаимодействие звеньев оказания медицинской помощи: результаты опроса врачей // Социальные аспекты здоровья населения. 2021. № 67 (1). С. 4. DOI: 10.21045/2071-5021-2021-67-1-4.
7. Баиндурашвили А.Г., Соловьева К.С., Залетина А.В. Инвалидность детского населения России вследствие травм и заболеваний костно-мышечной системы // Гений ортопедии. 2013. № 1. С. 5–8.
8. Березкина Е.Н., Кириленко В.В. Оценка кадрового обеспечения клинической больницы медицинского вуза // Детская медицина Северо-Запада. 2018. № 7 (1). С. 41.
9. Крукович Е.В., Догадина Н.А., Каблуков Д.А., Плехова Н.Г. Причины формирования и факторы риска патологии костно-мышечной системы у детей и подростков // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26891> (дата обращения: 06.04.2024).
10. Кокушин Д.Н., Хардилов М.А., Виссарионов С.В., Соколова В.В., Хусаинов Н.О., Залетина А.В. Сравнительный анализ качества жизни детей с врожденным сколиозом после хирургического лечения: экстирпация полупозвонка из дорсального и комбинированного доступов // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2021. Т. 9, № 2. С. 153–162.
11. Виссарионов С.В., Хусаинов Н.О., Кокушин Д.Н. Анализ результатов хирургического лечения детей с множественными аномалиями развития позвонков и грудной клетки с использованием внепозвоночных металлоконструкций // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2017. Т. 5, № 2. С. 5–12. DOI: 10.17816/PTORS525-12.
12. Лившиц С.А., Нагорная О.В. Анализ состояния здоровья длительно и часто болеющих детей дошкольного возраста на современном этапе // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=8807> (дата обращения: 25.04.2024).
13. Омарова М.Н., Оракбай Л.Ж., Жаркинов Е.Ж., Катчибаева А.С., Калимолдин М.М., Шарасулова Л.С. Физическое развитие детей как ведущий критерий комплексной оценки состояния здоровья (обзор литературы) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12–4. С. 645–649.
14. Магдиева Н.М., Исаева Л.М., Меджидов М.А., Адиева А.А., Меджидова М.Г. Сравнительный анализ заболеваемости городского и сельского населения по данным медицинских профилактических осмотров девочек пубертатного возраста // Научное обозрение. Медицинские науки. 2022. № 5. С. 5–10.
15. Юрьев В.К., Межидов К.С., Соколова В.В. Особенности заболеваемости детей болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани в Чеченской Республике // Менеджер здравоохранения. 2024. № 1. С. 32–40. DOI: 10.21045/1811-0185-2024-1-32-40.
16. Капранов С.В. Распространенность травматизма у детей и подростков в населенных пунктах с различной экологической ситуацией // Медицинский вестник Юга России. 2014. № 3. С. 104–108.

УДК 616-006.68:615

ИНТЕГРАТИВНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОТИВООПУХОЛЕВОЙ ТЕРАПИИ: ОБСУЖДЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЕКТИНА, МЕТФОРМИНА, РАДИАЦИИ И ХИМИОТЕРАПИИ

¹Кудайбергенова И.О., ²Жоробекова Ш.Ж., ¹Ситникова Ю.Г., ³Ли С.П.,
²Прохоренко В.А., ¹Кылчыкбаев А.К., ¹Чакеев И.Ш., ²Серикова Л.В.

¹*Институт онкологии Кыргызской государственной медицинской академии
имени И.К. Ахунбаева, Бишкек, e-mail: k_i_o2403@mail.ru;*

²*Институт химии и фитотехнологий Национальной академии наук
Кыргызской Республики, Бишкек, e-mail: jorobekova@mail.ru;*

³*Кыргызский национальный университет имени Ж. Баласагына, Бишкек,
e-mail: lisergey@mail.ru*

На сегодняшний день онкологические заболевания являются одной из основных причин смертности по всему миру. Рак – это многофакторное заболевание, в котором участвуют различные генетические, молекулярные факторы и факторы окружающей среды. Ни один метод лечения не является универсальным и эффективным для лечения всех типов и стадий рака. Для лечения многих онкологических заболеваний часто применяется метод лучевой терапии. Но при данном методе лечения происходит высокое токсичное воздействие на организм, когда могут повреждаться здоровые клетки. Совмещение нескольких методов лечения рака важно из-за его сложной и гетерогенной природы. Поэтому поиск лекарственных средств, способных снижать вредное воздействие радиации на здоровые клетки организма и одновременно потенцирующих ее действие на злокачественные новообразования, является весьма актуальным. В работе приведены данные по изучению совместного противоопухолевого действия свекловичного пектина и метформина на экспериментальных животных. Известно, что пектин характеризуется антиканцерогенной активностью в отношении рака толстого кишечника, а метформин оказывает фибринолитическое действие, снижает уровень триглицеридов и липопротеидов низкой плотности в крови. Показано, при совместном применении данных соединений в лечении злокачественных опухолей методом облучения уменьшался объем опухоли, увеличивалась продолжительность жизни животных. Кроме того, такое совместное применение препаратов позволяет управлять побочными эффектами и минимизировать резистентность.

Ключевые слова: раковая опухоль, лучевая терапия, метформин, пектин

INTEGRATIVE APPROACHES TO ANTITUMOR THERAPY: DISCUSSION OF THE INTERACTION OF PECTIN, METFORMIN, RADIATION AND CHEMOTHERAPY

¹Kudaybergenova I.O., ²Zhorobekova Sh.Zh., ¹Sitnikova Yu.G., ³Li S.P.,
²Prokhorenko V.A., ¹Kylchykbaev A.K., ¹Chakeev I.Sh., ²Serikova L.V.

¹*Department of Oncology Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev,
Bishkek, e-mail: k_i_o2403@mail.ru;*

²*Institute of Chemistry and Phytotechnologies of the National Academy of Sciences
of the Kyrgyz Republic, Bishkek, e-mail: jorobekova@mail.ru;*

³*Kyrgyz National University named after of J. Balasagyn, Bishkek, Бишкек,
e-mail: lisergey@mail.ru*

Today, oncological diseases are one of the main causes of death worldwide. Cancer is a multifactorial disease involving various genetic, molecular, and environmental factors. No single treatment method is universal and effective for the treatment of all types and stages of cancer. Radiation therapy is often used to treat many oncological diseases. But, with this method of treatment, there is a high toxic effect on the body, when healthy cells can be damaged. Combining multiple cancer treatments is important because of its complex and heterogeneous nature. Therefore, the search for medicines that can reduce the harmful effects of radiation on healthy cells of the body and at the same time potentiate its effect on malignant neoplasms is very relevant. The data on the study of joint antitumor effect of beet pectin and metformin in experimental animals are present. It is known that pectin is characterized by anticarcinogenic activity against colon cancer, and metformin has a fibrinolytic effect, reduces the level of triglycerides and low-density lipoproteins in the blood. It has been shown that when these compounds were used together in the treatment of malignant tumors by irradiation, the tumor volume decreased and the life expectancy of animals increased. In addition, such joint use of drugs allows you to manage side effects and minimize resistance.

Keywords: cancer, radiation therapy, metformin, pectin

Введение

Известно, что большие опухоли являются биологически гетерогенными, обладают способностью неуклонно расти и метастазировать. Для них характерно невысокое число делящихся клеток, являющихся мишенью для цитостатиков. Поэтому цитостатическое лечение их не всегда эффективно. Помимо недостаточной эффективности огромной проблемой при использовании химиотерапевтических средств является их токсичность, возрастающая при использовании двух и более лекарственных препаратов. Для снижения токсичности и повышения эффективности противоопухолевой терапии в схемы лечения включают детоксицирующие биологически активные вещества природного происхождения, [1, 2]. В последние годы появляется большое количество работ в области экспериментальных и клинических исследований по фармакологии и медико-биологическому действию пектинов. Широко изучается способность пектинов выводить из организма различные токсичные соединения, кроме того, наиболее ценным свойством пектинов представляется антиканцерогенное и/или антиметастатическое действие, а также способность усиливать и противоопухолевую активность цитостатиков [3, 4]. Имеются данные о том, что пектины способны проявлять лечебное и профилактическое действие при многих заболеваниях, причем по эффективности воздействия превосходят некоторые лекарственные средства [5–7]. Исследования в области применения пектиновых веществ в медицине проводятся с давних пор. Пектины используются в качестве кровоостанавливающего средства, заменителей кровяной плазмы. Результатом пектиновой терапии при лечении ран является очистка и быстрое развитие грануляции. Пектиновые вещества являются хорошим противоядием при отравлении тяжелыми металлами. Особый интерес вызывает применение пектина для усиления терапевтического действия известных препаратов. В частности, пектины широко используются для увеличения продолжительности действия на организм человека инсулина, адреналина, эфедрина, новокаина. Они оказывают мощное бактерицидное действие при приеме их совместно со стрептомицином. Пектины используются для понижения токсичности и повышения растворимости сульфпрепаратов [8]. В недавних исследованиях было показано, что ранее в онкологии не применялись препараты, которые можно использовать для модификации метаболизма опухолей, по той причине, что они имели другие по-

казания к назначению. В качестве такого примера можно назвать метформин (диметилбигуанид) – самый распространенный противодиабетический препарат [9]. Из терапевтических свойств метформина следует отметить его воздействие на активность аденозинмонофосфаткиназы (АМРК). Кроме того, метформин способен избирательно уменьшать количество раковых стволовых клеток и подавлять развитие опухоли [10–12].

Целью исследования было изучение эффективности лучевой терапии и химиотерапии с помощью низкомолекулярного пектина и метформина.

Материалы и методы исследования

Животные. Эксперименты проводились на 380 белых беспородных крысах и крысах линии Вистар.

Перевиваемые штаммы. Штаммы карциносаркомы Уокера-256 и саркомы С-45 предоставлены НИИ онкологии и радиологии МЗ Республики Казахстан. Перевивка проводилась по общепринятой методике гомогенной взвесью по 0,5 мл в разведении (1:10) подкожно в область бедра.

Препараты и пути введения. Экспериментальную терапию с применением низкометоксилированного свекловичного пектина, полученного по технологии, описанной в работе [13], и цитрусового низкомолекулярного пектина (коммерческий продукт Econugenics, PectaSol-C) проводили в дозе 650 мг/кг *per os* (интрагастрально) в течение 7 дней, начиная с 3-х суток после перевивки опухоли. Метформин – коммерческий препарат (Инсуфор 500 мг, Турция) вводили в дозировке 25 мг/кг интрагастрально в течение 7 дней. Циклофосфан (Россия, Саранск) вводили внутрибрюшинно в дозировке 25 мг/кг. Метотрексат (Онкотек фарма, Германия) вводили внутрибрюшинно в дозировке 10 мг/кг и 1 мг/кг однократно. Оксалиплатин (Косак фарма, Турция) вводили внутрибрюшинно в дозировке 8–4–2 мг/кг по методике, описанной в работе [14]. Паклитаксел (Эбеве, Австрия) вводили внутрибрюшинно, дозировка составляла 15, 25, 50, 100 мг/кг. Доксорубин (Верофарм, Россия) вводили внутрибрюшинно в дозировках 1,5 и 3 мг/кг. Фторурацил (Ebewe pharma, ges.m.b.h.nfg.kg, Австрия) – внутрибрюшинно, дозировка препарата составляла 15–45 мг/кг однократно. Этопозид (ЛЭНС-ФАРМ, Россия) вводили внутрибрюшинно, дозировка составляла 15–30 мг/кг. Гемцитабин («Эбеве» Gemcitabin «Ebewe», Австрия) вводили внутрибрюшинно, дозировка составляла 25–45 мг/кг.

Методики. Для оценки потенциала противоопухолевого воздействия исследуемых препаратов использовались общепринятые показатели эффективности лечения: торможение роста опухоли (ТРО%), увеличение продолжительности жизни (УПЖ%) на 10, 14, 17 дни после перевивки опухоли, а также подсчитывалось число излеченных животных, которое проводилось не ранее чем через 90 дней после окончания курса терапии. Противоопухолевый эффект оценивали по разнице средних объемов опухолей ($V_{ср.}$, см³), торможению роста опухоли (ТРО), средней продолжительности жизни животных, получавших препарат (СПЖ, дни), по сравнению с контрольной группой, и увеличению продолжительности жизни (УПЖ).

Торможение роста опухоли (ТРО) вычислялось по формуле

$$(V_k - V_0) / V_k \times 100\%,$$

где V_k – средний объем опухоли в контрольной группе, V_0 – средний объем опухоли в опытной группе.

Увеличение продолжительности жизни вычислялось по формуле

$$(УПЖ) = (СПЖ_0 - СПЖ_k) / (СПЖ_k) \times 100\%,$$

где СПЖ_к – средняя продолжительность жизни в контрольной группе, СПЖ₀ – средняя продолжительность жизни в опытной группе.

Результаты исследования и их обсуждение

Первые серии экспериментов по оценке противоопухолевой активности и радиомодифицирующих свойств низкомолекулярного свекловичного пектина проводили на модели карциносаркомы Уокера [14]. Было установлено торможение роста опухоли на 2, 5 и 15-й дни эксперимента на уровне значимости $p < 0,01-0,001$. На 15-й день было достигнуто 100%-ное торможение или полная регрессия опухоли. Кроме того, такой противоопухолевый

эффект повлиял и на продолжительность жизни животных. В группе, которая получала пектин и облучение, все животные выжили, продолжительность жизни подопытных животных увеличилась почти на 430% [15]. На следующем этапе эксперимента исследовался пектасол в сочетании с облучением на модели карциносаркомы Уокера. На 13-й день торможение роста опухоли у животных, получавших пектасол, достигало 68,7%, а на 20-е сутки оно достигало почти 92%. В общем, увеличение продолжительности жизни на 20-е сутки составило почти 354%.

Далее исследовались радиомодифицирующие свойства коммерческого препарата пектина – пектасол на модели саркомы С-45 (табл. 1). При совместном применении пектасола и локального облучения в 3 грей на 7-е сутки зафиксировано снижение роста опухоли по отношению к ее объему на 87,5%, а на 14-е сутки после облучения – на 98,05% по сравнению с контрольной группой. Пектасол снижал тяжесть лучевого поражения и повышал выживаемость облученных животных на 357,7%, вплоть до регрессии опухоли у 87,5% и полной выживаемости животных к концу наблюдения.

В заключение экспериментов можно отметить, что низкомолекулярный свекловичный пектин и препарат «PectaSol-C» по радиомодифицирующей способности оказались практически идентичными.

В следующей серии опытов проведены предварительные испытания комплексного воздействия метформина, пектасола и химиопрепаратов на опухоль саркомы С-45 (табл. 2). Противоопухолевый эффект при сочетанном применении метотрексата (10 мг/кг), пектина и метформина составил 88,65%, тогда как при монотерапии метотрексатом он составлял 54,44%. При введении паклитаксела в дозировках 25 и 50 мг/кг животные группы пали в первые сутки после введения препарата. Также пали животные группы комбинированного введения пектина, метформина и паклитаксела.

Таблица 1

Данные облучения саркомы С-45 при пероральном введении препарата пектасол

Показатель	Размер опухоли после облучения, см ³		ПЖ (дни)
	7 день	14 день	
Контроль + Облучение	0,545±0,27	2,11±0,029	17,5±1,63
Пектасол + Облучение	0,068±0,02	0,041±0,039	62,6±11,47
ТРО, %	87,5	98,05	
УПЖ, %		357,7	
Выжило без опухоли, %		87,5	

Таблица 2

Торможение роста опухоли и продолжительность жизни животных с саркомой С-45 при комбинированной терапии

Животные	ТРО (%) 7день	ТРО (%) 17день	УПЖ (%)
Пектин + метформин + метотрексат (10 мг/кг)	88,65	54,44	30
Пектин + паклитаксел 10 мг/кг	66,68	72,18	160
Метформин + паклитаксел	55,50	69,96	147
Доксорубин 1,5 мг/кг + пектин	76,29	73,94	142,2
Доксорубин 1,5 мг/кг + метформин	47,64	77,17	28,87
Фторурацил 45 мг/кг + пектин	96,7	–	4,2
Фторурацил 15 мг/кг + метформин	77,26	89,6	242
Гемцитабин 50 мг/кг + пектин	91,55	70,23	134,26
Гемцитабин 50 мг/кг + метформин	74,06	–	-42
Гемцитабин 25 мг/кг + пектин + метформин	92,65	83,05	157,3
Этопозид 30 мг/кг + пектин	100	98,01	123,5

При уменьшении дозы паклитаксела до 10 мг/кг ТРО для комбинации пектин + паклитаксел составило 66,68; 72,18 и 100 % на 10, 18 и 25-й дни соответственно. При введении метформина и паклитаксела ТРО для комбинации составил 55,5; 69,96 и 70,2 % на 10, 18 и 25-й дни перевивки соответственно. Сочетанная терапия доксорубицином с метформином при достаточно высоких ТРО на 7, 14 и 24-й дни оказалась более токсичной для животных опытной группы (УПЖ 28,87%). Наиболее оптимальной оказалась комбинация доксорубин + пектин. При уменьшении дозы химиопрепарата в 2 раза противоопухолевый эффект и УПЖ, оказались выше, чем в группе с монотерапией доксорубицином. Отмечен хороший противоопухолевый эффект у комбинации фторурацил + метформин (ТРО 77,26 и 89,6%). Животные этой группы на 74-й день экспериментов были живы и фактически излечены от опухоли (УПЖ – 242%). При сочетанной терапии гемцитабином (50 мг/кг) и пектином ТРО составило на 21 день 98,48%, а УПЖ – 134,26%. В этой группе выжили без опухоли 3 из 7 подопытных животных. При сочетанной терапии этопозидом (30 мг/кг) и пектином ТРО составило 100 и 98,13 % на 9-й и 14-й дни после перевивки опухоли соответственно. При дальнейшем наблюдении на 21-й день в группе с этопозидом выжила 1 крыса, тогда как в группе с сочетанной терапией выжило 4 крысы. Животные контрольной группы пали на 15–19 день.

Таким образом, модифицированный цитрусовый пектин и низкомолекулярный свековичный пектин повышают чувствительность опухолевых клеток карциносаркомы Уокера и саркомы С-45 к лучевой терапии

и оказывают радиопротекторное действие, что подтверждается усилением торможения роста опухоли и увеличением продолжительности жизни подопытных животных. По своей радиомодифицирующей способности пектин и препарат пектасол практически идентичны.

Полученные экспериментальные данные показывают, что комбинация с доксорубицином ослабляет воздействие на саркому С-45 пектина, метформина и химиопрепаратов при их сочетанном применении, что подтверждается отрицательным торможением роста опухоли на 24-й день исследования. Наиболее оптимальной оказалась комбинация доксорубин + пектин. При сочетанной терапии (пектасол, метотрексат и метформин) УПЖ составило 30 %, что свидетельствует о выраженной способности комбинации пектина с метформином уменьшать токсичность химиопрепарата. Сочетание фторурацила (дозировка 15 мг/кг) с метформином при ТРО 89,6% оказалось наиболее эффективным. Тогда как при монотерапии наблюдались низкие показатели и ТРО и УПЖ. Отмечен эффект повышения УПЖ для комбинации пектин + гемцитабин, пектин + этопозид.

Заключение

Интеграция нескольких методов лечения в терапии рака дает несколько преимуществ, включая повышение эффективности лечения, синергетические эффекты, минимизацию резистентности, персонализированные подходы к лечению, управление побочными эффектами и улучшение показателей выживаемости. Этот комплексный подход направлен на максимальное увеличение

шансов на успешное лечение рака и улучшение общего качества жизни пациентов. Однако вызывает интерес сравнительный анализ влияния отдельных препаратов на радиомодификацию опухолей. При сочетанном применении метатрексата, пектина и метформина торможение роста опухоли на 7-й день составляло 88,65%. Сравнение результатов экспериментов, полученных при двухкомпонентном сочетании препаратов пектин + поликтасел и метформин + поликтасел, доксорубин + пектин и доксорубин + метформин, показывает почти одинаковое торможение роста опухоли. Наибольший эффект достигается при сочетании эпопозид + пектин, при этом на 7-й день наблюдается торможение роста опухоли на 100%, а на 17-й день наблюдаемый эффект снижается (98,01%). Можно заметить, что в присутствии пектина наблюдаются самые высокие эффекты увеличения продолжительности жизни. Возможно, это связано с присущими пектину антиканцерогенными свойствами, как было показано ранее в наших исследованиях.

Список литературы

1. Conti S., Vexler A., Hagoel L., Corn B., Shtraus N., Honig N., Meir Y., Ron I., Eliaz I., Lev-Ari Sh. Modified Citrus Pectin as a Potential Sensitizer for Radiotherapy in Prostate Cancer // *Integrative Cancer Therapies*. 2018. № 17(4). P. 1225–1234.
2. Donadio J. Effects of pectins on colorectal cancer: targeting hallmarks as a support for future clinical trials // *Food and Function Review*. 2022. Vol. 13 (22). P. 11438–11454. DOI: 10.1039/D2FO01995G.
3. Liko A. *In vitro* evaluation of pectin-based drug delivery system for colorectal cancer-targeted drug delivery // *Indonesia International Institute for Life Sciences*. 2021. Series/Report no. BM 21-013. T202109065. URL: [https:// repository.i3l.ac.id/jspui/handle/123456789/510](https://repository.i3l.ac.id/jspui/handle/123456789/510) (дата обращения: 22.05.2024).
4. Emran T.B., Islam F., Mitra S., Paul S., Nath N., Khan Z., Das R., Chandran D., Sharma R., Lima C.M.G. Pectin: A Bioactive Food Polysaccharide with Cancer Preventive Potential // *Molecules*. 2022. № 27. P. 7405. DOI: 10.3390/molecules27217405.
5. Hossein G., Halvaei S., Heidarian Y., Dehghani-Ghobadi Z., Hassani M., Hosseini H., Naderi N., + and synergize paclitaxel cytotoxic effect on ovarian cancer spheroids // *Cancer Med*. 2019. DOI: 10.1002/cam4.2334.
6. Leclere L., Fransolet M., Cote F., Cambier P., Arnould T., Van Cutsem P., Michiels C. Heat-modified citrus pectin induces apoptosis-like cell death and autophagy in HepG2 and A549 cancer cells // *PLoS One*. 2015. №10 (3). P. 1–24. DOI: 10.1371/journal.pone.0115831.
7. Lara-Espinoza C., Carvajal-Millán E., Balandrán-Quintana R., López-Franco Y., Rascón-Chu A. Pectin and pectin-based composite materials: Beyond food texture // *Molecules*. 2018. № 23 (4). P. 942. DOI: 10.3390/molecules23040942.
8. Созаева Д.Р., Джабоева А.С., Шаова М.Г., Цароева О.Н. Содержание пектинов в различных видах плодовых культур и их физико-химические свойства // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2016. № 2. С. 170–174.
9. Schuler K.M., Rambally B.S., Di Furio M.J., Sampey B.P., Gehrig P.A., Makowski L., Victoria L Bae-Jump. Antiproliferative and metabolic effects of metformin in a preoperative window clinical trial for endometrial cancer // *Cancer Med*. 2015. Vol. 4 (2). P. 161–173. DOI: 10.1002/cam4.353.
10. Gong J., Robbins L.A., Lugea A., Waldron R.T., Jeon C.Y., Pandol S.J. Diabetes, pancreatic cancer, and metformin therapy // *Front. Physiol*. 2014. Vol. 5. P. 426. DOI: 10.3389/fphys.2014.00426.
11. Yu T., Wang C., Yang J., Guo Y., Wu Y., Li X. Metformin inhibits SUV39H1-mediated migration of prostate cancer cells // *Oncogenesis*. 2017. Vol. 6 (5). P. 324. DOI: 10.1038/oncsis.2017.28.
12. Lei Wang, Lin Zhao, Fu-lian Gong, Chao Sun, Dan-Dan Du, Xiao-Zia Yang, Xiu-Li Guo. Modified citrus pectin inhibits breast cancer development in mice by targeting tumor-associated macrophage survival and polarization in hypoxic microenvironment // *Acta Pharmacologica Sinica*. 2022. Vol. 43 (6). P. 1556–1567. DOI: 10.1038/s41401-021-00748-8.
13. Jorobekova S., Kydraliev K., Khudaibergenova E., Serikova L. Оценка важных для биомедицинского применения свойств высокоочищенного пектина // *Известия НАН КР*. 2018. № 5. С. 142–150.
14. Кудайбергенова И.О., Чакеев И.Ш., Фаизова А.А., Орозалиев М.Б., Ванинов А.С. Влияние комбинации пектин-метформин на противоопухолевый эффект метотрексата и выживаемость крыс с карциносаркомой Уокера // *Актуальные научные исследования в современном мире*. 2021. № 10–2 (78). С. 71–75.
15. Кылчыкбаев А.К., Кудайбергенова И.О., Аралбаев Р.Т., Чакеев И.Ш., Алимжонов Н.Ю., Фаизова А.А. Противоопухолевые и радиомодифицирующие свойства цитрусового и свеловичного пектинов на перевиваемых опухолях крыс // *Теоретические и практические аспекты современной медицины: Сборник статей по материалам I международной научно-практической конференции / Отв. ред. Васинович М.А.* 2017. № 1 (1). С. 25–33.

СТАТЬИ

УДК 004.4'2:641

**К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ
МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ
В РАЗРАБОТКЕ ФУДТЕХ-ПРИЛОЖЕНИЙ****Кукитз П.В.***ООО «Рестомания», Москва, e-mail:paulkukitz@gmail.com*

Статья посвящена исследованию общих вопросов и перспектив использования микросервисной архитектуры в разработке приложений для фудтех-индустрии. Рассматриваются специфические особенности разработки программных продуктов для сферы заказа еды в онлайн-приложениях, в которых использование микросервисной архитектуры особенно востребовано. Выделяются ключевые характеристики фудтех-приложений: высокая вариативность функций, необходимость быстрой адаптации к изменениям рынка, неравномерная нагрузка на приложения и потребность в интеграции с внешними сервисами. Анализируется, каким образом микросервисная архитектура позволяет эффективно решать задачи, связанные с обозначенными особенностями приложений фудтех индустрии. Рассматриваются способы обеспечения согласованности данных в микросервисной архитектуре, а также приводятся рекомендации для разработчиков, которые помогут избежать ошибок и улучшить процесс разработки приложений с микросервисной архитектурой под нужды и задачи фудтеха. Особое внимание уделяется вопросам минимизации зависимостей, версионирования API, автоматического обнаружения сервисов и обеспечения отказоустойчивости системы как ключевых преимуществ-перспектив перехода на микросервисную архитектуру разработки. По итогам проведенного исследования делаются выводы о том, что сегодня микросервисная архитектура фактически становится стандартом для разработки приложений в фудтех индустрии, поскольку обеспечивает масштабируемость и высокую производительность приложений.

Ключевые слова: микросервисная архитектура, фудтех-приложения, разработка программного обеспечения, вариативность функций, масштабируемость, отказоустойчивость, микросервисы

**ON THE PROSPECTS OF MICROSERVICE ARCHITECTURE
IN FOODTECH APPLICATION DEVELOPMENT****Kukitz P.V.***Restomania LLC, Moscow, email:paulkukitz@gmail.com*

This article explores the general aspects and prospects of utilizing microservice architecture in the development of applications for the foodtech industry. It examines the specific characteristics of software development for online food ordering applications, where the use of microservice architecture is particularly relevant. The article identifies key features of foodtech applications: a wide variety of functions, the need for rapid adaptation to market changes, uneven load on applications, and the requirement for integration with external services. The article analyzes how microservice architecture effectively addresses the challenges associated with these features within the foodtech industry. Furthermore, it explores methods for ensuring data consistency within a microservice architecture and provides recommendations for developers to mitigate errors and enhance the development process of foodtech-specific microservice applications. Particular attention is given to dependency minimization, API versioning, automatic service discovery, and system fault tolerance as key advantages and prospects of transitioning to microservice-based development. The study concludes that microservice architecture is becoming the de facto standard for developing applications in the foodtech industry as it ensures scalability and high application performance.

Keywords: microservice architecture, foodtech applications, software development, functionality variability, scalability, fault tolerance, microservices

Введение

В условиях роста требований к качеству и универсальности разработки программного обеспечения для фудтех индустрии (фудтех-приложения), вопросы рассмотрения различных вариаций развертывания программного обеспечения приобретают основополагающее значение, сопряженное с необходимостью обоснования целесообразности тех или иных решений, которые применяются разработчиками. С точки зрения актуальных трансформаций бизнеса и постоянного расширения потребности в формировании многофункциональных,

универсальных и адаптированных программных приложений, особенно перспективный и прикладной характер приобретает тема исследования микросервисной архитектуры в разработке приложений под нужды фудтех индустрии. Состояние конкурентной среды в фудтехе достаточно вариативно и изменчиво, что формирует главную проблему, с которой сталкиваются практически все разработчики данной отрасли – необходимость постоянного внесения изменений и актуализации приложений, с одной стороны, и высокое значение подстраивания под ожидания и целевые запросы потребителей, с другой. Именно

микросервисная архитектура обладает потенциалом решения данных проблем, в связи с чем популярность разработки решений с микросервисной архитектурой, доступных на рынке, постепенно увеличивается.

Цель исследования заключается в определении перспектив микросервисной архитектуры при разработке приложений для фудтех индустрии.

Материалы и методы исследования

Теоретико-методологическим базисом настоящего исследования послужили труды ученых, затрагивающие концептуальные основы, специфические особенности, проблемы и инструменты формирования микросервисной архитектуры. Немаловажную роль в структуре исследования заняли работы, раскрывающие технические тонкости применения микросервисной архитектуры, которые позволили сформировать перечень ключевых факторов целесообразности перехода на микросервисную разработку приложений для индустрии фудтеха.

В основу исследования положен комплекс методов: теоретический анализ научной литературы по теме исследования; синтез; библиографическое описание; формально-логический анализ; абстракция и некоторые другие.

Результаты исследования и их обсуждение

Вопросы целесообразности перехода на применение микросервисной архитектуры в деятельности разработчика в фудтех индустрии во многом связываются со специфическими особенностями разработки программных продуктов под нужды данной индустрии. Анализ научной литературы по теме исследования позволил выделить существенный пробел, выраженный в отсутствии комплексных исследований, которые бы точно резюмировали специфические особенности фудтех-приложений, обосновывающих привлекательность микросервисной архитектуры для них.

Отметим, что микросервисная архитектура представляет, как верно замечает Д.А. Кравченко, определенный подход к разработке приложений или программных продуктов, в рамках которого работоспособность всей системы обеспечивается за счет работы независимых сервисов, которые образуют единую архитектуру приложения и при этом подконтрольны отдельным командам разработчиков, ориентированных на конкретный микросервис [1]. Примечательными в контексте рассмотрения монолитной и микросервисной архитектуры видится исследование Е.А. Пахмуриной,

которая рассматривает микросервисную архитектуру в качестве технического преимущества приложения, которое обеспечивает высокое качество работоспособности системы ввиду функциональных возможностей [2]. Однако во многом факторы «качества» диктуются конкретной командой и задачей в разработке; на наш взгляд, целесообразным видится рассмотреть преимущества и перспективы микросервисной архитектуры с привязкой к приложениям фудтех индустрии.

Как показывает практический опыт автора настоящего исследования, особенности разработки фудтех приложений во многом перекликаются с концептуальными преимуществами микросервисной архитектуры, в случае их применения как фундамента развертывания программных продуктов и приложений. В целом, для индустрии фудтеха характерны следующие особенности, связанные с разработкой приложений:

- высокая вариативность доступных функций, начиная от заказа еды, оформления доставки, заканчивая выставлением рейтингов ресторанам, использования программ лояльности и прочих подфункций большой системы заказа еды. В особенности подобное характерно для крупных агрегаторов; например, приложения Деливери или Яндекс.Еда оснащены целой системой функций, которые не ограничиваются только доставкой еды. В частности, можно предположить, что в основу программной части таких приложений положена система микросервисов непосредственно заказа еды с выбором формы оплаты и оформлением доставки (ядро агрегатора) и подключенными к ним подсистемами отслеживания статуса заказа, слежения за передвижением курьера, рейтингов, обзоров, микросервисов персонализации, программ лояльности, а также подключения других сервисов для получения специфических функций. Вариативность функций в данном случае обосновывает целесообразность перехода на микросервисную архитектуру, поскольку возникает потребность параллелизировать выполнение функций и оптимизировать все приложение. Разделение на микросервисы позволяет снизить нагрузку на «большую» систему, что положительно сказывается на качестве исполнении функций, скорости работы всего приложения;

- необходимость быстрого внесения изменений в отдельные подсистемы, функции или сервисы без затрагивания всей системы, что позволяет быстро и без значительных проблем адаптировать отдельные части приложения под текущие тренды, без необходимости изменения всей системы фудтех

приложения. На примере все тех же вышеупомянутых популярных агрегаторов, заметим, что каждый сервис отвечает за собственные функции; например, появление нового ресторана в перечне доступных в приложении потребует внесения изменений в базу данных сервиса ресторана и отдельные подсистемы, при этом практически не затронет сервис доставки или сервис заказа. Необходимость частного расширения функций (масштабируемости) – ключевое обоснование перехода на микросервисную архитектуру, которая, впрочем, часто используется в фудтех индустрии;

- неравномерная нагрузка на приложения, поскольку, как правило, пиковый спрос наблюдается в периоды «обеденных» и «вечерних» часов. Пиковая нагрузка в часы потребления формирует вызовы для работоспособности и отказоустойчивости традиционных монолитных систем, которые в индустрии фудтеха демонстрируют, исходя из нецеленаправленных наблюдений автора, частые нарушения работы, большое количество системных ошибок. Переход на микросервисную архитектуру фудтех-приложения позволяет масштабировать отдельные сервисы или их компоненты по мере необходимости, обеспечивать за счет этого стабильную работу приложения даже при большом количестве одновременно взаимодействующих пользователей. К тому же сбои в одном сервисе не всегда приводят к парализации всего приложения, что также является преимуществом для службы технического контроля, у которой появляется возможность с меньшими потерями для бизнеса восстановить работоспособность системы микросервиса без вмешательства во всю структуру приложения;

- наличие объективной потребности потребителей связывать агрегаторы доставки и фудтех-приложения с внешними приложениями, что свидетельствует в пользу необходимости обеспечивать открытость архитектуры. Интеграция к микросервисной архитектуре происходит несколько проще, поскольку может осуществляться в отдельной системе API, без необходимости обеспечивать прямую связь с ключевыми подсистемами приложения. Однако наличие API в виде отдельного микросервиса не освобождает разработчиков от решения задач в области безопасности, проектирования, согласования версий и обновления, управления нагрузками и согласования данных.

Отметим, что обозначенные преимущества микросервисной архитектуры находят подтверждение и в научной литературе, не связанной конкретно с разработкой

приложений для индустрии фудтеха. Так, по мнению Д.А. Сабирова, формирование микросервисов для пользователей и для разработчиков связывается с собственными особенностями и преимуществами. Автор отмечает, что для разработчика ориентированность на микросервисную архитектуру обеспечивает четкую реализацию логики функционирования бизнеса при параллелизации работы команд; подобное эффективно для управления разработкой и ускорения работы системы, с возможностью перевода отдельных команд и их участников в другие проекты при более быстром завершении разработки и отладке микросервиса. Кроме того, вся система приложения, как подчеркивает автор, функционирует независимо, что позволяет быстрее, проще и с большей эффективностью вносить изменения, включать новые функции, осуществлять обновления, масштабировать, локализовать ошибки без необходимости «отключения» других подсистем приложения [3]. А.М. Шитько отмечает, что микросервисная архитектура фактически позволяет «отказаться» от традиционных недостатков монолитных систем, однако скрывает за собой собственные нюансы и вопросы разработки. Например, для работы микросервисной архитектуры возникает потребность в привлечении дополнительных специалистов в сфере DevOps, которые ответственны за развертывание приложения. К руководителю проектом разработки (техническому директору) предъявляются дополнительные требования в управлении командой, с фокусом на обеспечение логического, точного и быстрого исполнения функций и задач, за которые ответственна каждая микрокоманда. В конечном счете автор в своем исследовании подчеркивает необходимость реформирования монолитных приложений в систему микросервисов, что обеспечит, по его мнению, более эффективное исполнение функций и общую работоспособность приложения [4]. Примечательным видится и исследование С.Г. Косова и Л.В. Кальянова, которые подчеркивают, что переход на микросервисную архитектуру позволяет упростить проведение процедур тестирования приложений за счет отказа от интеграционного тестирования, в тоже время, связывается с другими сложностями тестирования, что указывает на неоднозначность трансформаций [5]. Исходя из представленных исследований, важно подчеркнуть, что микросервисная архитектура не избавляет от проблем разработки и не становится способом упрощения; она, скорее, должна рассматриваться как способ обеспечить более высокое качество готового продукта.

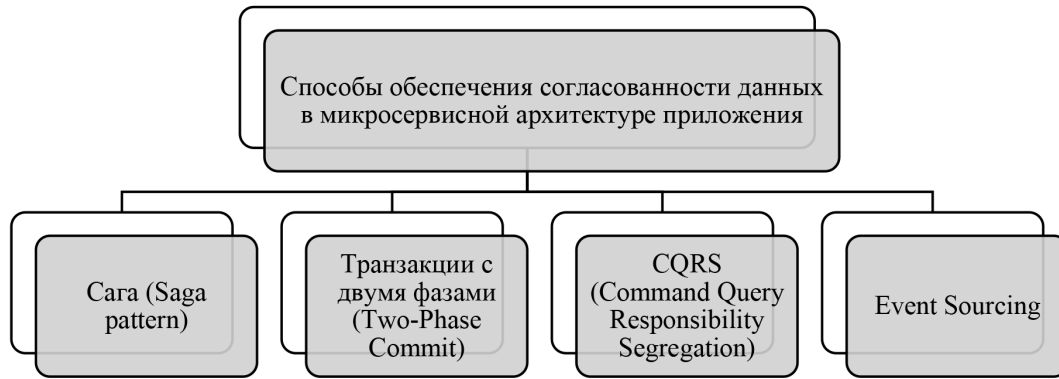


Рис. 1. Способы обеспечения согласованности данных в микросервисной архитектуре приложения
 Источник: составлено автором

Рассматривая недостатки микросервисной архитектуры, отметим, что ключевая проблема таковой – обеспечить согласованность работы микросервисов, актуальный обмен данными и снизить уровень задержки, с которой сталкивается пользователь. Аналогичные проблемы встречаются и в научной литературе. Например, Н.Ю. Кучеренко предлагает уделять особое внимание проблеме целостности данных при разработке приложений с микросервисной архитектурой [6]. На практике обеспечить согласованность данных между микросервисами удается за счет системы инструментов (рис. 1).

Д.Б. Осипов в своём исследовании приводит некоторые рекомендации для разработчиков, осуществляющих работу с приложениями с микросервисной архитектурой; во многом данные рекомендации связываются с предупреждением проблем и применением механизмов улучшения процесса разработки, позволяют снизить число ошибок при разработке приложения [7]. Анало-

гичные рекомендации выделяет В.А. Ворсин, который подчеркивает необходимость предупреждения типовых проблем микросервисной архитектуры [8].

Как замечает М.Э. Джалалов, важно управлять версионностью API, что во многом обеспечивает качество и работоспособность всего приложения. Автор предлагает систему методов управления версионностью API (рис. 2).

Так, резюмируя результаты проведенного исследования, заметим, что среди ключевых рекомендаций для разработчиков микросервисных приложений современные авторы выделяют:

Во-первых, необходимость комплексного проектирования системы сервисов, что предполагает наделение каждого сервиса отдельной функцией (блоком функций) будущего приложения; формирование слабой связанности с независимостью сервисов и качества их работы друг от друга; с определением точного соприкосновения внешних интерфейсов.

Создание отдельных версий для каждого микросервиса	Централизованный подход	Использование API шлюзов
<ul style="list-style-type: none"> • Гибкость в разработке, паралелизация работы над сервисами • Сложность управления зависимостями, проблемы интеграции и совместимости 	<ul style="list-style-type: none"> • Консистентность в системе, упрощение управления тестированием • Ограниченная гибкость, проблема масштабируемости больших систем 	<ul style="list-style-type: none"> • Централизация управления версиями, изоляция клиентов от изменений • Создание централизованной точки отказа, увеличение сложности системы

Рис. 2. Методы управления версионностью API в микросервисной архитектуре приложения по М.Э. Джалалову [9]

Для разработчиков фудтех-приложений данная рекомендация сводится к созданию отдельных микросервисов для: 1) заказа блюд (обработка запросов пользователей, взаимодействие с меню ресторанов); 2) оплаты (интеграция с платежными системами, обработка транзакций); 3) доставки (отслеживание местоположения курьеров, оптимизация маршрутов); 4) рейтинга (сбор и отображение отзывов, управление рейтингом ресторанов); 5) лояльности (обработка бонусных программ, персональных предложений).

Во-вторых, значимость постоянного управления зависимостями, что предполагает их минимизацию, создание версий API для обратной совместимости сервисов, а также автоматическое обнаружения сервисов, чтобы исключить привязку к конкретным адресам или портам.

С точки зрения фудтех-приложений, важно привести несколько примеров управления зависимостями. Так, например, микросервис оплаты заказа не должен «знать» детали реализации сервиса доставки, поскольку ему достаточно получить подтверждение, что доставка возможна, прежде чем обрабатывать платеж. Аналогично с точки зрения версий; например, при изменении API сервиса меню разработчику целесообразнее создать новую версию API (v2), оставить старую версию (v1) доступной для сервисов, которые еще не адаптированы. С позиции автоматического обнаружения сервисов, вместо жесткой привязки к IP-адресу и порту сервиса лояльности необходимо использовать service discovery. Сервис заказа автоматически найдет сервис лояльности через регистр сервисов.

В-третьих, фокус на отказоустойчивости системы, чтобы обеспечить получение реальных преимуществ от микросервисной архитектуры, что предполагает постоянную работу с ошибками приложения, исключения каскадных сбоев, а также осуществление масштабирования приложений.

Так, для фудтех-приложений можно выделить несколько ключевых рекомендаций по обеспечению отказоустойчивости системы. Например, сервис оплаты должен корректно обрабатывать ситуации, когда платежный шлюз недоступен. Вместо сбоя всей системы пользователь должен получить сообщение о временной невозможности оплаты и предложение повторить попытку (провести оплату) позже. Если сервис меню недоступен, сервис заказа не должен «падать» вместе с ним; пользователю можно продемонстрировать ограниченное меню из кэша или предложить выбрать другой ресторан, что изолирует от проблем. В часы пиковой активности нагрузка на сервис заказа резко

возрастает. Чтобы система не «захлебнулась», нужно заранее предусмотреть возможность горизонтального масштабирования – запуска дополнительных экземпляров сервиса для обработки пиковой нагрузки, что обеспечит производительность и отказоустойчивость системы.

Заключение

Таким образом, переход на микросервисную архитектуру приложений в фудтех-индустрии является объективной необходимостью, с которой сталкиваются разработчики приложений. В индустрии фудтеха микросервисная архитектура становится прикладным способом обеспечения работоспособности, отказоустойчивости и быстрого масштабирования программной части приложения, что подтверждается как распространенной практикой крупнейших агрегаторов доставки еды, так и проведенным анализом научной литературы. Подобное отличается системой перспектив как с точки зрения технической части (разработка), так и финансово-экономических возможностей, предупреждает убытки от технических сбоев и потерь системы, вызванных традиционными недостатками монолитной разработки. Учитывая высокий динамизм и изменчивость фудтех индустрии, для разработчиков микросервисная архитектура становится единственно верным решением, при учете необходимости ориентироваться на широкую функциональность системы и качество разработки, проактивное реагирование на возможные проблемы.

Список литературы

1. Кравченко Д.А. Микросервисная архитектура // Интеллектуальная наука. 2022. № 4 (69). С. 43-44.
2. Пахмурина Е.А. Необходимость перехода от монолитной к микросервисной архитектуре при разработке и внедрении bss-решений // Теория и практика современной науки. 2020. № 6 (60). С. 277-279.
3. Сабиров Д.А. Микросервисная архитектура на frontend // Научный журнал. 2021. № 7 (62). С. 15-27.
4. Шитько А.М. Проектирование микросервисной архитектуры программного обеспечения // Труды БГУ. Серия: Физико-математические науки и информатика. 2017. № 9 (200). С. 122-125.
5. Косов С.Г., Кальянов Л.В. Разработка и тестирование приложений с микросервисной архитектурой // Форум молодых ученых. 2019. № 4 (32). С. 567-571.
6. Кучеренко Н.Ю. Проблема целостности данных в микросервисной архитектуре // Столыпинский вестник. 2022. № 4. С. 1974-1983.
7. Осипов Д.Б. Проектирование программного обеспечения с помощью микросервисной архитектуры // Вестник науки и образования. 2018. № 5 (41). С. 41-46.
8. Ворсин В.А. Микро-сервисная архитектура бизнес-приложений – перспективы и проблемы // Глобус. 2020. № 4 (50). С. 50-52.
9. Джалалов М.Э. Стратегии управления версионностью api в микросервисной архитектуре // Экономика и качество систем связи. 2024. № 1 (31). С. 136-143.

УДК 004.032.26:82-4

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ЭССЕ: НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ПОДХОДЫ И ТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ

¹Меликбекян А.А., ²Борбат А.М., ³Новикова Т.О., ⁴Павлов К.А.

¹ФГБОУ «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва,
e-mail: melikbekyan.ashot@yandex.ru

²ООО «Деметрамед», Москва, e-mail: aborbat@yandex.ru

³ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина» Минздрава России, Москва,
e-mail: tn.path1910@yandex.ru

⁴ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва,
e-mail: pavlovkos@gmail.com

Цель исследования – привлечь внимание к современным методам машинного анализа текстов среди российских исследователей в медицинской сфере, а также продемонстрировать их применение и эффективность на примере анализа эссе клинических ординаторов. Анализ производился на основе 297 эссе клинических ординаторов ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна на тему «Почему я не патологоанатом?». Использовались методы нейросетевого анализа для численного представления текстов и классические методы, включая анализ частотности n-грамм и создание облаков слов. С помощью нейросетевых методов были успешно выявлены тексты с различной степенью схожести, в том числе и потенциальные случаи плагиата. Однако применение этих методов для кластеризации оказалось неэффективным из-за узконаправленной тематики текстов и однородности авторов. Традиционные методы анализа позволили глубже проникнуть в смысловое содержание текстов, выявляя основные темы и акценты в рамках исследования. Несмотря на активное развитие и высокую эффективность нейросетевых методов, традиционные подходы к анализу текстовых данных продолжают оставаться актуальными и весьма информативными. Комбинирование этих подходов может дать наиболее полное и многогранное представление о содержании анализируемых текстов, что подтверждается результатами настоящего исследования.

Ключевые слова: анализ текстовых данных, патологическая анатомия, нейронные сети, машинное обучение, педагогика

RESEARCH ON THE CONTENT OF MEDICAL ESSAYS: NEURAL NETWORKS APPROACHES AND TRADITIONAL METHODS

¹Melikbekyan A.A., ²Borbat A.M., ³Novikova T.O., ⁴Pavlov K.A.

¹MIREA – Russian Technological University, Moscow, e-mail: melikbekyan.ashot@yandex.ru

²Limited liability company «Demetramed», Moscow, e-mail: aborbat@yandex.ru

³National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, e-mail: tn.path1910@yandex.ru

⁴Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, e-mail: pavlovkos@gmail.com

The purpose of this study is to highlight the importance of modern methods of machine text analysis for Russian researchers in the medical field. We will also demonstrate the application and effectiveness of these methods by analyzing essays of clinical residents. Materials and methods. The analysis was performed on 297 essays by clinical residents of Burnasyan FMBC of FMBA on the topic «Why am I not a pathologist?». We used neural networks to get text embeddings and traditional algorithms like n-grams and word clouds. Results. Neural networks successfully computed similarity between essays and helped to identify potentially plagiarized ones. However, the usage of these methods for clustering has proven to be ineffective due to the very specific topic of the question. Traditional methods allowed us to deeply understand the semantic content of texts, identifying main themes and emphases within the context of study. Conclusion. Despite the active development and high efficiency of neural network methods, traditional approaches to text data analysis still play a significant role and provide valuable insights. Combining these methods can lead to a more comprehensive and multifaceted understanding of the content in analyzed texts, as demonstrated by the findings of this study.

Keywords: text data analysis, pathological anatomy, neural networks, machine learning, pedagogy

Введение

В настоящее время многие исследователи применяют компьютерный анализ текстов для решения различных задач при работе с неструктурированными текстами, в том числе в медицине [1-3]. Исследуются возможности методов обработки естествен-

ного языка для решения широкого спектра задач: скрининга заболеваний [4], определения диагноза [5, 6], улучшения наблюдения за пациентами [7], изучения жалоб пациентов, исправления ошибок в тексте [8] и т.д. Разработаны модели для работы с русскоязычными медицинскими текстами [9].

Несмотря на значительный интерес к алгоритмам извлечения информации из текста на нейросетей [4, 8], сохраняют свою актуальность и более традиционные методы, требующие предварительной обработки данных с последующим анализом n-грамм, применением логистической регрессии и др. [5]. При этом большинство авторов комбинируют традиционные и нейросетевые алгоритмы [10–13].

Несмотря на возросшее количество публикаций, посвященных этой теме в последние годы, методы машинного анализа текста остаются относительно недооцененным в профессиональной медицинской среде [14, 15]. При этом самой текстовой информации становится больше, а возможности ее получения за счет распространения социальных сетей и цифровизации здравоохранения становятся менее ресурсозатратными [15].

Исходя из этого, освоение методов машинного анализа текста представляет собой перспективное направление, особенно в условиях растущего объема доступной текстовой информации.

Цель исследования: привлечь внимание российских исследователей к этим инструментам. Для этого авторы хотели бы представить вниманию коллег собственный опыт и таким способом продемонстрировать относительную простоту этих методов и возможности их применения.

Материалы и методы исследования

В рамках данного исследования проанализированы эссе клинических ординаторов первого года ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, проходивших обучение на цикле по патологии в 2021–2022 гг., на тему «Почему я не патологоанатом?». Всего было получено и проанализировано 297 эссе, среднее значение количества слов в эссе составило 422, минимальное и максимальное значение соответственно 57 и 1063 слова, медиана – 424 слова.

В настоящей работе представлен комплексный анализ текстовых данных, который состоит из двух основных частей. В первой части реализована численная характеристика текстов с использованием методов нейросетевого анализа без предварительной обработки текстов. Вторая часть исследования фокусируется на лингвистическом анализе текстов, который включает в себя выявление n-грамм, создание облаков слов и последующий семантический анализ этих данных с целью формирования представления о содержательных аспектах исследуемых текстов. Описание методологических подходов, а также примеры и вы-

воды, сформулированные на основе проведенного анализа, изложены ниже.

Результаты исследования и их обсуждение

Авторы провели сравнение текстов на предмет антиплагиата с использованием современных методов анализа текста на основе модели глубокого обучения word2vec [16], позволяющей переводить строковые данные в числовые представления. Такое преобразование позволяет применить арифметические операции к текстовым данным [17]. Для получения численных представлений использовалась предобученная модель семейства MPNet [18], поскольку в сравнении с аналогами она демонстрирует высокую эффективность при работе с текстами. Численные векторы, полученные через использование алгоритма нейросетевого глубокого обучения, служат отправной точкой для ряда последующих аналитических методов, таких как кластеризация и анализ на антиплагиат. Эти векторы, сгенерированные с высокой точностью и скоростью, могут быть легко интегрированы в различные системы анализа данных, обеспечивая тем самым повышенную точность и снижение временных затрат на обработку больших текстовых массивов.

Проверка эссе на наличие плагиата

Для выявления плагиата применялась общеизвестная (стандартная) методика, описанная во множестве работ, опубликованных в последние годы [19, 20]. Метод подразумевает сравнение векторов друг с другом по косинусному расстоянию. Диапазон метрики варьируется от 0 до 1, где 0 – это не имеющие ничего общего данные, а 1 – это одинаковые данные. Пороговое значение, по которому выделяются похожие тексты, в рамках данной работы было определено эмпирически и составило 0,95. На рисунке 1 приведена тепловая карта, построенная на основе данных о схожести численных представлений эссе, где, в частности, видно, что у текстов под номерами 150 и 194 значение схожести близко к 1. На рисунке 2 приводятся фрагменты текстов этих эссе.

Кластеризация

Численно представленные векторами тексты могут быть проанализированы стандартными статистическими методами. В данной работе был использован метод кластеризации с целью создания групп сходных объектов (кластеров). Для кластеризации использовались алгоритмы агломеративной кластеризации и KMeans [21].

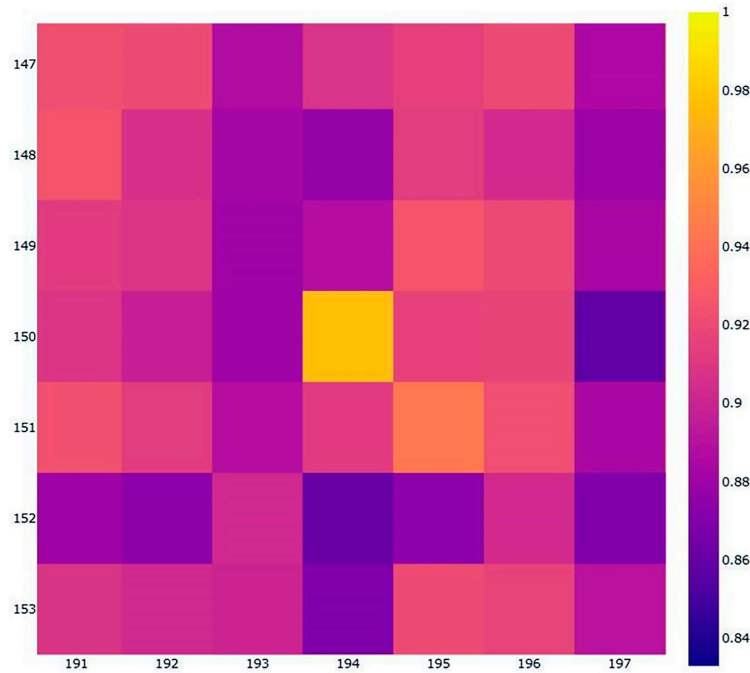


Рис. 1. Фрагмент тепловой карты с высоким значением косинусного расстояния на пересечении наблюдений 194 и 150

Эссе студента №150	Эссе студента №194
<p>Что касается меня, я всегда хотела помогать живым людям, хотела вносить свой вклад в их здоровье. Я люблю живое общение, похвалу, благодарность, как и все эгоцентричные натуры. Также отвращает запах при вскрытиях: особенно содержимого внутренних органов. Еще будучи студенткой, во время практики, когда я посещала вскрытия, мне становилось не по себе. Один раз я даже упала в обморок. Тогда я для себя четко решила, что патологическая анатомия не для меня.</p>	<p>Что касается меня, я эмоционально нестабильна. Люблю живое общение, похвалу, благодарность, как и все эгоцентричные натуры. Также отвращает запах при вскрытиях: особенно содержимого желудка. Немаловажна оплата и карьерный рост. По этим причинам профессия мне не подходит.</p>

Рис. 2. Фрагменты текстов эссе № 150 и № 194

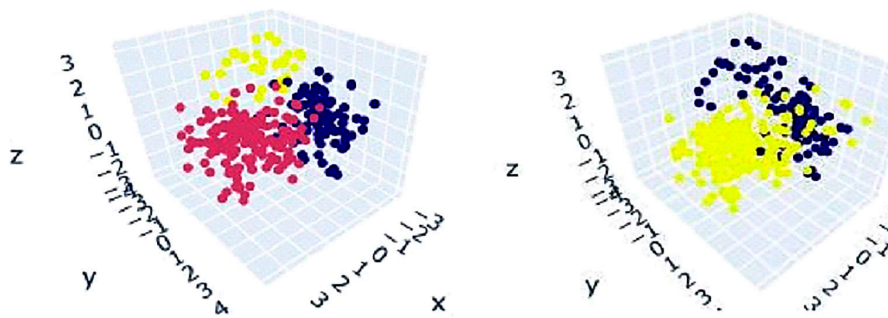


Рис. 3. Кластеризация отдельных эссе. Слева представлена кластеризация по алгоритму KMeans, справа – по агломеративному алгоритму

Кластеризация осуществлялась в двух вариантах: на основе отдельных эссе студентов и на основе текстов, объединенных по специальностям. В полученных по результатам анализа кластерах не удалось выявить сколько-нибудь значимую связь со специальностями авторов, как для отдельных эссе, так и при анализе их групп. На рисунке 3 представлены результаты кластеризации, спроецированные на трехмерное пространство с помощью метода главных компонент.

*Анализ текст по n-граммам
Предварительная обработка
корпуса данных*

Предобработка текста включала в себя следующие элементы: лемматизация, удаление стоп-слов и небуквенных символов;

операция лемматизации с помощью библиотеки `rumystem3`; удаление стоп-слов с помощью библиотеки `nlTK`, расширенной с учетом специфики данных следующими терминами: «специальность», «профессия», «патологоанатом», «врач», «человек», «работа», «медицинский», «университет», «патологический», «анатомия». Удаление небуквенных символов произведено с помощью стандартной библиотеки для регулярных выражений в Python. По результатам предварительной обработки получены «очищенные» тексты, избавленные от нерелевантных стоп-слов, вспомогательных слов и небуквенных символов. Эта оптимизированная форма текста облегчает проведение последующих этапов анализа и улучшает качество семантического анализа.

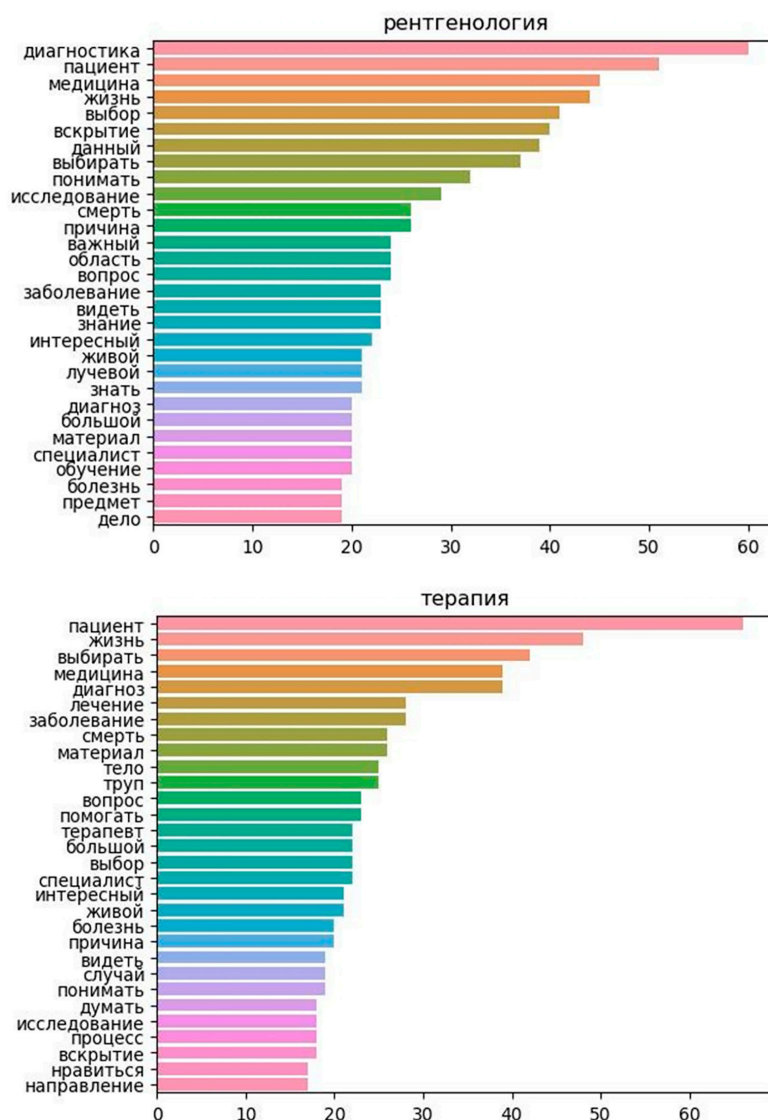


Рис. 4. Столбчатые диаграммы частот юниграмм в наиболее представительных группах диагностических («Рентгенология», 33 наблюдения) и клинических («Терапия», 27 наблюдений) специальностей

Анализ частотности n-грамм

Анализ частотности n-грамм позволяет изучить распределение и взаимосвязь последовательностей из n слов в тексте, что поможет выявить ключевые понятия и дать представление об общей концепции анализируемого текста [22]. Были использованы три варианта n-грамм: юниграммы, биграммы, триграммы, содержащие соответственно одно, два и три слова. Среди наиболее частых юниграмм выявлены следующие слова: «пациент», «жизнь», «вскрытие», «смерть», «диагноз», «труп», «лечение».

Это позволило сформировать общее представление о содержании текста. Кроме этого, были выявлены различия в частотах слов по группам специальностей. Слова «жизнь», «помощь» и «общение» занимали более высокий ранг в терапевтических и хирургических специальностях, в эссе диагностических специальностей термин «аутопсия» занимал более высокий ранг. Наиболее частые юниграммы для специальностей «Рентгенология» и «Терапия» приведены на рисунке 4.

Анализ биграмм позволил уточнить предположения, полученные при анализе юниграмм. В частности, юниграмма «смерть» с высоким рангом во всех группах при анализе биграмм оказалась составным элементом «причина смерть», т.е. с большей вероятностью связана с темой эссе, чем с личными причинами невыбора специальности. Юниграмма «пациент» распределилась по нескольким биграммам:

с высокими частотами «общение пациент» и «жизнь пациент» и более редкие «смерть пациент» и «живой пациент». При этом частоты самых популярных биграмм во всем корпусе данных исчислялись десятками, что группировку эссе по каким-либо признакам и последующий их анализ. Тридцать наиболее частых биграмм во всем корпусе данных приведены на рисунке 5.

Анализ триграмм в значительной степени дублировал наблюдения, обнаруженные при анализе биграмм, при этом акцент в большей степени сместился к психологическим аспектам работы и к необходимости взаимодействовать с биологическим материалом как источником профессионального риска. При этом наиболее распространенные триграммы по своим частотам находились в диапазоне одного-двух десятков, что в еще большей степени ограничивало возможность их применения для межгруппового анализа. Увеличение количества эссе, как и в случае с биграммами, позволило бы обойти это ограничение, однако первичные данные в таком случае должны были бы исчисляться тысячами наблюдений. Наиболее частые триграммы представлены на рисунке 6.

Облако слов

Из-за ограниченного объема данных инструмент «облако слов» применяли только к юниграммам. Облако слов – это визуальное представление списка категорий, при котором частота каждой категории выражается размером шрифта или цветом [23].

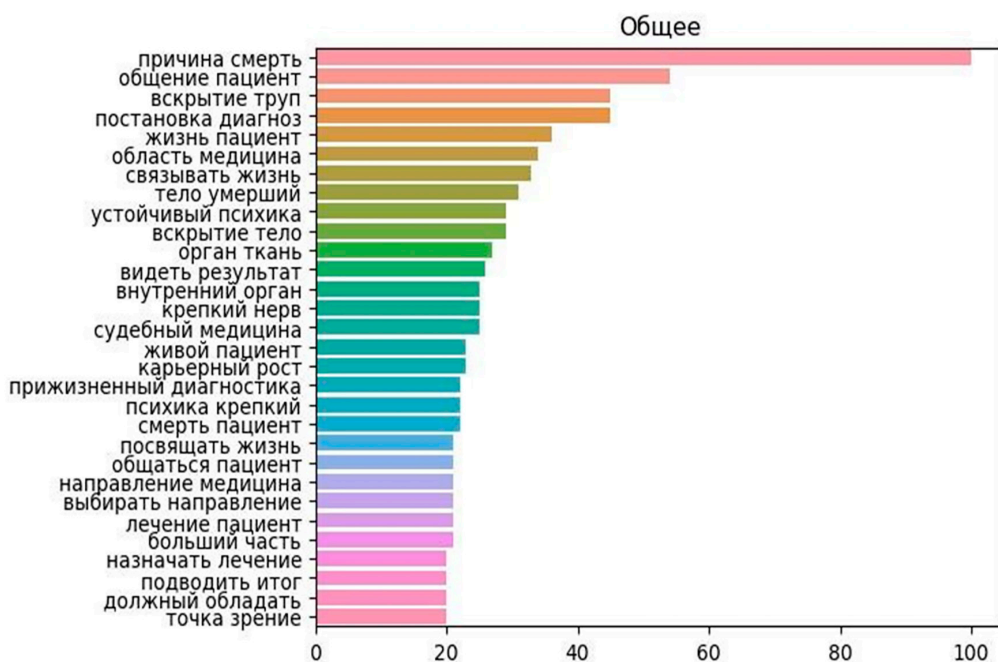


Рис. 5. Столбчатая диаграмма частот биграмм в корпусе данных

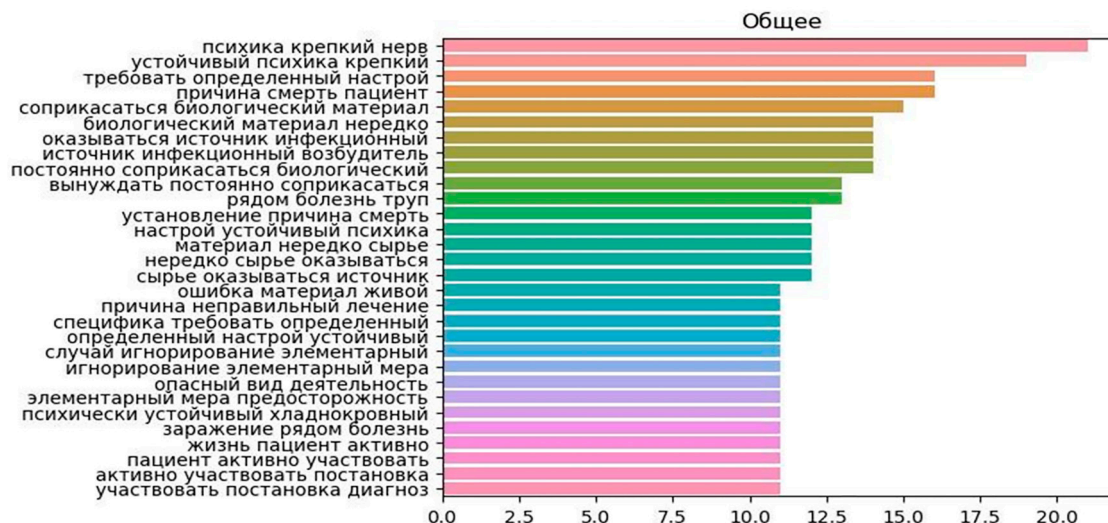


Рис. 6. Столбчатая диаграмма частот триграмм в корпусе данных

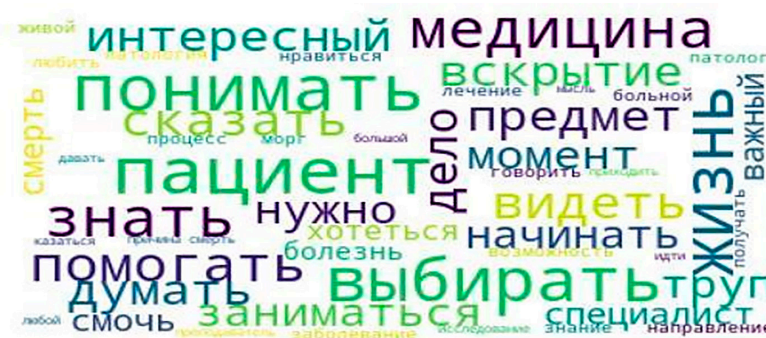


Рис. 7. Облако слов, составленное для всего корпуса данных

Такое представление удобно для быстрого восприятия и для распределения терминов по популярности друг относительно друга, что, по мнению авторов, делает его удобным инструментом для ориентировочного анализа. Для построения облака слов использовалась библиотека wordcloud языка программирования Python.

Обсуждение

Проведенный в настоящей работе анализ неструктурированных текстов различными автоматизированными методами позволил сравнить их эффективность для раскрытия семантического содержания эссе.

Нейросетевые алгоритмы были успешно применены для численного представления и поиска схожих по содержанию текстов – анализа на антиплагиат. Были выявлены тексты различной степени схожести, вплоть до полной идентичности. Этот подход позволил во всем массиве текстов быстро и с минимальными затратами ресурсов найти работы, которые с высокой вероятностью были написаны одним автором.

Несмотря на широкое применение метода кластеризации в анализе неструктурированных текстов [24], в рамках данного исследования с его помощью не удалось обнаружить значимых связей. Скорее всего, такой результат связан с тем, что анализируемые тексты принадлежат одной тематической области и были созданы сравнительно однородной группой авторов.

Помимо современных нейросетевых методов, классические подходы сохраняют свою актуальность. Анализ частотности n-грамм является широко используемым в аналитической практике. По результатам данного исследования наибольшую информативность продемонстрировали биграммы. В сравнении с юниграммами и триграммами биграммы обеспечили наилучшее соотношение между числом упоминаний и семантической насыщенностью, становясь, таким образом, «золотой серединой». Графические методы, такие как столбчатые диаграммы и облака слов, делают этот анализ более наглядным для исследователя.

Заключение

Применение нейросетевых моделей при анализе текста было наиболее эффективным для численного представления анализируемого текста и поиска плагиата среди эссе. Вероятно, из-за относительно малого объема первичного материала и узконаправленной темы использование результатов нейросетевого анализа для кластеризации оказалось неэффективным.

Применение традиционных методов анализа, требующих предварительной подготовки корпуса данных и базирующихся на вычислениях частот n-грамм и построении облака слов, позволило более детально изучить смысловую часть текстов в их общем представлении и выделить особенности для различных специальностей или их групп.

Список литературы

1. Suissa O., Elmalech A., Zhitomirsky-Geffet M. Text analysis using deep neural networks in digital humanities and information science // *Journal of the Association for Information Science and Technology*. 2021. DOI: 10.1002/asi.24544.
2. Percha B. Modern Clinical Text Mining: A Guide and Review // *Annu Rev Biomed Data Sci*. 2021. № 4. P. 165–187. DOI: 10.1146/annurev-biodatasci-030421-030931.
3. Spasic I., Nenadic G. Clinical Text Data in Machine Learning: Systematic Review // *JMIR Med Inform*. 2020. Vol. 8, № 3. P. e17984. DOI: 10.2196/17984.
4. Rasmy L., Xiang Y., Xie Z., Tao C., Zhi D. Med-BERT: pretrained contextualized embeddings on large-scale structured electronic health records for disease prediction // *NPJ Digit Med*. 2021. Vol. 4(1). P. 86. DOI: 10.1038/s41746-021-00455-y.
5. Zhao SS., Hong C., Cai T., Xu C., Huang J., Ermann J., Goodson JN, Solomon HD., Cai T., Katherine PK. Incorporating natural language processing to improve classification of axial spondyloarthritis using electronic health records // *Rheumatology*. 2020. Vol. 59(5). P. 1059-1065. DOI: 10.1093/rheumatology/kez375.
6. Wang M., Wei Z., Jia M., Chen L., Ji H. Deep learning model for multiclassification of infectious diseases from unstructured electronic medical records // *BMC medical informatics and decision making*. 2022. Vol. 22(1). DOI: 10.1186/s12911-022-01776-y.
7. Elbattah M., Arnaud É., Gignon M., Dequen G. The Role of Text Analytics in Healthcare: A Review of Recent Developments and Applications // In *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies*. 2021. Vol. 5. P. 825-832.
8. Balabaeva K., Funkner AA., Kovalchuk SV. Automated Spelling Correction for Clinical Text Mining in Russian // *MIE*, 2020. Vol. 270. P. 43-47. DOI: 10.3233/SHTI200119.
9. Yalunin A., Nesterov A., Umerenkov D. RuBioRoBERTa: a pre-trained biomedical language model for Russian language biomedical text mining. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/2204.03951> (дата обращения: 15.05.2024).
10. Hendrickx I., Voets T., van Dyk P., Kool RB. Using Text Mining Techniques to Identify Health Care Providers With Patient Safety Problems: Exploratory Study // *J Med Internet Res*. 2021. Vol. 23(7). P. e19064. DOI: 10.2196/19064.
11. Miotto R., Li L., Kidd B. A., Dudley J. T. Deep patient: An unsupervised representation to predict the future of patients from the electronic health records // *Scientific reports*. 2016. Vol. 6. P. 26094. DOI: 10.1038/srep26094.
12. Woodman R.J., Mangoni A.A. A comprehensive review of machine learning algorithms and their application in geriatric medicine: present and future // *Aging Clin Exp Res*. 2023. Vol. 35(11). P. 2363-2397. DOI: 10.1007/s40520-023-02552-2.
13. Mugisha C., Paik I. Comparison of Neural Language Modeling Pipelines for Outcome Prediction From Unstructured Medical Text Notes // *IEEE Access*, 2022. Vol. 10. P. 16489 – 16498. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3148279.
14. Rajkomar A., Dean J., Kohane I. Machine Learning in Medicine // *N Engl J Med*, 2019. Vol. 380(14). P. 1347-1358. DOI: 10.1056/NEJMr1814259.
15. Zia A., Aziz M., Popa I., Khan S.A., Hamedani A.F., Asif A.R. Artificial Intelligence-Based Medical Data Mining // *Journal of Personalized Medicine*. 2022. Vol. 12(9). P. 1359. DOI: 10.3390/jpm12091359.
16. Mikolov T., Chen K., Corrado G., Dean J. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space // *Proceedings of Workshop at ICLR*. 2013. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cs.ubc.ca/~amuham01/LING530/papers/mikolov2013efficient.pdf> (дата обращения: 15.05.2024).
17. Subakti A., Murfi H., Hariadi N. The performance of BERT as data representation of text clustering // *J Big Data*, 2022. Vol. 9(1). P. 15. DOI: 10.1186/s40537-022-00564-9.
18. Kaitao S., Xu T., Tao Q., Jianfeng L., TieYan L. MpNet: Masked and permuted pretraining for language understanding // *Curran Associates, Inc.* 2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://proceedings.neurips.cc/paper/2020/file/c3a690be93aa602ee2dc0ccab5b7b67e-Paper.pdf> (дата обращения: 12.05.2024).
19. Tim vor der Brück, Marc Pouly. Text Similarity Estimation Based on Word Embeddings and Matrix Norms for Targeted Marketing // In *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*. 2019. Vol. 1. P. 1827–1836.
20. Saeed A. A. M., Taqa A. Y. Textual Plagiarism Detection Using Embedding Models and Siamese LSTM // *International Conference for Natural and Applied Sciences*, Baghdad, Iraq. 2022. P. 95-100.
21. Abiodun M., Absalom E., Abualigah L., Abuhajja B., Heming J. K-means clustering algorithms: A comprehensive review, variants analysis, and advances in the era of big data // *Information Sciences*. 2023. Vol. 622. P. 178-210.
22. Zhu L., Wennan W., Maoyi H., Maomao C., Yiyun W., Zhiming C. A N-gram based approach to auto-extracting topics from research articles // *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. 2022. Vol. 43. P. 1-10.
23. Cooshna-Naik, D. Exploring the Use of Tweets and Word Clouds as Strategies in Educational Research // *Journal of Learning for Development*. 2022. Vol. 9. P. 89–103.
24. Mehta V., Bawa S., Singh J. WEClustering: word embeddings based text clustering technique for large datasets // *Complex Intell Systems*. 2021. Vol. 7. P. 3211-3224.