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 = 0,686

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,349

№ 2 2019

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

МОСКВА «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» **18+**

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED
AND FUNDAMENTAL RESEARCH

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.
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 = 0,686.
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,349.

Учредитель, издательство и редакция:
НИЦ «Академия Естествознания»,
почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47.

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 Л.М. Байгузова
Корректор Е.С. Галенкина

Подписано в печать 06.02.2019
Дата выхода номера 06.03.2019

Формат 60х90 1/8
Типография
НИЦ «Академия Естествознания»
410035, г. Саратов,
ул. Мамонтовой, д. 5

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 9,75
Тираж 500 экз.
Заказ МЖПиФИ 2019/2

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки

Физико-математические науки

Медицинские науки

CONTENTS

УДК 553.2

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ФАЗЫ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ РАСПЛАВЛЕННЫХ МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Айдаралиев Ж.К., Кайназаров А.Т., Исманов Ю.Х., Абдиев М.С., Атырова Р.С.

Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Бишкек, e-mail: i_yusupjan@mail.ru

Проведен анализ влияния на минералогический состав базальтового расплава технологии получения и первоначального состава магматических горных пород. Исследования проводились для таких пород, как базальты и породы группы базальта – сиениты, алевролиты и мергели. Основные требования к сырью для производства супертонких волокон следующие: определенный химико-минералогический состав, низкая температура плавления, быстрая проварка и т.д. Указанные требования предопределили направленность исследований свойств базальтов и алевролита. Результаты петрографического анализа показали, что при высоких температурах физико-химическое взаимодействие минералов, входящих в состав базальтовых и алевролитовых пород, способствует возникновению новых фаз минерального состава гомогенного расплава. Силикатная масса электроплавленного базальта представлена в основном стеклом, в остальном это мелкие кристаллические образования, являющиеся результатом девитризации стекла. Минералогический состав базальтового расплава состоит из стеклофазы, порфировых выделений микролитов, рудных минералов, тридимита и волластонита. Такой состав расплава определяет высокие качественные характеристики супертонких волокон на основе алевролита и базальта. Однако необходимо учитывать, что минеральный состав базальтовых пород влияет на величину температуры, длительность технологического процесса плавки и на качество базальтового волокна.

Ключевые слова: базальт, алевролит, лейкобазальт, минерал, гомогенный расплав, шлиф

MINERALOGICAL PHASES FORMED DURING THE CRYSTALLIZATION OF MOLTEN IGNEOUS ROCKS

Aydaraliev Zh.K., Kaynazarov A.T., Ismanov Yu.Kh., Abdiev M.S., Atyrova R.S.

Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture named after N. Isanov, Bishkek, e-mail: i_yusupjan@mail.ru

The analysis of the influence of the technology of production and the initial composition of igneous rocks on the mineralogical composition of basalt melt was carried out. Studies have been conducted for rocks such as basalts and rocks of the basalt group – syenites, siltstones and marls. The main requirements for raw materials for the production of super-thin fibers are as follows: a certain chemical and mineralogical composition, a low melting point, fast procuring, etc. These requirements predetermined the focus of research on the properties of basalt and siltstone. The results of petrographic analysis showed that at high temperatures, the physicochemical interaction of minerals that make up the basalt and aleurolite rocks contributes to the emergence of new phases of the mineral composition of the homogeneous melt. The silicate mass of basalt melted by electricity is represented mainly by glass, remaining part of molten basalt is a small crystalline formation, which is the result of glass devitrization. The mineralogical composition of the basalt melt consists of a glass phase, porphyritic microlitic secretions, ore minerals, tridymite and wollastonite. Such a composition of the molten basalt determines the high quality characteristics of super-thin fibers based on aleurolite and basalt. However, it is necessary to take into account that the mineral composition of basalt rocks affects the temperature value, the duration of the smelting process and the quality of basalt fiber.

Keywords: basalt, aleurolite, leuco basalt, mineral, homogeneous molten rock, thin section of rock

Сырьем для получения минерального супертонкого волокна может служить целый ряд горных магматических пород, месторождения которых расположены на территории Кыргызской Республики. Это в первую очередь базальты и породы группы базальта – сиениты, алевролиты и мергели.

Основные требования к сырью для производства супертонких волокон следующие: определенный химико-минералогический состав, низкая температура плавления, быстрая проварка и т.д.

Всем указанным требованиям соответствуют базальтовые и алевролитовые породы.

К основным минералам, входящим в состав базальтовых пород, относятся пироксены, плагиоклазы, магнетиты, оливины и др. Кроме основных минералов минералогический состав базальтовых пород формируют и другие минералы, содержание которых мало, но тем не менее они влияют на свойства базальтового расплава и качество волокна из него [1–3].

Целью представленной работы являлось исследование влияния состава исходного сырья на формирование характеристик минералогического состава базальтового расплава, обеспечивающих гомогенную фазу [4, 5].

Минералогические составы исходного базальтового сырья и его расплава

Исследования минералогических составов базальта и его расплава проводились на лабораторной базе Государственного агентства по геологии и минеральным ресурсам при Правительстве Кыргызской Республики по следующей методике.

Контроль температурного режима плавления базальтовой породы осуществлялся интерферометрическим методом [6]. Петрографический анализ и фотосъемки (фотоснимки получены при 40-кратном увеличении) производились при помощи поляризационного микроскопа «Nikon» серии Optiphot2-pol (Япония). Петрографический анализ сводился, по сути, к кристаллооптическому методу, основанному на применении поляризованного света. При помощи вышеупомянутого микроскопа были изучены специально приготовленные препараты – шлифы. Шлиф представляет собой срез (пластинку) горной породы толщиной около 0,03 мм, наклеенный на стекло. С обратной стороны на пластинку наклеивается тонкое покровное стекло, предохраняющее ее от загрязнения. При изготовлении шлифов в качестве клея используют канадский бальзам. Данный метод анализа дает точное представление о минеральном составе и структуре горных пород, об объемном соотношении минералов, о размерах и количестве областей, занимаемых различными минералами. Для исследований брались образцы базальта с месторождений Кашка-Суу и Сулуу-Терек, а также алевролиты с месторождения Таш-Булак.

На рис. 1–3 показаны микроструктуры образцов базальта и его расплавов.

На основе результатов поляризационного анализа определен минералогический состав базальтов месторождений Кашка-Суу и Сулуу-Терек.

Минералогический состав базальта Кашка-Суу можно охарактеризовать следующим образом: в основной массе порода интенсивно карбонатизирована с равномерным распределением криптокристаллического кальцита и хлорита. Порфировые выделения полностью замещены хлоритом, карбонатом и гидроокислами железа (гематитом). Размеры порфировых выделений до ~1,5 мм в длину. Карбонаты развиваются также по трещинам в породе, образуя микропросечки мощностью до ~0,4 мм. К микропросечкам кальцита привязаны выделения гематита. Среди основной массы просматриваются зерна плагиоклазов, на долю которых приходится ~60 % объема шлифа (рис. 1).

В минеральном составе базальта месторождения Сулуу-Терек основная масса породы имеет апоинтерсертальную структуру, сложенную из грубо ориентированных лейст плагиоклаза основного состава, в интерстициях которых развиты хлорит, пироксен и рудные минералы. Хлорит образовался, вероятно, за счет девитрификации первичного вулканического стекла. Размер лейст плагиоклазов до ~0,5 мм в длину. На долю порфировых выделений приходится до ~10 % объема шлифа. Порфировые выделения представлены отдельными зернами пироксена (авгита), плагиоклаза, иддингсита (продукт изменения оливина), а также их кучными скоплениями. Наблюдается миндалина овальной формы, выполненная крупными зернами кальцита (в поле шлифа попала одна миндалина). Размер миндалины до ~2,8 мм. Размеры порфировых выделений пироксенов до ~1,6 мм, плагиоклазов до ~1,1 мм, иддингсита до ~ 1,5 мм в длину (рис. 1–2).

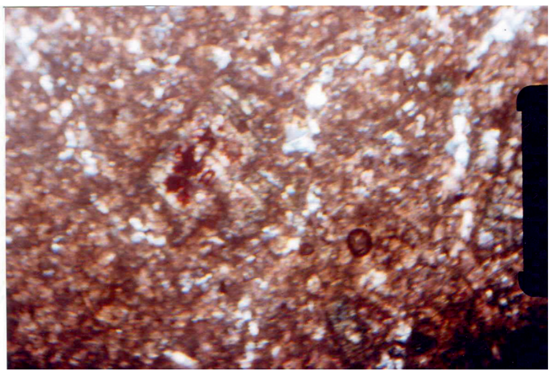


Рис. 1. Лейкобазальт месторождения Кашка-Суу. Здесь порфировые выделения (пироксены) замещены карбонатом, гематитом и хлоритом

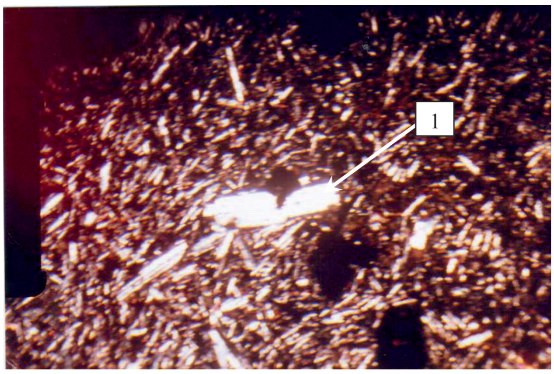


Рис. 2. Миндалекаменный базальт месторождения Сулуу-Терек: 1 – порфировые выделения плагиоклаза в основной массе (основная масса – лейсты плагиоклаза)

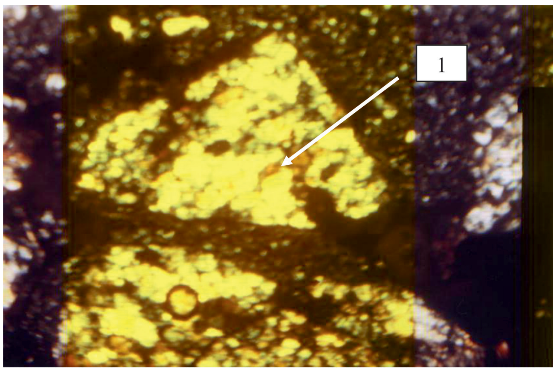


Рис. 3. Расплав миндалекаменного базальта месторождения Сулуу-Терек: 1 – микролиты

В минералогическом составе базальтового расплава основная масса шлифа представлена мелкими (менее 0,02 мм) беспорядочно расположенными осколками кварца, погруженными в стекло бурого и желтовато-зеленого цвета. Порфировые выделения, на долю которых приходится ~70 % объема шлифа, представлены оплавленными агрегатами, состоящими из кварца. В агрегатах по трещинкам развивается стекло (рис. 3). Размер порфировых выделений до ~ 5 мм.

В структуре базальта месторождения Кашка-Суу имеется порфировая составляющая. В структуре базальта месторождения Сулуу-Терек имеются порфировая, гломеропорфировая, миндалекаменная составляющие, а в его гомогенном расплаве – порфировая составляющая.

Количественные характеристики минералогического состава базальта и его расплава приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что лейкобазальт Кашка-Суу содержит в основном (до 80 %) полевые шпаты, кальцит и рудные минералы (до 10 %).

Миндалекаменный базальт Сулуу-Терекского месторождения содержит около 80 % плагиоклаза и 10–15 % рудных минералов. За счет высокотемпературных физико-химических взаимодействий этих минералов в расплаве происходят порфировые выделения и появляются микролиты (около 75 %), а также формируется стеклофаза – 20 %.

Базальтовый расплав, подвергаясь высокотемпературному воздействию, переходит в жидкую фазу минералов, составляющих базальтовые массы, а при медленном охлаждении превращается в мелкозернистый кристаллический материал, обладающий высокой механической прочностью и химической стойкостью.

Для проведения анализа были выбраны шлифы из алевролитового базальта по горизонтали (шлиф 1) и по вертикали (шлиф 2).

Результаты исследования шлифов по горизонтали (шлиф 1) алевролитово-базальтового состава представлены на рис. 4–5: структура псаммито-псефитовая, в местах соприкосновения обломки плотно прилегают друг к другу.

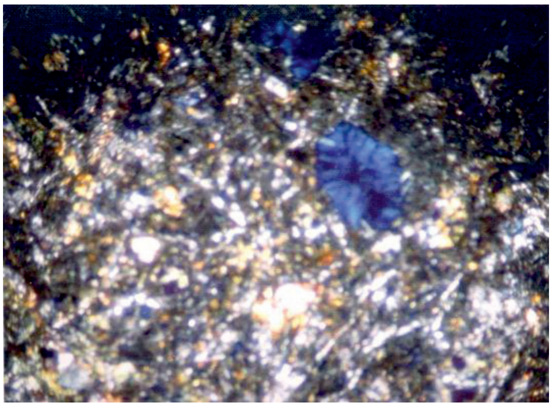


Рис. 4. Шлиф. Увеличение 40, николи X

Рис. 5. Шлиф. Увеличение 40, николи II

Из рис. 4–5 видно, что алевролитовое сырье сложенослабо окатанными и угловатыми обломками различных пород и минералов – базальтов, андезитов, спилитов, долеритов, трахитов, пироксена, хлорита, кварца, полевых шпатов, микрокварцитов, вулканического стекла серого и буро-зеленоватого цвета. Обломки андезитов заполнены пылевидными рудными минералами (тонкораспыленным гематитом и бурыми окислами железа). Спилиты характеризуются беспорядочным расположением лейст плагиоклазов, интерстиции между которыми заполнены хлоритом, пироксенами. Основная масса трахитов состоит из сферолитов калиевого полевого шпата, между которыми виден хлорит. Полевые шпаты имеют полисинтетическое двойникование – замещаются хлоритом, эпидотом, пелитоморфным глинистым веществом. Пироксены часто замещаются хлоритом. Вторичные образования – карбонаты, эпидот, цоизит, лейкоксен.

Исследования структуры алевролитов под микроскопом дают следующую картину (табл. 1): в целом для алевролитов характерна пелитовая структура – основной компонент кварц – до 70 %, хлорит – до 15 %, пироксены – 2–3 %, полевые шпаты – до 10 %, серицит – до 5 % и карбонаты – до 15 %.

В табл. 1 приведены характеристики минерального состава алевролитовых базальтов, добываемых на различных месторождениях Кыргызстана и используемых в качестве сырья для производства супертонких волокон.

Для обоснования изменения минералогического состава базальта в процессе перехода от твердого состояния в жидкую расплавленную фазу, с помощью газоэлектрического и электрического расплавления с постепенным последующим охлаждением, проведено исследование минералогического состава базальтовых расплавленных масс.

В отличие от первоначального минералогического состава базальтовой массы, в расплаве плагиоклаз в основном переходит в порфировые структуры, рудные минералы по содержанию уменьшаются с образованием центров кристаллизации, а остальные компоненты входят в состав стеклофазы (например, пироксен и кальцит).

Из рис. 3 и 4 видно, что в процессе плавления базальта миндалины, состоящие из кальцита, преобразуются в белые включения микролитов. По нашему мнению, полученная структура близка по свойствам и составу к волластониту. То есть увеличение содержания кальцита способствует формированию волластонита и обеспечивает игольчатую кристаллическую структуру расплава. Поэтому степень аморфности и кристалличности расплава зависит не только от рудного минерала, но и от содержания кальцита.

На основании данных микроскопического анализа (табл. 2) можно сделать вывод, что силикатная масса электроплавленного базальта представлена в основном стеклом, в остальном это мелкие кристаллические образования, являющиеся результатом девитризации стекла.

Таблица 1

Минералогический состав различных месторождений базальта

№ Минералы и соединения	Процентное содержание в породе, %		
	лейкобазальт (Кашка-Суу)	миндалекаменный базальт (Сулуу-Терек)	алевролитовый базальт (Таш-Булак)
Кварц	–	–	60
Хлорит, рудные минералы	10–20	10–15	<15
Пироксен	–	5	2–3
Полевой шпат	60	–	<10
Серицит		–	<5
Кальцит	20	5	<15
Плагиоклаз	–	75–80	–
Илденгсит	–	1	–
Порфировое выделение плагиоклазов	–	4	–

Таблица 2

Фазовый состав электроплавленного базальта

Наименование фаз и минералов	Содержание фаз, %	
	1 проба	2 проба
Стеклофаза	98	94–96
Тридимит	1	1–2
α-кордиерит	–	1
Битовнит	–	сл
Девитрит	–	сл
Корунд	–	сл
Волластонит	–	2–3
Меллорит	1	–

В отличие от пробы 2, в пробе 1 кристаллическая фаза представлена в объеме до 2 % и только тридимитом и меллоритом.

Следовательно, минералогический состав базальтового расплава состоит из стеклофазы, порфировых выделений микролитов, рудных минералов, тридимита и волластонита.

В процессе электроплавки базальта наблюдается появление искусственного минерала – волластонита. Содержание волластонита в расплаве не превышает 1–3 %.

Выводы

1. Петрографический анализ показал, что минералогический состав базальтовых пород, применяемых для получения минеральных волокон, слагается из железистомагнезиальных силикатов (полевых шпатов, хлорита и пироксенов), алюмосиликатов (плагиоклазов и иддингсита), кальцита, рудных минералов (магнетита и ильменита), кварца и других минералов.

2. Минеральный состав базальтовых пород влияет на величину температуры, длительность технологического процесса плавки и на качество базальтового волокна. Учитывая разнообразие базальтов, следует научно обоснованно подходить к выбору базальтового сырья и технологиям производства из него волоконных материалов.

3. Минералогический состав расплава отличается от состава первоначального сырья – за счет физико-химических взаимодействий при высоких температурах в нем формируются несколько искусственных фаз минералов.

Список литературы

1. Ормонбеков Т.О. Технология базальтовых волокон и изделия на их основе. Бишкек: Технология, 1997. 122 с.

2. Ормонбеков Т.О. Техника и технология производства базальтовых волокон. Бишкек: Илим, 2009. 252 с.

3. Абдыкалыков А.А., Айдаралиев Ж.К., Дубинин Ю.Н., Кайназаров А.Т. Перспективы применения плазматрона для плавильной печи базальта // Вестник КГУСТА. 2016. Т. 4. № 54. С. 29–34.

4. Ормонбеков Т.О., Байсалов Э.А., Дубинин Ю.Н. Технология, оборудование и производство базальтовых волокон электрическим плавлением пород. Бишкек: Илим, 2010. 96 с.

5. Попенко И.В., Шевченко О.Г. Волокна и теплоизоляционные материалы на их основе. Киев: Укр. НИИНТИ, 1985. 32 с.

6. Ismanov Y.Kh., Tynyshova T.D., Aidaraliev Z.K. Wide-range holographic interferometer. Optical Engineering. 2018. V. 57. No. 12. 124106. DOI: 10.1117/1.OE.57.12.124106.

УДК 681.518.5

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПУНКТОВ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Аунг Чжо Мьо, Высочкин А.В., Кокин В.В., Чжо Зин Лин, Портнов Е.М.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва, e-mail: evgen_uis@mail.ru

В статье представлены требования к созданию перспективных систем телемеханики в соответствии со стандартами МЭК 870-5-104 (101). Проведен анализ структуры и параметров устройств контролируемых пунктов, построенных на разных принципах с учетом следующих факторов: время передачи сообщения по каналу связи, наработка на отказ одного модуля, дискретность передаваемых меток времени, «поддержка» международных протоколов. Рассмотрены различные структуры рассредоточенного контроллера устройства контролируемого пункта для цифровых подстанций. Предложена обобщенная структура устройства контролируемого пункта, включающая рассредоточенные контроллеры силовых ячеек и резервированное ядро. Предложенная структура позволяет строить высоконадежные устройства контролируемых пунктов (КП) с рассредоточенной структурой контроллеров, устанавливаемых в силовых ячейках, и обеспечивает: однозначную фиксацию «событий», зафиксированных не только в разных силовых ячейках одного устройства КП, но и в разных КП, сопряженных с центральной приемо-передающей станцией (ЦППС) разными типами каналов связи; выполнение всех процедур, регламентируемых стандартами, при приеме и выводе команд телеуправления; выполнение требований стандартов и нормативных документов по времени сбора и доставки в ЦППС всех типов информации; возможность построения резервированных структур.

Ключевые слова: система телемеханики, контролируемый пункт, контроллеры, цифровая подстанция, резервирование, протокол, надежность

IMPROVEMENT OF CONTROLLED ITEMS STRUCTURE FOR REMOTE CONTROL SYSTEMS

Aung Kyaw Myo, Vysochkin A.V., Kokin V.V., Kyaw Zin Lin, Portnov E.M.

National Research University of Electronic Technology, Moscow, e-mail: evgen_uis@mail.ru

The article presents requirements for the creation of advanced telemechanics systems in accordance with IEC 870-5-104 (101) standards. The analysis of the structure and parameters of the devices of the monitored points based on the following principles is made, taking into account the following factors: the time of the message transmission through the communication channel, the time between failures of one module, the discreteness of the transmitted time stamps, and the «support» of international protocols. Various structures of the distributed controller of the device of the controlled point (CP) for digital substations are considered. A generalized structure of the device of the controlled point is proposed, including distributed controllers of power cells and a redundant core. The proposed structure makes it possible to build highly reliable devices of control points with a distributed structure of controllers installed in power cells and provides: unambiguous fixation of «events» fixed not only in different power cells of one device of the CP, but also in different CP interfaced with the central receiving a transmitting station (CRTS) with different types of communication channels; the implementation of all procedures regulated by the standards, when receiving and outputting telecontrol commands; compliance with the requirements of standards and regulations on the time of collection and delivery to the CRTS of all types of information; the possibility of building redundant structures.

Keywords: remote control system, controlled item, controllers, digital substation, redundancy, protocol, reliability

В настоящее время основой создания перспективных систем телемеханики является: доступность современной микропроцессорной элементной базы; использование высокоскоростных цифровых каналов связи для информационного обмена между пунктом управления – центральной приемо-передающей станцией (ПУ-ЦППС) и контролируемыми пунктами (КП); применение общепринятых международных протоколов по стандарту МЭК 870-5-104 (101) [1, 2].

Отмеченные факторы, облегчающие создание перспективных систем телемеханики, сочетаются с новыми требованиями, которые усложняют решение задачи: увеличение не менее чем втрое объема измерительной информации; замена традиционных датчиков аналоговых сигналов – нормирующих преобразователей многофункциональными цифровыми преобразователями (ЦП); интеграция в систему телемеханики информационных, управляющих и измерительных каналов устройств защиты и автоматики (УЗА); использование счетчиков электрической энергии (СЧ) не только в качестве источников интегральных значений измеряемых параметров – энергии, мощности, но и для телеизмерения текущих параметров – тока, напряжения; необходимость регистрации системы телемеханики в реестре средств измерительной техники [3–5].

Микропроцессорная элементная база позволяет перенести «интеллект» системы не только с уровня ЦППС в контролируемые пункты, но и с уровня КП в функциональные модули. Принцип «рассредоточения интеллекта» выгодно отличает профессиональные системы телемеханики от суррогатных, построенных на программно-логических контроллерах (ПЛК) [4, 6]. Основу ПЛК составляют универсальные модули циклического ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, а аппаратура и программы обработки, проверки достоверности, привязки информации к меткам времени сконцентрированы в «центре». ПЛК, изначально ориентированные на применение в комплексах технических средств локальных информационно-управляющих систем, все чаще позиционируются их производителями как безальтернативные составляющие телемеханических систем [6]. В значительной степени активное внедрение ПЛК в системы телемеханики стало возможным благодаря тому, что переход на современную элементную базу совпал с практическим исключением расчетных показателей системной достоверности, надежности, быстродействия, целостности информации из числа параметров, определяющих качество изделий. Вместо них используются никак не связанные с реалиями рекламные показатели: время передачи сообщения по каналу связи, наработка на отказ одного модуля, дискретность передаваемых меток времени, «поддержка» общепринятых международных протоколов [7].

Настоящий материал ограничивается анализом, с учетом указанных факторов, структуры и параметров основной составляющей систем телемеханики – устройств КП, построенных на разных принципах. Устройства КП для подстанций (ПС) реализуются по сосредоточенной, рассредоточенной или комбинированной структуре. Базовый вариант устройства КП сосредоточенной структуры приведен на рис. 1.

При реализации сосредоточенной структуры КП цепи связи со всеми источниками и приемниками информации подводятся к общему конструктиву. Для всех компонентов КП используются общие: источник питания (формирователь всех требуемых видов напряжения питания), центральный контроллер – супервизор, регулирующий информационный обмен по внутренней магистрали (интерфейсу), со всеми функциональными модулями, включенными в состав КП, а также одно- или многоканальный адаптер связи (модем) КП с устройством ЦППС или другим КП – ретранслятором. Набор типов и числа модулей КП определяется требуемым объемом информации и возможностями используемых модулей.

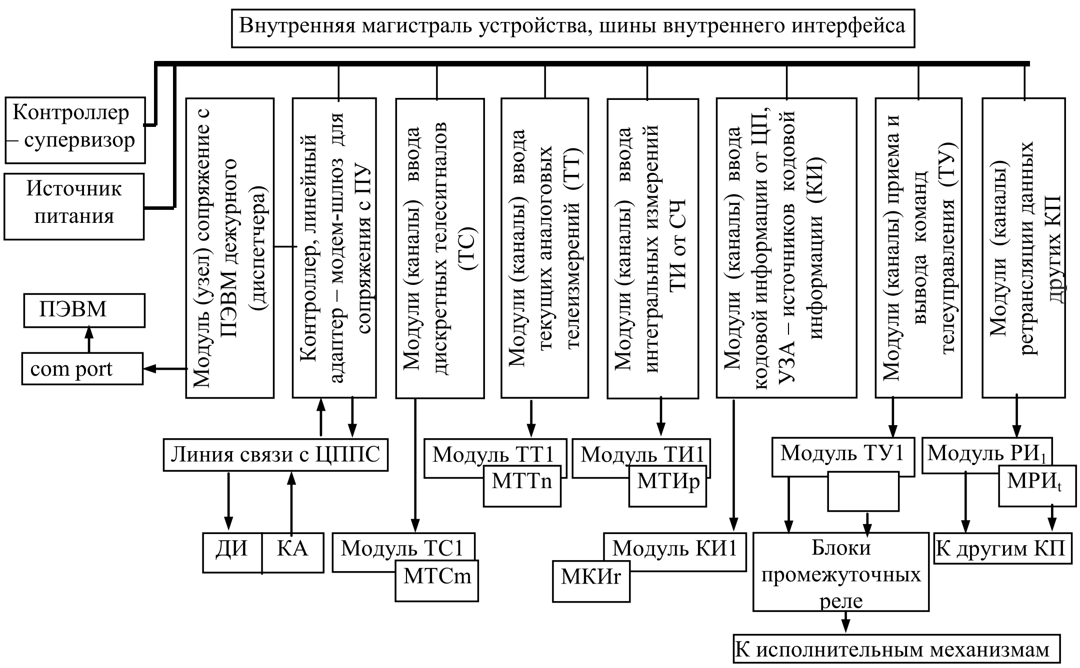


Рис. 1. Структура сосредоточенного устройства КП: ЦП – цифровой многофункциональный преобразователь в кодовые сообщения телеизмерений текущих (ТТ) значений токов, напряжений, мощности; УЗА – устройство защиты и автоматики; СЧ – счетчик электрической энергии – преобразователь в кодовые значения телеизмерений интегральных (ТИ) значений энергии, а также ТТ значений токов, напряжений, мощности; ДИ – диагностическая информация; КА – коэффициенты адаптации устройства в соответствии с условиями применения

Характерными особенностями сосредоточенной структуры КП являются: относительно малый общий объем и стоимость аппаратуры, простота обслуживания.

Сокращение общего объема аппаратуры обеспечивается за счет: уменьшения суммарного числа конструкций устройства; возможности использования функциональных модулей с большим числом каналов ввода или вывода информации и, следовательно, уменьшением общего их числа для требуемого объема информации КП; использования общих для всего устройства центральных процессоров (супервизоров), модемов, источников питания.

Упрощение обслуживания обеспечивается возможностью введения более глубокой диагностики устройства в целом, уменьшением количества аппаратуры. Необходимо отметить, что для комплектных подстанций (ПС), в состав силовых ячеек которых включаются компоненты систем телемеханики, использование сосредоточенных структур устройств КП невозможно. Поэтому далее будет проведен анализ рассредоточенных структур. Базовая рассредоточенная структура устройства КП показана на рис. 2.

Устройство состоит из ядра и рассредоточенных контроллеров, соединенных с ядром одной или несколькими магистралями. В ядро включается аппаратура, которая, с одной стороны, используется всеми рассредоточенными контроллерами, а с другой стороны, не входит в состав отдельных силовых ячеек.

Выполнение рассредоточенных контроллеров может принципиально различаться. Приведем несколько вариантов реализации рассредоточенных контроллеров. Первый вариант структуры контроллера силовой ячейки ПС представлен на рис. 3. Он характерен тем, что контроллер является законченным изделием и построен по принципам, аналогичным построению сосредоточенного устройства.

Модули рассредоточенного контроллера могут выполняться многофункциональными, совмещающими функции двух и более модулей, приведенных на рис. 3. Альтернативный вариант рассредоточенного контроллера № 2, показанный на рис. 4, отличается тем, что в нем функции модулей возложены на устройства, встроенные в силовую ячейку: УЗА, ЦП, СЧ.

Недостатком приведенного варианта по сравнению с контроллером, приведенным на рис. 2, является невозможность фиксации данных, не связанных с базовыми устройствами: УЗА, ЦП, СЧ. Для построения рассредоточенных контроллеров могут использоваться также комбинации вариантов № 1 и 2. В общем, устройства КП с рассредоточенными контроллерами характеризуются: резким уменьшением кабельно-проводниковой продукции и объема монтажных работ; большой заводской готовностью оборудования ПС; увеличением суммарного объема оборудования.

Рис. 2. Структура рассредоточенного устройства КП для ПС

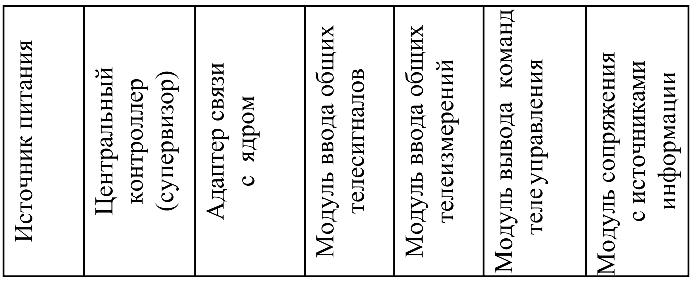


Рис. 3. Вариант № 1 структуры рассредоточенного контроллера устройства КП для ПС

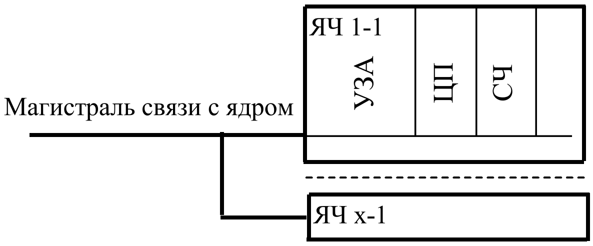


Рис. 4. Вариант № 2 оборудования рассредоточенной ячейки КП

В качестве конкурентного параметра варианта КП с рассредоточенными контроллерами обычно указывается также повышение живучести устройства в целом, так как выход из строя оборудования одной ячейки не приводит к выходу из строя остального оборудования. Но при этом не учитываются риски неработоспособности всего устройства КП при выходе из строя ядра устройства, общего источника питания.

Авторами предлагается вариант альтернативной структуры устройства КП, приведенный на рис. 5. Устройство КП состоит из рассредоточенных контроллеров силовых ячеек и резервированного ядра. В состав силовой ячейки включается набор «стандартных» устройств – УЗА, ЦП, СЧ, тип и число которых определяется проектом. С помощью ЯСД обеспечивается параллельная подача сигналов от датчиков в УЗА и контроллер силовой ячейки (КСЯ). КСЯ одновременно с вводом данных формирует относительную метку времени.

Для предложенной структуры ввод данных от датчиков совмещается с формированием биимпульсного условно корреляционного кода, а также с проведением динамического диагностического контроля и введением помехоустойчивого кодирования [8–10]. В результате формируется сообщение с кодовым расстоянием 8 [1, 7]. КСЯ разделяет все виды информации на оперативную и неоперативную составляющие. Кроме указанного сообщения с относительными метками времени всех «событий», КСЯ формирует оперативную составляющую информации, которая не сопровождается метками времени и доставляется в приемник с минимальной задержкой [3, 8].

Кроме стандартных аварийных цепей управления исполнительным механизмом (ИМ), создаваемыми УЗА, КСЯ образует обходные цепи телеуправления (ОЦТУ), с помощью которых реализуются все оговоренные стандартами процедуры обеспечения максимального значения интегральной достоверности, которой также учитывается надежность, помехоустойчивость и быстродействие [7].

Для упрощения процедур вызова и получения информации КСЯ запоминает типы команд вызова данных и периодичность вызовов в режиме начальной инициализации, после чего автономно реализует установленные процедуры. Получаемые и форматированные данные КСЯ направляет в ядро устройства КП.

Для обеспечения резервирования трасс доставки данных в ядро, в КСЯ вводится два независимых канала вывода данных – радиальный канал типа «точка – точка» («токовая петля») и магистральный канал RS-485 с передачей данных в протоколе HDLC [3, 5].

При такой структуре резервированное ядро устройства КП остается работоспособным при выходе из строя любого компонента.

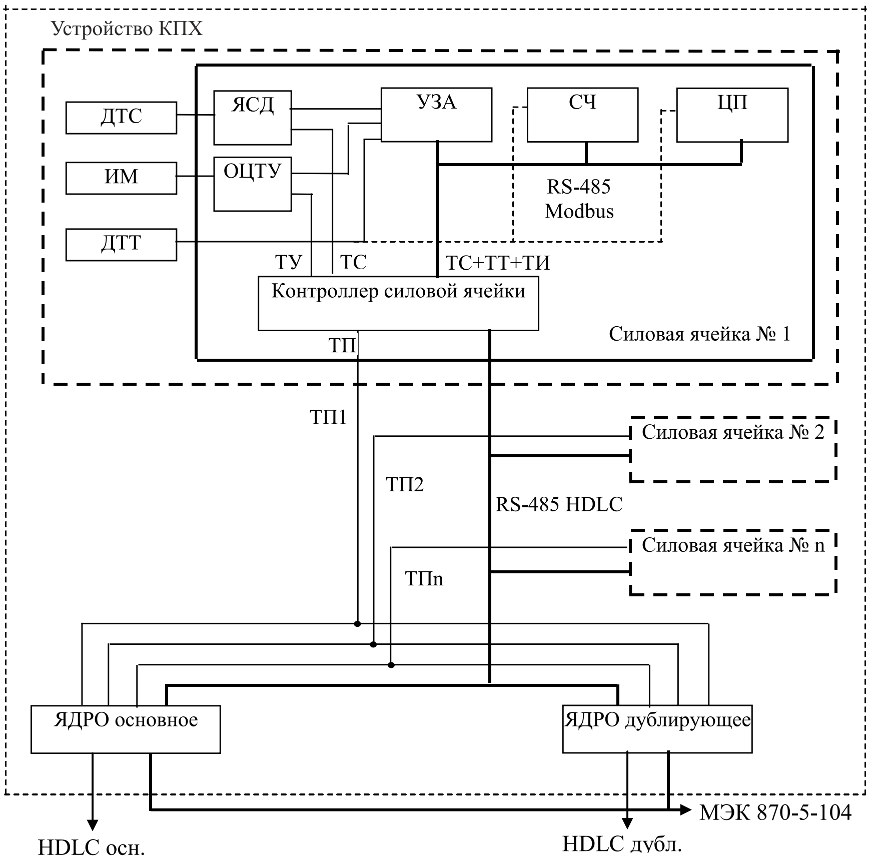


Рис. 5. Предложенный вариант устройства КП с рассредоточенными контроллерами

Заключение

Предложенная структура позволяет строить высоконадежные устройства КП с рассредоточенной структурой контроллеров, устанавливаемых в силовых ячейках, и обеспечивает: однозначную фиксацию «событий», зафиксированных не только в разных силовых ячейках одного устройства КП, но и в разных КП, сопряженных с ЦППС разными типами каналов связи; выполнение всех процедур, регламентируемых стандартами, при приеме и выводе команд телеуправления; выполнение требований стандартов и нормативных документов по времени сбора и доставки в ЦППС всех типов информации; возможность построения резервированных структур с минимальной корреляцией между резервирующими частями устройства КП.

Список литературы

1. Han G., Xu B. IEC 61850-based open communication system of advanced distribution automation Dianwang Jishu. Power System Technology. 2011. Vol. 35. Issue 4. P. 183–186.

2. Li L., Miao P., Wang J. Analyze and implementation of substation automation system base on IEC 61850 standard. Power System Technology. 2006. 30 (S1). P. 321–324.

3. Портнов Е.М., Высочкин А.В., Кокин В.В. К вопросу оценки качества АСУТП в энергетике // Энергосбережение и эффективность в технических системах: материалы IV Международной научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов (г. Тамбов, 10–12 июля 2017 г.). Тамбов: ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», 2017. С. 411–412.

4. Баин А.М. Новые теоретические подходы к созданию многофункциональных систем управления в энергетике повышенной достоверности // Фундаментальные исследования. 2014. № 3–4. С. 701–705.

5. Баин А.М., Чжо З.Е. К вопросу повышения эффективности использования базового протокола в соответствии со стандартом МЭК 870-5-101 // Интернет-журнал Науковедение. 2013. № 5 (18). С. 22.

6. Баин А.М. К вопросу эффективного использования протоколов передачи информации в системах обеспечения энергоэффективности // Вести высших учебных заведений Черноземья. 2013. № 2. С. 60–63.

7. Чжо Зо Е, Чжо Зин Лин, Портнов Е.М., Лисов О.И., Баин А.М. Оценка эффективности информационно-управляющих телемеханических комплексов, использующих протокол IEC 60870-5-101 (104) // Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе: мат-лы XLIV Междун.конф. (Гурзуф, 22 мая – 01 июня 2015 г.). М.: ООО «Институт новых информационных технологий», 2015. С. 166–172.

8. Дубовой Н.Д., Слюсарь В.В., Теплова Я.О. Методика определения реального быстродействия информационно-управляющих систем в энергетике // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. 2012. № 3. С. 8–12.

9. Портнов Е.М., Дубовой Н.Д., Слюсарь В.В., Сидоренко Н.И. Методика обеспечения высокого уровня интегральной достоверности систем управления в энергетике // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. 2012. № 3. С. 13–17.

10. Дубовой Н.Д. Повышение достоверности управляющих сигналов в радиорелейных линиях связи // Известия вузов. Электроника. 2009. № 3. С. 90–92.

УДК 681.5(575.2)

МАТРИЧНАЯ МОДЕЛЬ И ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СФЕРЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ КЫРГЫЗСТАНА

Бийбосунов Б.И., Курманбек уулу Т., Юсупов К.М.

Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек, e-mail: bbolotbek@mail.ru

В работе ставятся задачи по оптимизации количественного и качественного состава системы государственной кадровой службы Кыргызской Республики. Рассмотрены вопросы применения теории и методов математического моделирования и информационных технологий к задачам повышения эффективности организации и управления государственной службы в КР. Разработана матричная модель для количественного анализа государственных служащих в Кыргызстане, которая опирается на известную модель межотраслевого баланса затраты – выпуск. Применяются методы корреляционно-регрессионного анализа и сглаживания временных рядов для прогноза в сфере государственной службы страны. Построены линейные и нелинейные прогнозные модели для анализа и прогноза количественного состава государственных служащих. На основе прогнозных моделей повторно формулируется постановка и решение балансовой модели для государственной службы. Во второй части статьи на основе разработанных математических моделей проектируется и создается информационная система. Разработанная информационная система позволяет автоматизировать задачи, связанные с постановкой и решением вопросов оптимизации как количественного состава госслужащих, так и оптимизации заработной платы в сфере государственной службы. Данная автоматизированная информационная система прошла апробацию в системе государственной службы, в частности в Государственной кадровой службе Кыргызской Республики.

Ключевые слова: матричная модель, информационная система, балансовая модель, корреляционно-регрессионный анализ

MATRIX MODEL AND INFORMATION SYSTEM FOR THE SPHERE OF STATE SERVICE OF KYRGYZSTAN

Biybosunov B.I., Kurmanbek uulu T., Yusupov K.M.

Kyrgyz State University named after I. Arabaev, Bishkek, e-mail: bbolotbek@mail.ru

The work sets the task of optimizing the quantitative and qualitative composition of the state personnel service system of the Kyrgyz Republic. The issues of the application of the theory and methods of mathematical modeling and information technology to the tasks of improving the efficiency of the organization and management of the public service in the Kyrgyz Republic are considered. A matrix model has been developed for the quantitative analysis of civil servants in Kyrgyzstan, which is based on the well-known model of intersectoral input-output balance. The methods of correlation and regression analysis and smoothing of time series are used for forecasting in the sphere of public service of the country. Linear and nonlinear forecast models are constructed for analyzing and forecasting the quantitative composition of government employees. Based on the forecast models, the formulation and solution of the balance model for the state-shock service is re-formulated. In the second part of the article, an information system is designed and created on the basis of the developed mathematical models. The developed information system allows you to automate the tasks associated with the formulation and resolution of issues of optimization of both the quantitative composition of civil servants and the optimization of wages in the public service. This automated information system has been tested in the civil service, in particular, in the State Personnel Service of the Kyrgyz Republic.

Keywords: matrix model, information system, balance model, correlation and regression analysis

Рассмотрим вопросы применения теории и методов математического моделирования к задачам повышения эффективности организации и управления государственной службы в Кыргызской Республике.

Данная работа состоит из двух частей. В первой рассматриваются вопросы количественного анализа и прогноза общей численности государственных служащих, и на этой основе разрабатывается вероятностная балансовая математическая модель в сфере госслужбы, а также строятся линейные и нелинейные прогнозные модели. Вторая часть исследования связана с разработкой информационной системы, которая нацелена на оптимизацию количественного состава государственной службы и соответствующей заработной платы государственных служащих, с применением соответствующих математических моделей. Таким образом, ставится задача оптимизации количественного кадрового состава государственной службы и выбора оптимальной заработной платы для повышения эффективности работы госслужащих.

Как известно, одним из основных разделов экономико-математического моделирования является построение балансовых моделей для экономических явлений, процессов и объектов. Эти модели основаны на хорошо известном методе баланса, то есть методе взаимного сравнения и сопоставления имеющихся материальных, трудовых и финансовых ресурсов и их потребностей [1]. При описании экономической системы в целом модель баланса относится к системе уравнений, каждое из которых выражает требование баланса между объемом продукции, производимой отдельными экономическими субъектами, и общим спросом на эту продукцию. Вместо понятия продукт введем более общее понятие – ресурс, и под балансовой моделью будем понимать систему уравнений, которая удовлетворяет требованиям соответствия между наличием определенного ресурса и его использованием.

Как мы знаем, балансовые модели строятся в виде числовых матриц, и в связи с этим их относят к тому типу моделей, которые называются матричными. В матричных моделях балансовый метод получает строгое математическое выражение. Несмотря на многообразие и специфику балансовых моделей, их объединяет не только общий формальный (матричный) принцип построения и единство системы расчетов, но и аналогичность ряда экономических характеристик. Рассмотрим наиболее распространенные задачи теории межотраслевого баланса (МОБ) и известные модели «затраты – выпуск» и применим их для задач количественного анализа и прогнозирования в сфере государственной службы [2].

Материалы и методы исследования

Если будем рассматривать государственную кадровую службу (далее ГКС) как отдельную систему, тогда можно применить теорию МОБ и построить балансовые модели, которые описывают состояние ГКС в стране.

Приведем сначала принципиальную схему МОБ (межотраслевой баланс) для ГКС и проведем следующие рассуждения и выкладки.

Пусть имеется n регионов (области и г. Бишкек) и количество государственных служащих (контингент ГКС). Пусть имеется m органов государственного управления и органов местного самоуправления (министерства, ведомства и их территориальные подразделения, областные и районные администрации, органы местного самоуправления (айыл окмоту, или сельские управы), можно добавить судебные органы, правоохранительные и т.д.). Пусть также задано количество уволенных из государственной службы или перешедших на другую работу. Тогда можно составить общереспубликанскую межведомственную и межрегиональную таблицу государственной службы (табл. 1).

В данной таблице в строках приведены семь областей и столица страны, в столбцах отражены министерства, ведомства и органы территориального и местного самоуправления. Понятно, что количество строк обусловлено существующим административно-территориальным делением. Понятно также, что количество столбцов балансовой таблицы можно варьировать в соответствии с имеющимися на сегодня органами государственного управления и существующим реестром государственных и муниципальных служащих.

Таблица 1

Межрегиональная и межведомственная таблица ГКС

Регион страны	Кол-во служащих (министерства)	Кол-во служащих (области)	Кол-во служащих (районы)	Кол-во служащих (айыл окмот)	Кол-во уволенных служащих
Бишкек Q_1	q_{11}	q_{12}	q_{13}	q_{14}	P_1
Чуйская область Q_2	q_{21}	q_{22}	q_{23}	q_{24}	P_2
Ошская область Q_3	q_{31}	q_{32}	q_{33}	q_{34}	P_3
Джалалабадская область Q_4	q_{41}	q_{42}	q_{43}	q_{44}	P_4
Иссыккульская область Q_5	q_{51}	q_{52}	q_{53}	q_{54}	P_5
Таласская область Q_6	q_{61}	q_{62}	q_{63}	q_{64}	P_6
Нарынская область Q_7	q_{71}	q_{72}	q_{73}	q_{74}	P_7
Баткенская область Q_8	q_{81}	q_{82}	q_{83}	q_{84}	P_8

Здесь приняты следующие обозначения: Q_1, Q_2 …Qn – численность государственных служащих по регионам; P_1, P_2, …Pn – количество уволенных госслужащих по регионам; q_{11} – численность госслужащих по региону 1 и министерству (ведомству) 1; q_{21} – численность госслужащих по региону 2 и министерству (ведомству) 1; в общем случае qij – численность госслужащих по i-му региону и j-му органу государственного управления. Для общего случая мы получим, следовательно n следующих уравнений:

$$\begin{aligned} Q_1 &= q_{11} + q_{12} + \ldots + q_{1m} - P_1, \\ Q_2 &= q_{21} + q_{22} + \ldots + q_{2m} - P_2, \\ &\ldots \\ Q_n &= q_{n1} + q_{n2} + \ldots + q_{nm} - P_n. \end{aligned} \quad (1)$$

Назовем систему уравнений (1) системой балансовых уравнений контингента государственных служащих. Данные уравнения указывают на то, что общее количество госслужащих по региону равно сумме госслужащих по всем органам управления за минусом уволенных с госслужбы. Теперь в нашу модель введем следующие коэффициенты:

$$a_{11} = \frac{q_{11}}{Q_1}, a_{12} = \frac{q_{12}}{Q_1}, \ldots,$$

$$a_{ij} = \frac{q_{ij}}{Q_j} (i = \overline{1,n}; j = \overline{1,m}), \quad (2)$$

которые выражают отношение числа госслужащих каждого органа управления к числу госслужащих соответствующего региона, т.е. мы получим уровень или коэффициент государственных служащих. Таким образом, наши коэффициенты a_{ij} как показатели уровня госслужащих по каждому органу управления и по каждому региону образуют следующую матрицу:

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2m} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1} & a_{n2} & \ldots & a_{nm} \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Используем теперь построенные соотношения (1), (2) и (3). Далее, применяя матричную форму записи

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \ldots \\ Q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}\ a_{12}\ \ldots\ a_{1m} \\ a_{21}\ a_{22}\ \ldots\ a_{2m} \\ \ldots\ldots \\ a_{n12} a_n\ \ldots\ a_{nm} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \ldots \\ Q_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \ldots \\ p_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

и вводя следующие обозначения:

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \ldots \\ Q_n \end{bmatrix} = Q, \quad \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \ldots \\ p_n \end{bmatrix} = p, \quad (5)$$

получим матричное уравнение следующего вида:

$$\mathrm{Q - AQ = p}. \quad (6)$$

Тогда из последнего уравнения имеем

$$\mathrm{(I - A)Q = p}. \quad (7)$$

Проведем несложные преобразования, умножая на величину $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ обе части уравнения (7), и окончательно получим

$$\mathrm{Q = (I - A)^{-1} p}. \quad (8)$$

Здесь I – единичная матрица, Q и p – векторы-столбцы.

Перейдем к построению балансовой модели вероятностного или прогнозного типа с применением методов сглаживания динамических или временных рядов и регрессионного анализа. Для решения поставленной задачи воспользуемся необходимыми статистическими данными по динамике численности госслужащих за последние 25 лет. Сведем эти данные в виде нижеследующей табл. 2.

По аналогии с табл. 1, здесь приняты следующие обозначения: q_{11} – численность госслужащих по региону 1 и министерству (ведомству) 1 по годам; q_{21} – численность госслужащих по региону 2 и министерству (ведомству) 1 по годам; в общем случае q_{ij} – численность госслужащих по i-му региону и j-му органу государственного управления по годам.

Приведенные данные позволяют перейти к прогнозным задачам, построению прогнозных моделей численности госслужащих с применением сглаживания временных рядов различными полиномами и разработкой линейных и нелинейных регрессионных моделей.

Анализ и сглаживание временных рядов

Располагая временными рядами по контингенту госслужащих, проанализируем путем сглаживания, как линейными, так и нелинейными методами. Далее получаем прогнозные модели, позволяющие создавать краткосрочные и среднесрочные прогнозы по численности госслужащих.

Таблица 2

Динамика численности государственных служащих

Годы	Кол-во служащих (министерства)	Кол-во служащих (области)	Кол-во служащих (районы)	Кол-во служащих (айыл окмот)	Кол-во уволенных служащих
1993	q_{11}	q_{12}	q_{13}	q_{14}	P_1
1994	q_{21}	q_{22}	q_{23}	q_{24}	P_2
1995	q_{31}	q_{32}	q_{33}	q_{34}	P_3
…	…	…	…	…	…
2017	q_{251}	q_{252}	q_{253}	q_{254}	P_{25}

Основными моделями для анализа и прогноза динамических рядов будут выступать следующие полиномиальные уравнения:

$$t = a_0 + a_1 t,$$

$$t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2,$$

$$. \; . \; . \; . \; . \; .$$

$$t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 + a_5 t^5. \quad (9)$$

Здесь t – ряды численности государственных служащих, t – временной период, коэффициенты полинома a_i – вычисляются в ходе анализа. При прогнозе временных рядов применяются 3-, 5-, 7-, 9-, 11-точечные схемы сглаживания. Программная реализация анализа и прогноза динамических рядов осуществлена на встроенном в операционную систему и офисный пакет языке VBA.

Далее рассмотрены основные регрессионные модели, которые построены с применением известного метода наименьших квадратов. Предложены следующие линейные и нелинейные модели для прогноза численности ГКС: линейная модель, параболическая модель, гиперболическая модель, степенная регрессионная модель, логарифмическая модель и модель показательной регрессии.

Как и для полиномиального сглаживания, осуществлена компьютерная реализация и составлены программы на языке VBA [3].

После анализа динамических рядов численности государственных служащих методами полиномиального сглаживания и регрессионного анализа переходим к исходным балансовым уравнениям и балансовой модели. Во всех соотношениях (1)–(8), касающихся балансовых моделей, входные данные представляют собой прогнозные значения, полученные по всем моделям (9). В результате получим вероятностные балансовые модели или прогнозные балансовые модели вида

$$Q - AQ = p,$$

$$Q = (I - A)^{-1} p, \quad (10)$$

где все параметры нашей матричной модели представляют собой прогнозные значения на заданный период времени.

Построенные балансовые модели контингента государственных служащих дают следующие результаты.

Решение моделей (10) для Q позволяет получить решение следующим образом: во-первых, определить оптимальную и рациональную численность госслужащих по всем регионам и органам управления; во-вторых, решение моделей относительно p позволяет определить уровень текучести в госслужбе. Помимо этого, созданные модели и полученные решения позволяют разработать различные варианты количества государственных служащих по регионам и органам управления.

К достоинствам предложенных балансовых моделей, помимо простоты и эффективности, можно отнести следующее.

Во-первых, считая все параметры модели зависящими от времени t, получим линейные или нелинейные функции от времени, в результате переходим от стационарных моделей к динамическим линейным или нелинейным балансовым моделям.

Во-вторых, имеем простой переход к оптимизационным задачам. Для этого один из параметров балансовой модели вычленяем и выбираем в качестве целевой функции (например, потребуем минимума уволенных госслужащих, т.е. минимизации текучести кадров), в этом случае сама балансовая матрица выступает в качестве условия ограничения, и в результате получим известную оптимизационную модель целочисленного программирования.

Результаты исследования и их обсуждение

На основе разработанных математических моделей, а также новой иерархии в системе государственной службы КР проектируется и создается информационная система (рис. 1). Основное назначение данной системы заключается в оптимизации как количественного состава госслужащих, так и оптимизации заработной платы в сфере государственной службы на основе новой сетки и системы грейдов. Подробно система грейдов в сфере оплаты труда изложена в работе [4]. В известных работах академика Д.А. Новикова приводятся современные системы не только оплаты труда, но модели и методы стимулирования труда [5, 6].

В нашей статье приведенные модели и информационная система опираются на современные системы оплаты труда. Как известно, создание эффективных систем стимулирования и оплаты труда является одной из центральных социально-экономических задач. Следует учитывать, что на уровень и принципы организации заработной платы государственных служащих влияют различные факторы. Отметим следующие факторы: производственные факторы, социальные факторы, рыночные факторы и институциональные факторы.

На сегодняшний день насчитывается большое число различных систем оплаты труда. Наиболее распространенные формы, модели и системы оплаты труда приведены в работе [7].

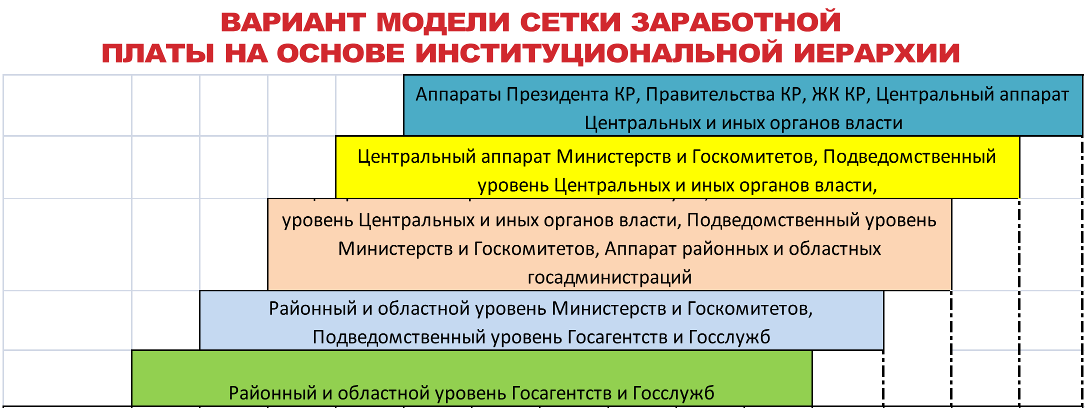
Предлагаемая информационная система включает в себя следующие основные блоки (рис. 2):

– блок «Разработка и корректировка штатного расписания», который позволяет создавать, формировать, редактировать и удалять штатные расписания любых органов государственного управления в Кыргызской Республике;

– блок «Выборка и группировка показателей» позволяет проводить численные эксперименты по количественным показателям органов государственного управления;

– блок «Настройка тренда категорий» позволяет проводить вычислительные эксперименты, математическое моделирование системы оплаты труда в сфере госслужбы КР.

Таким образом, осуществлена компьютерная реализация поставленных задач.



Категория\Шаг	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Высшая «А»	4,29	4,50	4,73	4,96	5,21	5,47	5,74	6,03	6,33	6,65	6,98	7,33	7,70	8,08
Высшая «Б»	3,30	3,46	3,64	3,82	4,01	4,21	4,42	4,64	4,87	5,12	5,37	5,64	5,92	6,22
Главная «А»	2,70	2,84	2,98	3,13	3,29	3,45	3,62	3,80	3,99	4,19	4,40	4,62	4,85	5,10
Главная «Б»	2,22	2,33	2,44	2,56	2,69	2,83	2,97	3,12	3,27	3,44	3,61	3,79	3,98	4,18
Старшая «А»	1,82	1,91	2,00	2,10	2,21	2,32	2,43	2,56	2,68	2,82	2,96	3,11	3,26	3,42
Старшая «Б»	1,49	1,56	1,64	1,72	1,81	1,90	1,99	2,09	2,20	2,31	2,42	2,55	2,67	2,81
Младшая «А»	1,22	1,28	1,35	1,41	1,48	1,56	1,63	1,72	1,80	1,89	1,99	2,09	2,19	2,30
Младшая «Б»	1,00	1,05	1,10	1,16	1,22	1,28	1,34	1,41	1,48	1,55	1,63	1,71	1,79	1,88

Рис. 1. Модель сетки заработной платы с многоуровневой иерархией

Рис. 2. Окно информационной системы (многоуровневая иерархия)

Заключение

В заключение отметим, что все поставленные в данной статье цели и задачи реализованы и решены. Предложены новые матричные модели для сферы государственной службы Кыргызстана. Составлены линейные и нелинейные прогнозные модели, которые можно также включать в матричные модели. Созданная информационная система позволяет проводить вычислительные эксперименты, численные расчеты и прогнозировать количественный состав государственных служащих. Спроектированная и разработанная автоматизированная информационная система была апробирована и прошла тестирование в Государственной службе КР.

Список литературы

1. Межотраслевой баланс – история и перспективы (доклады, статьи и материалы) // Международная научно-практическая конференция (г. Москва, 15 апреля 2010 г.). М.: ГУ «Институт макроэкономических исследований», 2011. 225 с.

2. Бийбосунов Б.И., Курманбек уулу Т., Асанбекова Н.О. Автоматизация экономических расчетов в сфере государственной службы КР: материалы Международной научной конференции, посвященной 80-летию КазНТУ им. Сатпаева // Вестник КазНТУ им. Сатпаева. Алматы, 2014. С. 12–16.

3. Бийбосунов Б.И., Курманбек уулу Т. Информационная система для оптимизации в сфере государственной службы КР // Авторское свидетельство (патент) № 538. Кыргызпатент. Бишкек, 2018.

4. KPI (Key performance indicator) [Electronic resource]. URL: http: //www.piter-soft.ru/automation/more/glossary/process / KPI / (date of access: 22.12.2018).

5. Новиков Д.А., Васильева О.Н., Засканов В.В., Иванов Д.Ю. Модели и методы материального стимулирования (теория и практика): монография. М.: ЛЕНАНД, 2007. 283 с.

6. Новиков Д.А., Заложнев Д.А. Модели систем оплаты труда: монография. М.: ПМСОФТ, 2009. 192 с.

7. Экономика труда: учебник / Под ред. проф. Ю.М. Кокина, проф. П.Э. Шлендера. М.: Магистр, 2010. 686 с.

УДК 621.438

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ МИКРОФАКЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ ПОМОЩИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

[1]Достияров А.М., [3]Умышев Д.Р., [2]Яманбекова А.К., [2]Катранова Г.С., [2]Ожикенова Ж.Ф.

[1]Казахский агротехнический университет им С. Сейфуллина, Астана, e-mail: dost51@mail.ru;

[2]Алматинский университет энергетики и связи, Алматы;

[3]Казахский национальный исследовательский университет им К.И. Сатпаева, Алматы

В статье представлены результаты численного моделирования различных вариантов горелочных устройств, имеющих микрофакельные устройства. В статье рассматривались четыре варианта горелок – горелка с уголковыми стабилизаторами (а), в которой топливо подается на ось симметрии уголка, горелка с профилями лопаток (б), в которой топливо подается в пространство между спинкой профиля и накладкой, третья горелка (в), работающая по принципу встречно-закрученных струй, четвертая воздушная горелка-стабилизатор (с). Исследование проводилось с помощью программы ANSYSFluent. При моделировании использовалась модель турбулентности k-ε realizable, которая является наиболее оптимальным решением. Ввиду того, что в статье рассматривалось лишь влияние подачи топлива, при моделировании скорость и значение расхода топлива не изменялись. Для определения, какие из исследуемых горелок обладают наилучшими показателями, в ходе моделирования сравнивались такие основные показатели, как температурные и скоростные контуры и концентрация оксидов азота. Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что воздушная горелка-стабилизатор и профили имеют достаточно высокие стабилизационные показатели. Наилучшими показателями обладает вариант подачи топлива со спинки турбинного профиля. Данный вариант обеспечивает минимальные концентрации оксидов азота, при всех прочих равных показателях.

Ключевые слова: профили, численное моделирование, оксиды азота, топливо, горение

COMPARATIVE ANALYSIS OF VARIOUS MICROFLAME DEVICES THROUGH NUMERICAL SIMULATION

[1]Dostiyarov A.M., [3]Umyshev D.R., [2]Yamanbekova A.K., [2]Katranova G.S., [2]Ozhikenova Zh.F.

[1]Seifullin Kazakh Agro Technical University, Astana, e-mail: dost51@mail.ru;

[2]Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty;

[3]Satbaev Kazakh National Research University, Almaty

The article contains the numerical simulation results for various burners with microflame devices. The article deals with four variants of burners – burner with corner stabilizers (a), which is fuelled through the corner symmetry axis; burner with blades (b), which is fueled through the space between the blade back and lining; the third burner (c) working on the principle of turbulent opposed jets; the fourth – air burner with stabilizer (d). The research was conducted using ANSYS Fluent software. For simulation realizable K-epsilon (k-ε) turbulence model, which is the best solution for the research, was used. Since the article dealt, with the fuel feed effect only, fuel consumption rate and amount remained constant in simulation. To determine, which of the analyzed burners were best performing, during the simulation we compared such key indicators as temperature and speed loops and nitrogen oxide concentration. Based on the analysis performed it may be concluded that stability performance of air burner with stabilizer and burner profiles is high enough. The best figures belong to the variant of fuelling from the turbine blade back. This variant ensures minimum concentration of nitrogen oxides, all other indicators being equal.

Keywords: blades, numerical simulation, nitrogen oxides, fuel, burning

При исследовании использовалась программа ANSYSFluent [1, 2]. В статье представлены результаты численного моделирования различных вариантов горелочных устройств, имеющих микрофакельные устройства. В статье рассматривались четыре варианта горелок – горелка с уголковыми стабилизаторами (а), в которой топливо подается на ось симметрии уголка, горелка с профилями лопаток (б), в которой топливо подается в пространство между спинкой профиля и накладкой, третья горелка (в), работающая по принципу встречно-закрученных струй и четвертая воздушная горелка-стабилизатор (г).

Авторами проведены многочисленные исследования с использованием уголковых стабилизаторов, несколько экспериментов с турбинными профилями и воздушными горелками-стабилизаторами [3–5].

Эксперименты показали, что уголковые стабилизаторы и воздушные горелки-стабилизаторы имеют высокие стабилизационные показатели, при относительно низких выбросах оксидов азота. Однако наличие большого сопротивления приводит к снижению давления в камере сгорания [6]. Решением этой проблемы может быть использование профилей лопаток или стабилизация встречно-закрученными струями.

Цель исследования: с помощью численного моделирования различных вариантов горелочных устройств, имеющих микрофакельные устройства, определить, какой из представленных вариантов обладает наилучшими показателями.

Материалы и методы исследования

После проведенного анализа авторы сочли необходимым численно моделировать процессы горения за микрофакельными устройствами. Также сравнить их с результатами, полученными в ходе эксперимента.

Основные уравнения

Ниже приведено уравнение переноса энергии:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho E) + \nabla \cdot \left(\bar{v}(\rho E + p)\right) =$$

$$= \nabla \cdot (k_{eff} \nabla T - \sum_j h_j \overline{J_j} + (\bar{\tau}_{eff} \bar{v})) + S_h, \quad (1)$$

где k_{eff} – эффективная проводимость, которая зависит от применяемой модели турбулентности, J_j – диффузионный поток, первые три члена правой части уравнения определяют перенос энергии теплопроводностью, диффузии частиц и вязкой диссипации соответственно, S_h – параметр, определяющий теплоту химической реакции.

Ниже приведено уравнение энергии:

$$E = h - \frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2}. \quad (2)$$

Энтальпия определяется с помощью уравнения, приведенного ниже:

$$h = \sum_j Y_j h_j. \quad (3)$$

Финальный вид уравнении для неадиабатического диффузионного горения выглядит следующим образом

$$\frac{\partial}{\partial t}(pH) + \nabla \cdot (p\bar{v}H) = \nabla \cdot \left(\frac{k_t}{c_p} \nabla \mathrm{H}\right) + S_h. \quad (4)$$

Решение уравнения транспорта выполняем для одной или двух консервативных скалярных единиц (доли смеси), чтобы решить задачи диффузионного горения. Уравнения не решаются для каждой отдельной частицы смеси.

Для решения турбулентных процессов применяются различные модели турбулентности. Для нашего случая мы воспользовались моделью k-ε realizable (реализуемое). Уравнение транспорта определяется следующими уравнениями. Первым уравнением (5) определяется турбулентная кинетическая энергия k. Вторым уравнением (6) определяется скорость диссипации ε.

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho H) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho k u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right] +$$

$$+ G_k + G_b - \rho\varepsilon - Ym + Sk, \quad (5)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\varepsilon) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho\varepsilon u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j}\right] +$$

$$+ \rho C_1 \varepsilon - \rho C_2 \frac{\varepsilon^2}{k + \sqrt{v\varepsilon}} + C_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k} C_{3\varepsilon} G_b + S_\varepsilon, \quad (6)$$

G_k – определяет генерацию турбулентной кинетической энергии в связи с градиентами скорости, G_b – определяет генерацию турбулентной кинетической энергии в связи с плавучестью данных. Y_M, $C_{1\varepsilon}$, C_2 – константы, $\sigma_k \sigma_\varepsilon$ – турбулентные числа Прандтля для k и ε соответственно, $SkS\varepsilon$ – числа определяемые пользователем.

Общие данные о процессе моделирования

На рис. 1 представлен изометрический вид на область моделирования. Начальные параметры приведены в табл. 1.

Области моделирования состоят из непосредственно горелок, которые представлены на рис. 1.

На рис. 1, а, представлена горелка с уголковыми стабилизаторами. Уголки имеют угол 45°, по отношению к оси симметрии. Топливо подавалось непосредственно на ось симметрии.

На рис. 1, б, представлена горелка с профилями лопаток. Как видно из рисунка, профили снабжены соплами, направленными на зону рециркуляции создаваемой накладкой.

На рис. 1, в, представлена горелка со встречно-закрученным способом стабилизации. Топливо подается в кольце между «верхним» и «нижним» ярусом лопаток.

На рис. 1, г, представлен вид на 3-Д модель воздушной горелки-стабилизатора при угле выходного регистра 45°.

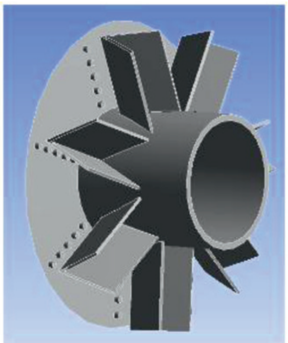
При моделировании использовалась модель турбулентности k-ε realizable. Она согласно [7] является наиболее оптимальным решением.

Ввиду того, что в статье рассматривалось лишь влияние подачи топлива, при моделировании скорость и значение расхода топлива не изменялись. Избыток топлива (воздуха) расчитывался согласно [1].

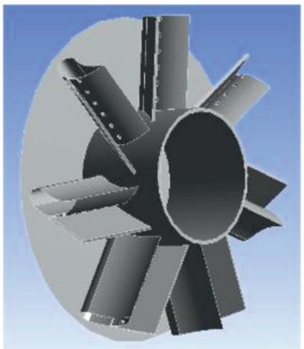
Результаты исследования и их обсуждение

Температурные контуры. На рис. 2 представлены контуры температуры для различных горелочных устройств. Как видно из рисунков, в горелке с уголковыми стабилизаторами пламя имеет широкую высокотемпературную зону. Горелка с турбинными профилями имеет некоторую закрутку в левую сторону, что заметно по холодной зоне, образующейся за профилями. Заметно, что процесс горения осуществляется в более тонкой зоне по сравнению с уголковыми стабилизаторами. Горелка со встречно-закрученным способом стабилизации имеет тонкую зону горения, образующуюся вокруг зоны рециркуляции.

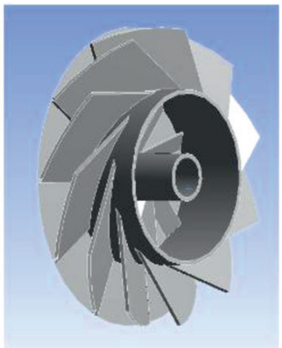
В воздушных горелках кинетическая энергия потока воздуха тратится на дробление струй газа, в результате чего происходит интенсивное перемешивание. Затем топливовоздушная смесь поступает в камеру сгорания и интенсивно выгорает в первичной зоне. В воздушной горелке-стабилизаторе процесс сжигания топлива заканчивается раньше. Это косвенно влияет на габарит камеры сгорания [8, 9]. Пламя имеет симметричную форму. Наиболее высокие температуры достигают 2200 К [10].



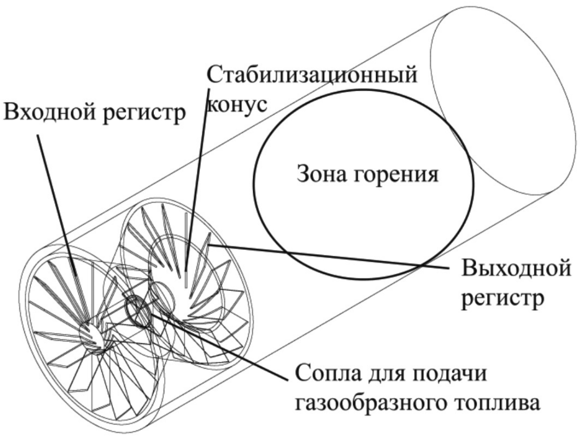
а)



б)



в)



г)

Рис. 1. 3Д модели изучаемых горелок

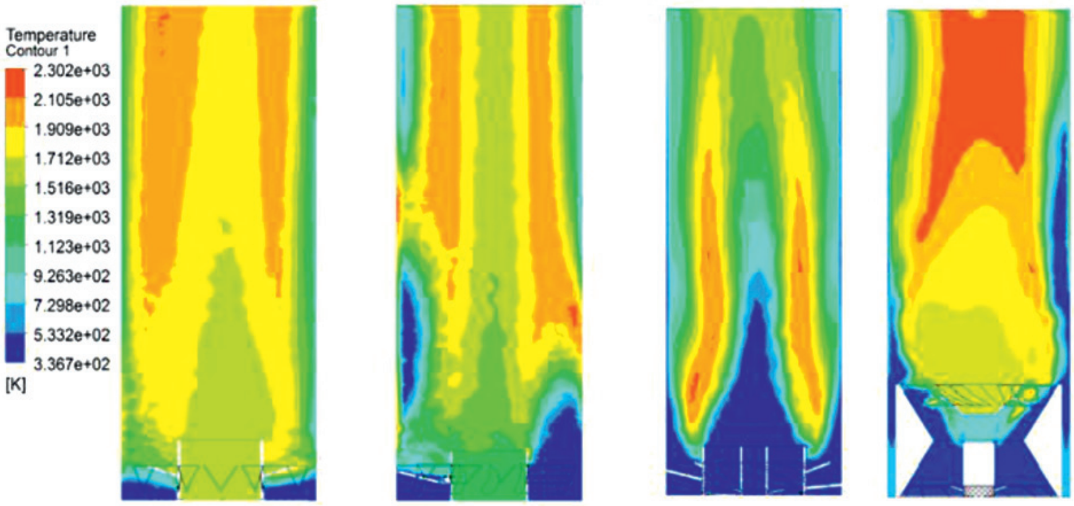
Таблица 1

Начальные параметры

Расход топлива, кг/ч	Скорость воздуха, м/с (бралась согласно экспериментальной установке)	φ, коэффициент избытка топлива по [1]	Начальная температура окислителя (воздуха)/топлива, К	Количество тетраэдрических элементов в моделируемой области
10	10	0,32	400	200000

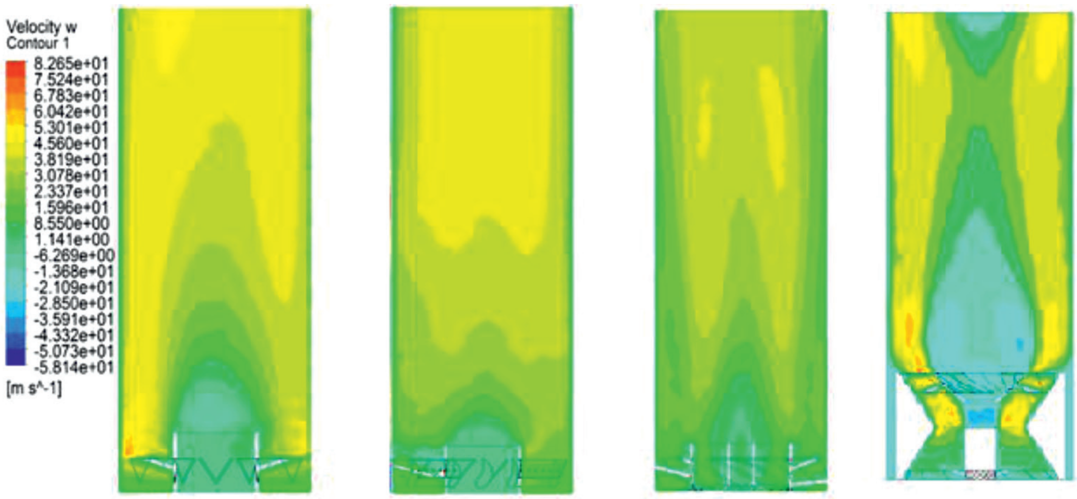
Скоростные контуры. На рис. 3 представлены контуры скоростей для различных горелочных устройств. При горении за уголковыми стабилизаторами продукты сгорания имеют наиболее высокие скорости. Это можно объяснить тем, что топливо с большой скоростью подается на оси симметрии уголковых стабилизаторов. Горелка с профилями лопаток имеет нессиметричный скоростной контур, приводящий к неравномерному температурному контуру. Отсутствует полноценная рециркуляционная зона, что снижает гидравлические потери давления.

Горелка со встречно-закрученной стабилизацией имеет относительно низкие продольные скорости по сравнению с остальными горелочными устройствами, ввиду закрутки при помощи разнонаправленных лопаточных устройств.



а) б) в) г)

Рис. 2. Контуры температур: а) горелка с уголковыми стабилизаторами, б) горелка с турбинными профилями, в) горелка со встречно-закрученным способом стабилизации, г) воздушная горелка-стабилизатор



а) б) в) г)

Рис. 3. Контуры скоростей: а) горелка с уголковыми стабилизаторами, б) горелка с турбинными профилями, в) горелка со встречно-закрученным способом стабилизации, г) воздушная горелка-стабилизатор

Таблица 2

Данные по результатам моделирования

Вариант	Температура газов на выходе, К	Концентрация NO_x, ppm	Скорость газов на выходе, м/с
а	1832	55	33,7
б	1645	45	38,04
в	1347	17	33
г	1410	31	33,9

Концентрация оксидов азота (NOx). Оксиды азота являются побочным продуктом сжигания [7]. К основным причинам образования оксидов азота относится: время нахождения газов в зоне горения, высокая температура и качество перемешивания топлива с окислителем [11]. Из полученных численных и экспериментальных работ можно сделать вывод: сократить общее время нахождения газов в зоне горения можно обеспечить за счет разделения факела на более мелкие – микрофакельное горение [12, 13].

В табл. 2 представлены данные по результатам моделирования. Как видно из рисунков, максимальные температуры и концентрации оксидов азота имеет горелка с уголковыми стабилизаторами. Это говорит о двух вещах: что уголки имеют более высокую полноту сгорания, за счет чего повышается температура и концентрация оксидов азота на выходе из горелочного устройства. С другой стороны, относительно большой расход топлива непосредственно на угол симметрии приводит к увеличению общей скорости топливно-воздушной смеси.

Наиболее низкие температуры имеет горелочное устройство со встречно-закрученными струями, а также самые низкие концентрации оксидов азота. Данное обстоятельство объясняется тем, что закрутка ТВС приводит к увеличению поперечных скоростей, что приводит к снижению скорости. Однако в таком горелочном устройстве низкий уровень горения, ввиду недостаточной перемешанности газа с окислителем. Горелка с профилями имеет средние значения между двумя вариантами горелочных устройств.

Заключение

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы: все вышеприведенные схемы микрофакельных устройств хорошо моделируются с использованием программы ANSYSFluent. Уголковые стабилизаторы обеспечивают высокую полноту сгорания, однако, с другой стороны, это приводит к повышению концентрации оксидов азота. В воздушных форсунках более устойчивое горение. Профили лопаток имеют более низкие концентрации и температуру уходящих газов. Горелка со встречно-закрученным способом стабилизации имеет наиболее низкие концентрации оксидов азота и скорости. В дальнейшем при проведении экспериментов мы сможем значительно сократить доводку камеры сгорания ГТД с вышеуказанными горелочными устройствами.

Список литературы

1. ANSYS FLUENT 12.0 Theory Guide: «ANSYS» [Электронный ресурс]. URL: http://ansys.com 2009 (дата обращения: 24.12.2018).

2. ANSYS FLUENT 12.0 User's guide. «ANSYS» [Электронный ресурс]. URL: http://ansys.com 2009 (дата обращения: 24.12.2018).

3. Достияров А.М., Умышев Д.Р., Катранова Г.С. Численное моделирование процессов горения за профилями лопаток // Академическая наука проблемы и достижения: материалы 8-ой Международ. науч.-прак. конф. North Charleston; USA, 2017. С. 82–87.

4. Umyshev D.R., Zholbaryssov I.A., Borissova N.G., Dostiyarov A.M., Dyussembekova N.K., Stepanova O.A., Tumanov M.E. Application of semi perforated v-gutter flameholders in heat-generating systems for autonomous building heating. International journal of mechanics and mechanotronics. 2016. vol. 16. No 6. P. 63–69.

5. Достияров А.М. Разработка топливосжигающих устройств с микрофакельным горением и методики их расчета: дис. … докт. техн. наук: Алматы: КазНИИ энергетики им. Чокина, 2000. 237 с.

6. Lefebvre A.H., Dilip R. Ballal. Gas turbine combustion: Alternative Fuels and Emissions. Third Edition. London: Taylor & Francis, 2010. 537 p.

7. Лефевр А. Процессы в камерах сгорания ГТД. М.: Изд-во Мир, 1986. 566 с.

8. Cheon Hyeon Cho, Gwang Min Baek, Chae Hoon Sohn, Ju Hyeong Cho. A numerical approach to reduction of NOx emission from swirl premix burner in a gas turbine combustor. Applied Thermal Engineering. 2013. vol. 59. P. 454–463.

9. Fu Zhenbo, Lin Yuzhen, Li Lin, Zhang Chi. Experimental and numerical studies of a lean-burn internally-staged combustor. Chinese Journal of Aeronautics. 2014. vol. 3 (27). P. 488–496.

10. Котлер В.Р. Газотурбинные установки и проблема вредных выбросов в атмосферу // Теплоэнергетика. 2003. № 8. С.73–78.

11. Достияров А.М., Умышев Д.Р., Кибарин А.А., Тютебаева Г.М., Катранова Г.С., Акпанбетов Д.Б. Экспериментальное исследование расстояния между клиновидными желобами стабилизации пламени и выбросов NO_x // Тепловая наука. 2019. № 1 [Электронный ресурс]. URL: http://thermalscience.vinca.rs/online-first/3141 (дата обращения: 24.12.2018).

12. Христич В.А., Тумановский А.Г. Газотурбинные двигатели и защита окружающей среды. Киев: Техника, 1983. 144 с.

13. Zhang Rongchun, Fan Weijun. Experimental study of entrainment phenomenon in a trapped vortex combustor. Chinese Journal of Aeronautics. 2013. vol. 1 (26). P. 63–73.

УДК 629(575.2)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ, ПРОБЛЕМ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ РЫНКА МЕЖДУНАРОДНЫХ ГРУЗОВЫХ И ТРАНЗИТНЫХ ПЕРЕВОЗОК В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ ЗА 2010–2017 ГГ.

Шатманов О.Т., Дуйшебаев С.С., Алтыбаев А.Ш.

Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Бишкек, e-mail: intranscom@gmail.com, sultanss@mail.ru, amanjazu@gmail.com

В настоящее время созданием транспортно-логистических центров, развитием автомобильных транзитных сообщений, общественного транспорта, улучшением качества обслуживания можно успешно интегрироваться в мировые транспортные потоки с реализацией развития транзитного потенциала страны. В данной статье определены конкурентные преимущества автотранспорта, в виде диаграмм рассмотрены итоговые количественные показатели, которые характеризуют современное состояние грузового автопарка Кыргызской Республики и показывают, что более половины от общего объема международных перевозок осуществляют местные кыргызские перевозчики, проанализированы тенденции изменения объемов перевозимых грузов за 2010–2017 гг., даны прогнозы развития грузового автомобильного бизнеса. В последнее время на отечественном рынке перевозок грузов автомобильным транспортом увеличиваются представительства иностранных грузоперевозчиков, которые вытесняют отечественных перевозчиков. Особые проблемы возникают при въезде на территорию республики, где все большее распространение получает предоставление транспортных услуг иностранными перевозчиками с превышающими допустимыми весовыми и габаритными параметрами автотранспортных средств, разрушающих автомобильные дороги республики, нанося вред дорожной отрасли, а также безопасности дорожного движения. В таких непростых условиях развитие отечественных транспортных компаний по перевозке грузов, транспортной инфраструктуры и защита рыночных позиций, конкурентоспособности транспортной системы Кыргызской Республики на пространстве ЕАЭС является актуальной задачей.

Ключевые слова: грузовые перевозки, автомобильный транспорт, прогнозирование, грузовые автомобили, транзит

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE INTERNATIONAL FREIGHT AND TRANSIT TRANSPORT MARKET IN THE KYRGYZ REPUBLIC FOR 2010–2017

Shatmanov O.T., Duyshebaev S.S., Altybaev A.Sh.

Kyrgyz State University of Construction, Transportation and Architecture n.a. N. Isanov, Bishkek, e-mail: intranscom@gmail.com, sultanss@mail.ru, amanjazu@gmail.com

At present, by creating transport and logistics centers, developing automobile transit communications, public transport and improving the quality of service, we can successfully integrate into world traffic flows with the realization of the development of a country's transit potential. This article identifies the competitive advantages of motor transport, summarizes quantitative indicators that characterize the current state of the truck fleet of the Kyrgyz Republic and show that more than half of the total international traffic is carried out by local Kyrgyz carriers, and analyzed the trends in the volume of cargo transported for 2010-2017 years, given the projections of the development of the automotive cargo business. Recently, in the domestic market for the carriage of goods by road, the representation of foreign carriers has been increasing, which are replacing domestic carriers. Particular problems arise when entering to the republic territory, where an increase in the provision of transport services by foreign carriers with exceeding the allowable weight and dimensional parameters of vehicles, destroying the roads of the republic, damaging the road industry, as well as road safety, is becoming more common. In such difficult conditions, the development of domestic transport companies for the transport of goods, transport infrastructure and the protection of market positions, competitiveness of the transport system of the Kyrgyz Republic in the EAEU space is an urgent task.

Keywords: freight transport, road transport, forecasting, trucks, transit

Соединение с существующими и новыми коридорами и развитие транспортных коридоров особенно актуально для реализации Программы по улучшению единого транспортного пространства в странах Центральной Азии, Программы ЦАРЭС, экономического пояса Шелкового пути и других интеграционных объединений. Очевидно, что для успешной интеграции в мировые транспортные потоки необходимо развитие транзитного потенциала [1] страны в рамках ЕАЭС в транспортных перевозках. Ключевым индикатором станет превращение Кыргызской Республики в транзитную страну, имеющую безопасные и востребованные коридоры для транзита пассажиров, товаров и грузов.

29 мая 2014 г. в г. Астане президентами Российской Федерации, Республики Беларусь и Республики Казахстан подписан Договор об Евразийском экономическом союзе, вступивший в силу 1 января 2015 г.,

а 12 августа 2015 г. Кыргызская Республика присоединилась к Договору об Евразийском экономическом союзе. В настоящее время в составе Евразийского экономического союза представлены пять стран СНГ: Республика Армения, Республика Беларусь, Республика Казахстан, Кыргызская Республика и Российская Федерация.

Вопросы транспортной сферы в Договоре о ЕАЭС урегулированы Разделом XXI «Транспорт» и приложением к нему 24 «Протокол о скоординированной (согласованной) транспортной политике», где основными приоритетами скоординированной (согласованной) транспортной политики являются:

1) формирование единого транспортного пространства;

2) создание и развитие евразийских транспортных коридоров;

3) реализация и развитие транзитного потенциала в рамках Союза;

4) координация развития транспортной инфраструктуры;

5) создание логистических центров и транспортных организаций, обеспечивающих оптимизацию процессов перевозки;

6) привлечение и использование кадрового потенциала государств-членов;

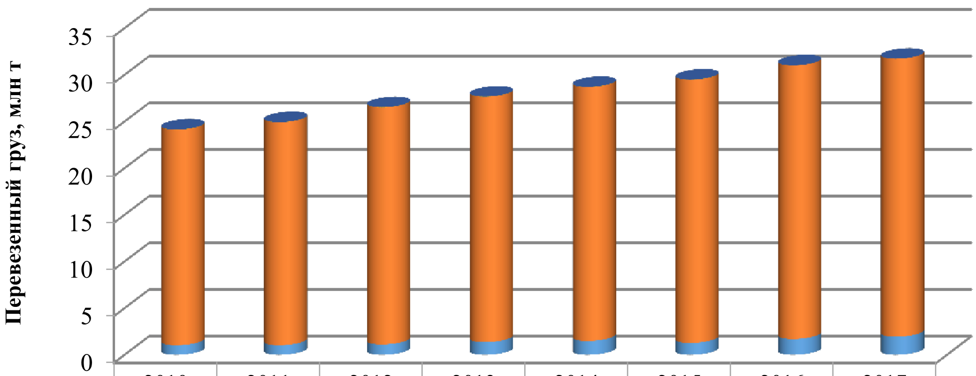
7) развитие науки и инноваций в сфере транспорта [2].

Цель исследования: анализ современного состояния и перспектив развития международных грузовых и транзитных перевозок в КР за 2010–2017 гг.

Материалы и методы исследования

В настоящее время в автомобильной отрасли задействованы около 350 юридических лиц (из них 30 – юридические лица по легковым такси) по перевозке пассажиров, более 50 юридических лиц по перевозке грузов, более 20 тыс. частных лиц по перевозке грузов и 69 предприятий подразделений Министерства транспорта и дорог Кыргызской Республики, обеспечивающих автомобильный транспортный процесс (автостанции, автовокзалы, автокассы) [3].

Объем грузов, перевезенных всеми видами транспорта, в январе – феврале 2018 г. по сравнению с январем – февралем прошлого года увеличился на 100,1 тыс. т, что составляет 2,2 %. На автомобильном транспорте объем перевозок за аналогичный период увеличился на 2,6 % [4]. В феврале 2018 г. по сравнению с февралем прошлого года перевозки грузов всеми видами транспорта возросли на 51,7 тыс. т, или на 2,4 %. Объемы перевозок автомобильным транспортом с 2010 по 2017 г. выросли на 6,69 млн т, или на 29 %. Из рис. 1 видно, что объемы перевозок автомобильным транспортом растут из года в год прямолинейно. Это говорит об естественном приросте объема перевозок. Рост объемов перевозок грузов всеми видами транспорта отмечался во всех регионах республики. В 2017 г. объем грузов, перевезенных всеми видами транспорта, по сравнению с 2010 г. увеличился на 7583 тыс. т.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Воздушный	0,001	0,0013	0,0007	0,0005	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002
Водный	0,016	0,0108	0,0116	0,0108	0,015	0,0122	0,0026	0
Трубопроводный	0,00026	0,00027	0,0003	0,00022	0,00019	0,00021	0,00021	0,00023
Автомобильный	23,1	23,9	25,4	26,3	27,2	28,2	29,32	29,79
Железнодорожный	1,03	1,03	1,12	1,36	1,49	1,28	1,7	1,94

Рис. 1. Перевозки грузов всеми видами транспорта в 2010–2017 гг. (млн т)

Доля перевозок грузов автомобильным транспортом в общем объеме перевозки грузов всеми видами транспорта представлена в табл. 1 и на рис. 2.

Рис. 3 показывает, что более половины международных перевозок [5] осуществляют кыргызские перевозчики, их доля от всех автотранспортных средств составляет 60,7%, кроме последнего 2017 г. Доля автомобилей СНГ составляет 16,6%, доля автомобилей КНР составляет 22,7%, доля остальных автомобилей остальных стран составляет 3,3%. В 2017 г. количество автомобилей кыргызских перевозчиков, осуществляющих международные грузовые перевозки, сократилось почти в 2 раза, в то же время доля автомобилей из стран СНГ увеличилась в 2 раза.

Если взять в совокупности за последние 8 лет, то максимальное количество машин наблюдается в 2012 г. – 130,8 тыс. автомобилей, а самое меньшее количество наблюдается в 2017 г. – 59,8 тыс. авт. В последние годы наблюдается рост китайских автомобилей, что показывает постепенную адаптацию китайских перевозчиков к условиям перевозки через кыргызско-китайскую границу [4].

Таблица 1

Доля перевозок грузов автомобильным транспортом, в %

Транспорт/годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Транспорт – всего, в том числе:	24,4	25,2	26,8	27,9	28,9	29,7	31,23	31,95
Автомобильный	23,1	23,9	25,4	26,3	27,2	28,2	29,32	29,79
Доля перевозок грузов автомобильным транспортом, %	94,67	94,84	94,78	94,27	94,12	94,95	93,88	93,24

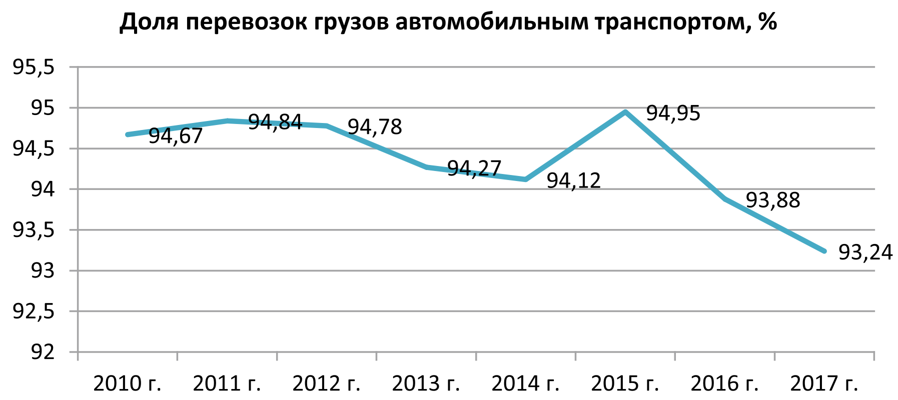


Рис. 2. Перевозки грузов всеми видами транспорта в 2010–2017 гг. (млн т)

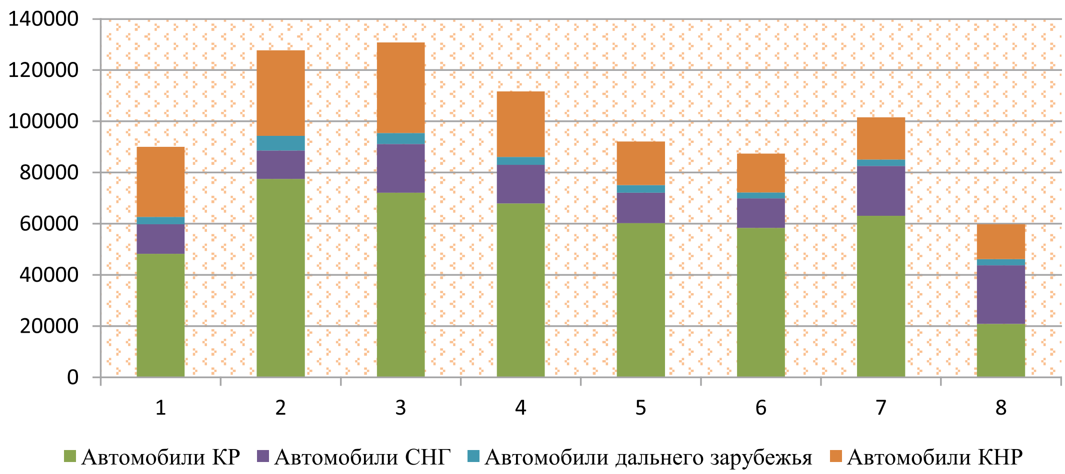


Рис. 3. Количество въездов и выездов автомобилей через гос. границу КР, ед. (по годам и странам)

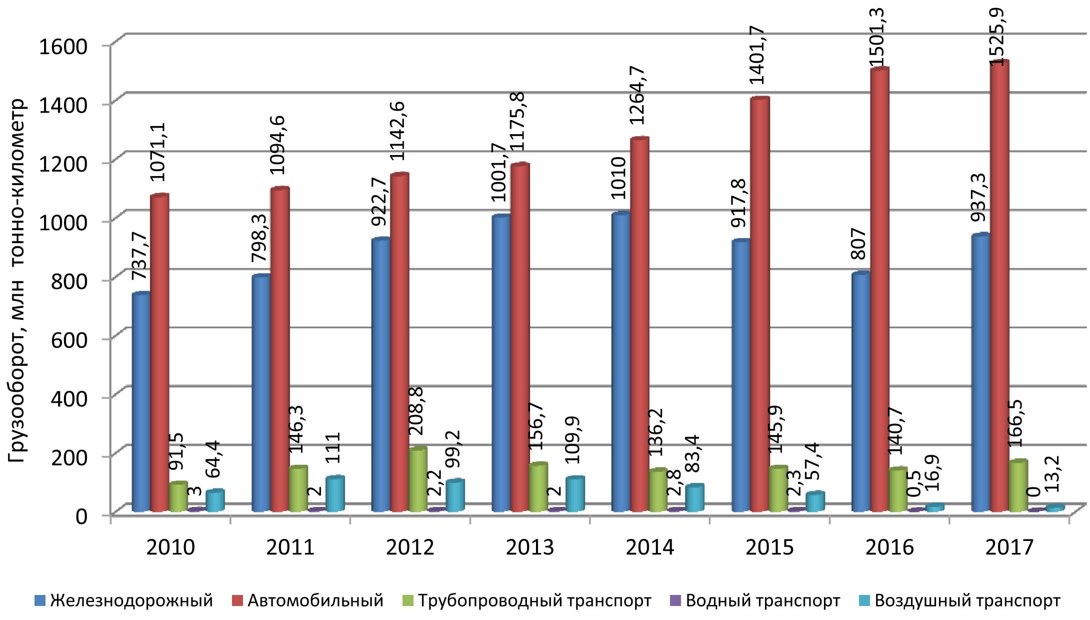


Рис. 4. Грузооборот по видам транспорта, млн тонно-километр

Таблица 2

Доля грузооборота автомобильного транспорта, в %

Наименование показателей	Годы							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Кыргызская Республика	1876,2	2005,9	2166,7	2289,4	2360,9	2379,2	2325,7	2476,4
Доля грузооборота автомобильного транспорта, %	57,1	54,6	52,7	51,4	53,6	58,9	64,6	61,6

Грузооборот всех видов транспорта [6] в 2017 г. по сравнению с 2010 г. увеличился на 675,2 млн тонно-километров или на 25,5 % (рис. 4). Здесь важным показателем является изменение грузооборота до и после вхождения в Таможенный союз [4].

Как видно из рис. 4, рост грузооборота по сравнению с 2016 г. незначительный – 4,5 %, что свидетельствует о малом влиянии на экономику страны и стран Таможенного союза. Это также говорит о различных преградах, ограничениях на пути кыргызских перевозчиков, которые не стремятся освоить вновь открытые рынки. Отечественные перевозчики имеют меньше представительств в странах ЕАЭС чем другие страны-члены, и не имея гарантий безопасного продвижения по территориям стран союза, не могут рисковать.

Доля грузооборота автомобильного транспорта [7] за 2017 г. имеет несколько пониженный показатель по сравнению с 2016 г. на 3,0 %, но в целом за 8 лет идет планомерный рост (табл. 2) [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Развитие транзитного потенциала будет осуществляться через создание транспортно-логистических центров, развитие автомобильных транзитных сообщений, общественного транспорта, улучшение качества обслуживания [8].

Вопрос защиты отечественных перевозчиков остается открытым в связи с увеличением представителей иностранных грузоперевозчиков, недостаточного соответствия состояния автотранспорта отечественных перевозчиков экологическим и техническим параметрам, что ведет к вытеснению отечественных перевозчиков с внутреннего рынка автоперевозок.

Все больше распространяется увеличение предоставления автотранспортных услуг иностранными перевозчиками, когда при въезде на территорию нашей республики превышаются допустимые весовые и габаритные параметры автотранспортных средств, которые приводят к разрушению автомобильные дороги, наносят вред дорожной отрасли, а также безопасности дорожного движения.

Заключение

Можно сказать, что в таких непростых условиях крайне актуальными задачами являются: защита рыночных позиций и конкурентоспособности транспортной системы Кыргызской Республики на пространстве ЕАЭС; развитие национальных транспортных компаний по перевозке грузов и транспортной инфраструктуры; развитие интеллектуальных транспортных систем в рамках ЕАЭС; обновление парка автотранспортных средств; создание транспортной инфраструктуры отвечающей требованиям международного стандарта; строительство в республике крупных логистических центров.

Список литературы

1. Кивал Н.Г., Кивал А.Г. Основы транспортно-экспедиционного обслуживания: учеб. пособие. Владивосток: Изд-во ДВТГУ, 2009. 156 с.

2. Договор о Евразийском экономическом союзе [Электронный ресурс]. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/energetikaiinfr/transport/transportnaya_politika/Pages/default.aspx (дата обращения: 24.12.2018).

3. Стратегия развития автомобильного транспорта Кыргызской Республики на 2012–2015 годы [Электронный ресурс]. URL: http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/93738?cl=en-us (дата обращения: 24.12.2018).

4. Официальный сайт Национального статистического комитета Кыргызской Республики [Электронный ресурс]. URL: http://stat.kg/kg/publications/sbornik-kyrgyzstan-v-cifrah (дата обращения: 24.12.2018).

5. Курганов В.М., Миротин Л.Б. Международные перевозки: учебник по специальности «Организация перевозок и управление на транспорте (автомобильный транспорт)». М.: Академия, 2011. 300 с.

6. Олещенко Е.М., Горев А.Е. Основы грузоведения. М.: «Академия», 2005. 283 с.

7. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки. М.: ИД Академия, 2008. 288 с.

8. Зеркалов Д.В., Тимощук Е.Н. Международные перевозки грузов: учебное пособие. Киев: Основа, 2009. 526 с.

УДК 669.295:669.788

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОДНОРОДНО НАВОДОРОЖЕННОГО ТИТАНА МЕТОДОМ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕРМОЭДС

Сюй Ш., Ларионов В.В.

Томский политехнический университет, Томск, e-mail: isxusp@qq.com

Исследован процесс миграции водорода в титановой пластине методом термоэдс. Разработан, апробирован и исследован процесс неоднородного насыщения водородом технического титана ВТ1-0. Для создания неоднородности концентрации водорода применен метод напыления пленкой TiN толщиной от 1 до 2,6 мкм с последующим наводороживанием ненапыленной части. Это позволяет получить существенный градиент концентрации водорода в материале. Наводороживали образцы титановой пластины размером 100×20×1 mm из газовой среды по методу Сивертса. Количество введенного водорода оценивалось на приборе LECO. Распределение водорода в титановой пластине исследовали методом измерения термоэдс. Часть пластины титана ВТ1-0 оставляли без покрытия. Оставшуюся часть покрывали пленкой TiN методом магнетронного напыления. Проводили измерение термоэдс по всей длине пластины, т.е. в зависимости от координаты положения зонда до и после насыщения пластины водородом. Измерение величины термоэдс проведено на установке с электродом из золота. Для калибровки установки изучена температурная зависимость термоэдс Cu (1,8 мкВ/К), Pt (–5,3 мкВ/К) относительно Ag (термоэдс 1,5 мкВ/К). Температурный режим изменения термоэдс исследован в интервале от 18 °C до 70 °C. Отличие термоэдс с плёнкой TiN и без плёнки до наводороживания достигает значения более 0,18 мВ. Максимальное значение величины термоэдс соответствует наводороженной части пластины в начальный момент времени. Затем максимум величины термоэдс смещается с течением времени вдоль пластины. Например, через 148 ч максимум наблюдается в точке X = 5 см. Измерение величины термоэдс по координатам проводили в течение 4320 ч. Значение термоэдс по прошествии данного интервала времени становится одинаковым с точностью 0,08 ± 0,02 мВ. Обсуждена связь между величиной термоэдс и концентрацией водорода в материале пластины. Существует линейная зависимость между данными параметрами.

Ключевые слова: водород, титан, термоэдс, концентрация водорода, нитрид титана

ACCUMULATION OF HYDROGEN IN ALLOY TITANIUM VT1-0 AND STUDY OF THE TITANIUM BY THERMO-EFM

Syuy S., Larionov V.V.

Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: isxusp@qq.com

This paper presents a study of the migration of hydrogen and the measurement of the hydrogen content in a titanium plate by the thermopower method. The process of inhomogeneous saturation of technical titanium VT1-0 with hydrogen has been developed, tested and investigated. To create heterogeneity in the concentration of hydrogen, the method of sputtering with a TiN film with a thickness of 1 to 2.6 μm was applied, followed by hydrogenation of the non-sprayed part. This allows to obtain a significant gradient of hydrogen concentration in the material. Samples of a titanium plate 100×20×1 mm in size from the gaseous medium were loaded according to the Sievers method. A technique is proposed for studying the distribution of hydrogen in a titanium plate by measuring thermopower. A portion of a VT1-0 titanium plate with a size of 10 mm was left uncoated. The remaining part was covered with a TiN film by magnetron sputtering. The thermopower was measured along the entire length of the plate, i.e. depending on the coordinate position of the probe before and after saturation of the plate with hydrogen. The measurement of the thermopower was performed on a setup with a gold electrode. To calibrate the installation, the temperature dependence of thermopower Cu (1.8 μV / K), Pt (-5.3 μV / K) relative to Ag (thermopower of 1.5 μV / K) was studied. The temperature mode of change of the thermopower was studied in the range from 18 °C to 70 °C. The difference between the thermopower and the TiN film and without the film reaches a value of more than 0.18 mV before the hydrogenation. The maximum value of the thermopower corresponds to the hydrogenated part of the plate at the initial moment of time. Then the maximum thermopower shifts over time, for example, after = X hours is observed at the point x = 5 cm. The measurement of the thermopower value by coordinates was performed for 4320 hours. The value of thermopower after a given time interval becomes the same with an accuracy of 0.08 ± 0.02 mV. The relationship between the thermopower value and the concentration of hydrogen atoms is discussed. There is a linear relationship between these parameters.

Keywords: hydrogen, titanium, thermo-efm, hydrogen concentration, TiN film

При проникновении в титан в процессах плавки, обработки и функционировании узлов и механизмов даже в обычных условиях водород оказывает как негативное влияние, например охрупчивание, так и положительное влияние, пластифицируя металл [1]. Иногда даже сверхпрочные сплавы, которые максимально противостоят водородному воздействию, подвержены водородному охрупчиванию. Во многих других случаях водород изменяет пластичность большинства металлов и сплавов [2, 3]. Процессы наводороживания сопровождаются образованием гидридов титана. Гидриды титана [4, 5] изучены достаточно подробно как в теоретическом плане, так и в целях практического применения. Например, они используются для хранения водорода [6] или в качестве материала для защиты от нейтронного облучения [7, 8], как водородсодержащие материалы с высоким в них содержанием водорода.

Известно, что по значениям коэффициента диффузии водорода оценивают скорости поглощения водорода и дегазации металла. Для строгого описания диффузии водорода в металлах исследуют закономерности взаимодействия атомов водорода как друг с другом, так и с металлической матрицей. Растворенный атом водорода является точечным дефектом кристаллической структуры, образующийся в результате перехода атома H из внешней среды в междоузлие кристаллической решетки металла. Основной механизм диффузии водорода [10, 11] в металлах – междоузельный механизм, когда атом перемещается по междоузлиям решетки. Такая особенность связана с весьма малым атомным объемом водорода, а также с диссоциацией молекулы водорода (с небольшими энергиями активации) на отдельные атомы как при попадании в металл [12], так и на его поверхности. В нашей предыдущей работе [10] было показано, что миграцию водорода в титане можно исследовать методом измерения вихревых токов. Метод измерения термоэдс может служить альтернативным методом неразрушающего анализа наводороженных материалов.

Целью настоящей статьи является исследование процессов миграции водорода в титане методом измерения термоэдс в условиях значительного градиента концентрации водорода. Для создания резко неоднородного распределения водорода в титане наводороживание осуществляли из газовой фазы после предварительного нанесения на образец титана покрытия пленкой TiN. При этом часть пластины оставляли без покрытия, а напыление осуществляли на большую часть. Это позволило получить существенный градиент концентрации водорода в материале, так как водород практически не проникает через пленку TiN.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования служил сплав титана ВТ1-0. Сплав изначально содержал следующие компоненты [% wt.]: 0,18 Fe; 0,1 Si; 0,07 C; 0,12 O; 0,01 H; 0,04 N. Образцы представляли собой пластинки толщиной 1,0 мм и площадью 400 мм^2. Наводороживание осуществлялось по методу Сивертса [14] в течение 6 ч при давлении 0,5 атм после напыления образцов пленкой TiN.

Для осаждения тонких пленок TiN (1 нм – 1 мкм) использован метод магнетронного распыления, который позволяет получать покрытия без капельной фракции с высокими функциональными характеристиками при скоростях осаждения, сравнимых с методом дугового испарения. Для удаления различных типов загрязнений и оксидной пленки, сформированной на поверхности материала, использовалась ионная очистка. Очистка поверхности исследуемых образцов осуществлялась ионами аргона с использованием низкоэнергетичного ионного источника до осаждения покрытия. Нанесение пленки проводилось методом реактивного магнетронного распыления при потенциале смещения 510–520 вольт, мощности 200 ватт, давлении 0,12 Па и времени до 20 мин. Толщина пленки TiN составила от 2 до 2,6 мкм в различных частях образца. Удельное электрическое сопротивление образцов определяли при помощи четырехзондовой схемы измерений методом амперметра-вольтметра при комнатной температуре (рабочий ток -10^5 мкА) с использованием измерительного комплекса «KEIHLEY INSTRUMENTS». Величина электропроводности полученного покрытия равна (0,15–0,23 мОм см). Пленки TiN обладают рядом свойств: высокие значения твердости и упругости, температуры стойкости и химической инертности, высокие электро- и теплопроводность [13]. После насыщения образцов были проведены измерения концентрации водорода при помощи анализатора водорода RHEN602 фирмы LECO. Для сравнения результатов измерения содержания водорода применяли данные послойного содержания водорода. Термоэдс тестировалась и измерялась зондом из золота дифференциальным методом относительно эталонного образца из меди. Это обеспечивало высокую чувствительность и минимальные погрешности. Соединение исследуемого и эталонного образцов осуществлялось с помощью массивного медного блока, который подвергался регулируемому нагреву. Измерения для каждого образца проводились по 5 раз с поворотом его на 180 градусов для усреднения возможных неоднородностей структуры по площади. Площадь зонда равна 1 мм^2. Термоэдс измерялась с точностью 1 мкВ, погрешность измерений из-за температурных нестабильностей не превышала 5 %. Для калибровки установки изучена также температурная зависимость термоэдс Cu (1,8 мкВ/К), Pt (-5,3 мкВ/К) относительно Ag (термоэдс 1,5 мкВ/К). Полученные значения термоэдс совпадают с известными данными с погрешностью не более 6 %.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 показаны кривые сорбции водорода титанового сплава при гидрировании в газовой атмосфере в интервале температур 350–550 °C. Скорость сорбции водорода титанового сплава при разных температурах определялась из линейных областей сорбционных кривых: $0{,}15 \cdot 10^{-4}$ мас.% / °C при 350 °C, $0{,}86 \cdot 10^{-4}$ мас.% / °C при 450 °C, $1{,}55 \cdot 10^{-4}$ мас.% / °C при 550 °C. Таким образом, увеличение температуры сопровождается увеличением скорости сорбции водорода.

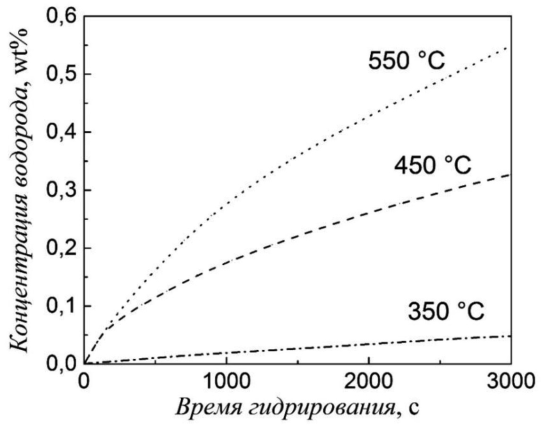


Рис. 1. Кривые сорбции водорода титановым сплавом при гидрировании в газовой атмосфере при разных температурах

На рис. 2 приведен внешний вид образцов после напыления пленкой TiN.

(*а*)

(*б*)

Рис. 2. Образцы титана ВТ1-0, напыленные нитридом титана TiN: а – прямая сторона, б – обратная сторона

Температуру зонда изменяли в пределах от 20 до 70 °C. Данные измерений термоэдс представлены на рис. 3–5. Получено, что с течением времени максимум значения термоэдс начинает смещаться вдоль пластины. При этом значение максимума величины термоэдс постепенно уменьшается.

Известно [11], что электросопротивление пленки зависит от степени совершенства кристаллической структуры покрытия. При высокой концентрации дефектов происходит интенсивное рассеивание электронов проводимости. Ряд авторов указывают на взаимосвязь показателей электросопротивления и ориентации роста покрытий по кристаллографическим осям. Пленки TiN характеризуются значениями электропроводности в интервале (0,15–0,23 мОм см). Величина обусловлена количеством дефектов в покрытиях и должна учитываться при измерениях термоэдс. В табл. 1 приведено сравнение величины термоэдс с плёнкой TiN и без TiN. Можно видеть, что их величина незначительно изменяется после напыления.

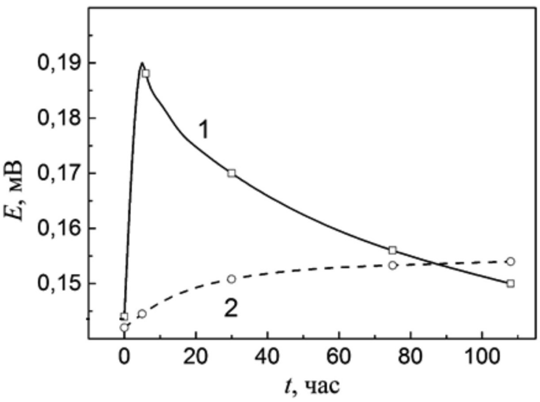


Рис. 3. Изменение термоэдс в зависимости от времени (1 – x = 1 см, 2 – x = 5 см)

Из рис 3 видно, что значение термоэдс в точке $x = 1$ см увеличивается после наводороживания. В дальнейшем с течением времени значение термоэдс постепенно уменьшается. Однако её величина не возвращается к исходному значению. Возможно, что это связано с образованием гидрида в титане при наводороживании, что затрудняет процесс миграции водорода. Таким образом, можно получить конкретную зависимость между содержанием водорода в металле, скоростью миграции водорода и значением термоэдс. На рис. 4 показано изменение величины термоэдс с течением времени в различных точках титановой пластины. Значение термоэдс в точке наводороживания ($x = 1$ см) уменьшается со временем и сопровождается уменьшением содержания водорода вследствие миграции. В то же время для последующих точек ($x = 3$ см, 5 см) наблюдается увеличение термоэдс. После $x = 6$ см разница в результатах термоэдс стирается и практически равна значению термоэдс не наводороженного титана.

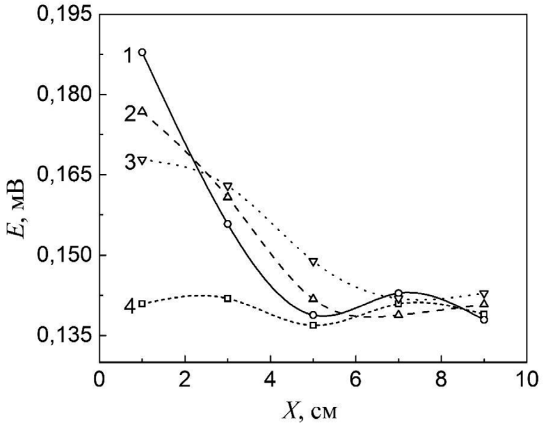


Рис. 4. Зависимость величины термоэдс от координаты положения зонда: 1 – после наводороживания через 5 ч, 2 – 30 ч, 3 – 75 ч; 4 – до наводороживания. Температура зонда равна 62 °C

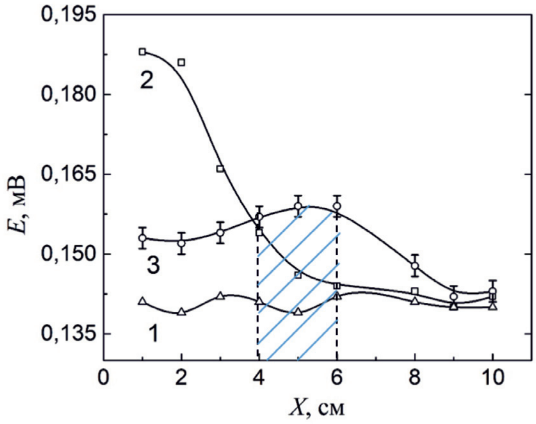


Рис. 5. Зависимость величины термоэдс от координаты зонда по длине титановой пластины (1 – до наводороживания, 2 – начальное значение термоэдс наводороженной пластины, 3 – через 144 ч, температура зонда 62 °C)

Таблица 1

Значения термоэдс титана ВТ1-0 с плёнкой TiN и без TiN

Положение x, см (T = 62 °C)	1	3	5	7	9
Термоэдс с плёнкой TiN, мВ	0,14	0,135	0,143	0,141	0,14
Термоэдс без TiN, мВ	0,142	0,138	0,14	0,139	0,142

Таблица 2

Распределение термоэдс в пластине титане через 3 месяца

Положение *x*, см	1	3	5	7	9
До наводороживания, *E*, мВ	0,141	0,138	0,142	0,141	0,140
Через 2160 ч, *E*, мВ	0,151	0,149	0,150	0,155	0,153

Установлено, что площадь, образованная осью *X* и кривой изменения термоэдс, пропорциональна содержанию водорода в пластине титана (рис. 5). Её величина изменяется с течением времени, что позволяет контролировать в динамике процесс миграции водорода в пластине.

В табл. 2 приведено распределение термоэдс в пластине титана через 2160 ч. Из таблицы следует, что водород равномерно перераспределился по всей длине пластины. Отличие термоэдс до и после наводороживания титана равно 0,080 ± 0,005 мВ. То есть процесс миграции в данных условиях завершен по истечении 1800 ч.

Из соотношений термодинамики необратимых процессов известно, что при наличии градиента концентрации водорода на образце может наблюдаться так называемая диффузионная эдс, пропорциональная именно этому градиенту. Ее величина может быть определена по уравнению

$$\Delta\varphi = -\rho ZeD\Delta N_H,$$

где D – коэффициент диффузии водорода в металле, Z – эффективный заряд атомов водорода, e – заряд электрона, $\Delta\varphi$ – разность потенциалов, ρ – удельное электросопротивление, ΔN_H – перепад концентрации атомов водорода между точками измерения термоэдс. Удельное электросопротивление, полученное в работе составляет в среднем около $5{,}2\cdot10^{-9}$ Ом·м и зависит от координаты положения зонда. Содержание водорода в пластине титана после наводороживания равнялось 0,07 мас.%. Таким образом, вычисленное значение коэффициента диффузии равно $4{,}1\cdot10^{-14}$ м^2·с$^{-1}$. Это значение соответствует значению коэффициентов диффузии в работах [6, 10].

Измерение термоэдс в пластине титана показывает, что ее равномерное распределение по всей длине в 10 см достигается через 2200 ч.

Заключение

Исследован процесс миграции водорода в титановом сплаве методом измерения термоэдс. Значения термоэдс лежат в интервале от 0,008 мВ до 0,300 мВ при погрешности измерения ± 0,005 мВ. Показано, что по величине изменения термоэдс по координате и во времени можно судить о миграционных процессах водорода в титановых сплавах. Комплекс изотерм существенно расширяет информационную базу метода измерения процессов наводороживания для целей неразрушающего контроля материалов. Метод может быть легко распространен на другие металлы при наличии номограмм. Кроме того, можно фиксировать неоднородность расположения гидридов в титане, образование зерен, их формы, расположения по площади наводороженного металла.

Список литературы

1. Gupta M. Electronically driven tetragonal distortion in TiH_2. Solid State Communications. 1979. Vol. 29. no 1. P. 47–51.

2. Switendick A.C. Electronic structure of group in hydrides and their alloys. Less-Common Metals. 1984. vol. 101. P. 191–202.

3. Puls M.P. The Effect of Hydrogen and Hydrides on the Integrity of Zirconium Alloy Components: Springer-Verlag London, 2012. P. 1–5.

4. Liang C.P., Gong H.R. Fundamental influence of hydrogen on various properties of alpha–titanium. International Journal of Hydrogen Energy. 2010. Vol. 35 P. 3812–3816.

5. Kudiyarov V.N., Lider A.M., Harchenko S.Y. Hydrogen accumulation in technically pure titanium alloy at saturation from gas atmosphere. Adv. Mater. Res. 2014. Vol. 880. P. 68–74.

6. Übeyli M., Acir A. Utilization of thorium in a high power density hybrid reactor with innovative coolants. Energy Conversion and Management. 2007. Vol. 48. no 2. P. 576–582.

7. Puls M.P. The Effect of Hydrogen and Hydrides on the Integrity of Zirconium Alloy Components. Springer-Verlag London. 2012: P. 1–5. DOI: 10.1007/978-1-4471-4195-2.

8. Захарова А.П. Взаимодействие водорода с металлами. М.: Наука. 1987. 296 с.

9. Kudiyarov V.N., Gulidova L.V., Pushilina N.S., Lider A.M. Application of automated complex Gas Reaction Controller for hydrogen storage materials investigation. Adv. Mater. Res. 2013. Vol. 740. P. 690–693.

10. Ларионов В.В., Лисичко Е.В., Лидер А.М. Исследование модификации свойств наводороженных металлов вихретоковым методом // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2012. № 6. С. 268–276.

11. Тюрин Ю.И., Ларионов В.В., Никитенков Н.Н. Установка для измерения коэффициентов диффузии водорода в металлах при одновременном наводороживании и облучении электронами // Приборы и техника эксперимента. 2016. № 5. С. 147–149.

12. Lider A.M., Larionov V.V., Syrtanov M.S. Hydrogen concentration measurements at titanium layers by means of thermo-EMF. Key Engineering Materials. 2016. Vol. 683. P. 199–202.

13. Юрьев Ю.Н., Михневич К.С., Кривобоков В.П., Сиделёв Д.В., Киселева Д.В., Новиков В.А. Свойства пленок нитрида титана, полученных методом магнетронного распыления ♣// Известия Самарского научного центра РАН. 2014. № 4. С. 672–676.

14. Panin A.V., Kazachenok M.S., Kretova O.M., Perevalova O.B., Ivanov Y.F., Lider, A.M., Stepanova O.M., Kroening M.H. The effect of electron beam treatment on hydrogen sorption ability of commercially pure titanium. Applied Surface Science. 2013. vol. 284. P. 750–756.

УДК 616.89-008.441.13-092.4:615.01

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ЛИТИЯ НА ЭКСПРЕССИЮ ПОВЕРХНОСТНЫХ РЕЦЕПТОРОВ ЛИМФОЦИТОВ БОЛЬНЫХ АЛКОГОЛИЗМОМ В ОПЫТАХ IN VITRO

[1]Ветлугина Т.П., [1]Савочкина Д.Н., [1]Прокопьева В.Д., [1,2]Плотников Е.В., [1]Никитина В.Б., [1]Бохан Н.А.

[1]Научно-исследовательский институт психического здоровья ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Томск, e-mail: mental@tnimc.ru;
[2]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, e-mail: plotnikov.e@mail.ru

В опытах *in vitro* проведено исследование действия аскорбата лития и карбоната лития на экспрессию поверхностных рецепторов лимфоцитов в образцах крови больных алкогольной зависимостью. Образцы крови с солями лития (конечная концентрация 1,2 ммоль/л в расчете на ион лития) инкубировали 30 мин (контроль – физиологический раствор) и 24 ч в полной среде RPMI-1640 (контроль – среда RPMI-1640). Субпопуляционный состав лимфоцитов определяли методом проточной цитометрии. Выявляли: общий пул лимфоцитов ($CD45^+$) и их фенотипы: ($CD3^+CD19^-$); ($CD3^+CD4^+$); ($CD3^+CD8^+$); ($CD3^-CD16^+CD56^+$); ($CD3^+CD16^+CD56^+$), ($CD3^-CD19^+$); ($CD3^+HLADR^+$); ($CD3^-HLADR^+$); ($CD3^+CD95^+$). В условиях 30-минутной инкубации соли лития не оказывали влияния на мембраны мононуклеаров. При суточной инкубации образцов крови с солями лития установлено однонаправленное их действие на мембраны мононуклеаров, которое в основном характеризовалось снижением экспрессии рецепторов NK-клеток и повышением экспрессии поверхностных рецепторов дифференцировки Т-клеточных субпопуляций, более выраженным в пробах с аскорбатом лития. Эти данные и выявленные нами ранее биологические эффекты аскорбата лития позволяют охарактеризовать данную соль лития в качестве перспективного соединения для создания в дальнейшем фармакологических средств комбинированного нормотимического, антиоксидантного и мембранопротекторного действия.

Ключевые слова: соли лития, поверхностные рецепторы лимфоцитов, алкогольная зависимость

INFLUENCE OF LITHIUM SALTS ON THE EXPRESSION OF SURFACE RECEPTORS OF LYMPHOCYTES OF ALCOHOLIC PATIENTS IN IN VITRO EXPERIMENTS

[1]Vetlugina T.P., [1]Savochkina D.N., [1]Prokopeva V.D., [1,2]Plotnikov E.V., [1]Nikitina V.B., [1]Bokhan N.A.

[1]Mental Health Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk, e-mail:mental@tnimc.ru;
[2]National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: plotnikov.e@mail.ru

In vitro investigations of effects of lithium ascorbate and lithium carbonate on the expression of lymphocyte surface receptors in blood samples of patients with alcohol dependence were carried out. The blood samples with lithium salts (end concentration 1.2 mmol/L per lithium ion) were incubated for 30 minutes (control – physiological solution) and for 24 hours in the complete RPMI-1640 medium (control – RPMI-1640 Medium). Lymphocyte subpopulation composition was assessed by flow cytometry. The total pool of lymphocytes ($CD45^+$) and their phenotypes: ($CD3^+CD19^-$); ($CD3^+CD4^+$); ($CD3^+CD8^+$); ($CD3^-CD16^+CD56^+$); ($CD3^+CD16^+CD56^+$), ($CD3^-CD19^+$); ($CD3^+HLA\text{-}DR^+$); ($CD3^-HLA\text{-}DR^+$); ($CD3^+CD95^+$) were revealed. In the conditions of 30-minute incubation, lithium salts did not exert influence on the membranes of mononuclear cells. With 24-hour incubation of blood samples with lithium salts their similar action on the membranes of mononuclear cells was established, which was characterized, mainly, by decreased expression receptors of NK-cells and increased expression of surface receptors for differentiation of T-cell subpopulations, more substantial in samples with lithium ascorbate. These data and revealed earlier by us biological effects of lithium ascorbate allowed characterizing this lithium salt as a promising compound for creation hereinafter of pharmacological agents with combined normothymic, antioxidant and membrane-protective action.

Keywords: lithium salts, lymphocyte surface receptors, alcohol dependence

Депрессии и болезни зависимости в современном мире остаются распространенными психическими заболеваниями, приводящими к серьезным социальным и экономическим потерям [1, 2]. В терапии аффективных расстройств и алкогольной зависимости с аффективными нарушениями находят применение препараты лития, чаще всего в виде карбоната, которые оказывают нормотимическое (антидепрессивное, седативное и антиманиакальное) действие [3–5, с. 114–116]. Накопленные данные биологических исследований подтверждают значимую роль в патогенезе алкоголизма механизмов воспаления, нейроиммунного взаимодействия и окислительного стресса [6–8]. В связи с этим актуальной задачей является разработка перспективных импортозамещающих соединений комплексного нормотимического, мембранопротекторного и антиоксидантного действия, расширяющих спектр фармакологических средств терапии психической патологии аффективного спектра. Таким комплексным действием могут обладать соли лития, содержащие в качестве биоактивного анионного лиганда аскорбат. Ранее нами в опытах *in vitro* было показано, что аскорбат лития, в отличие от карбоната лития (основы используемых в медицинской практике препаратов лития), оказывал выраженный гемопротекторный эффект, повышая устойчивость эритроцитов к этанол-индуцированному гемолизу [9]. Для более полной характеристики биологических эффектов аскорбата лития целесообразно дальнейшее изучение его влияния на мембраны клеток крови, в частности лимфоцитов – основных иммунокомпетентных клеток.

Цель исследования: изучить влияние аскорбата лития и карбоната лития, как соли сравнения, на экспрессию поверхностных рецепторов лимфоцитов в опытах *in vitro*.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования были образцы крови, взятые у 33 больных алкогольной зависимостью на 3–4 день поступления их в стационар после проведения курса дезинтоксикационной терапии. Диагноз пациентов по МКБ-10 квалифицировался как «Психические и поведенческие расстройства в результате употребления алкоголя (синдром зависимости – F10.21 и синдром отмены – F10.30). Все обследуемые были мужчины в возрасте 28–55 лет. Забор крови осуществляли из локтевой вены утром натощак с использованием системы Vacutainer с антикоагулянтом EDTA.

Субпопуляционный состав лимфоцитов определяли на проточном цитометре системы BD FACSCalibur (Becton Dickinson, USA) с применением набора реактивов этой фирмы, включающего моноклональные антитела с 4-цветными флуорохромными метками: FITC, PE, PERCP, APC. Выявляли: общий пул лимфоцитов ($CD45^+$); Т-клетки ($CD3^+CD19^-$); Т-хелперы ($CD3^+CD4^+$); цитотоксические Т-лимфоциты ($CD3^+CD8^+$); натуральные клетки-киллеры ($CD3^-CD16^+CD56^+$); TNK-клетки ($CD3^+$ $CD16^+CD56^+$), В-лимфоциты ($CD3^-CD19^+$); активированные Т-клетки ($CD3^+HLADR^+$); активированные лимфоциты фенотипа ($CD3^-HLADR^+$); клетки с Fas-рецепторами готовности к апоптозу – Fas/APO-1 ($CD3^+CD95^+$). Цитометрию проводили согласно инструкции к набору: к цельной крови добавляли специфические моноклональные антитела и инкубировали 15 мин при комнатной температуре в темноте. Далее для разрушения эритроцитов добавляли лизирующий раствор и инкубировали 15 мин при комнатной температуре в темноте. Детекцию клеток с поверхностными рецепторами к основным кластерам дифференцировки проводили в программе Cell Quest Pro. Количество клеток выражали в % от общего числа лимфоцитов ($CD45^+$) и обозначали как фоновые показатели субпопуляций лимфоцитов у пациентов.

Соли лития взвешивали на аналитических весах, растворяли в физиологическом растворе и получали маточные растворы с удобной концентрацией для дальнейшего внесения в экспериментальные нагрузочные пробы до конечной стандартной концентрации 1,2 ммоль/л в расчете на ион лития (Li^+). Эта концентрация лития соотносится с терапевтической дозой при применении в терапии расстройств аффективного спектра.

Влияние солей лития на экспрессию поверхностных рецепторов лимфоцитов осуществляли следующими методами:

– образцы крови инкубировали с солями лития стандартной концентрации при 37 °C в течение 30 мин, затем проводили цитометрию; параллельно ставили контрольные пробы, в которые вместо солей лития вносили равный объем физиологического раствора;

– в стерильных условиях цельную кровь разводили 1:1 полной средой RPMI-1640 с добавлением гентамицина, разведенную кровь вносили в лунки культурального планшета Cell Culture Plate (24-Well, Eppendorf), добавляли растворы солей лития до конечной стандартной концентрации лития, инкубировали в течение суток при 37 °C в CO_2 – инкубаторе. После инкубации осторожно отбирали часть супернатанта, в осадке клеток определяли количество субпопуляций лимфоцитов методом проточной цитометрии. Параллельно к опытным пробам ставили контроль со средой RPMI-1640.

Исследование с участием людей проведено с соблюдением принципов информированного согласия Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации и одобрено Локальным этическим комитетом при НИИ психического здоровья Томского НИМЦ (протокол № 361 от 23.10.2017 г.).

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием пакета программ STATISTICA для Windows, версия 12.0. Описательная статистика представлена медианой (Me) и межквартильным интервалом (LQ–UQ). Использовали уровень достоверности $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Данные эксперимента в условиях 30-минутной инкубации образцов крови с солями лития приведены в табл. 1.

Не было выявлено достоверных изменений количества клеток разных фенотипов во всех пробах по сравнению с фоновыми показателями, т.е. соли лития практически не оказывали влияния на экспрессию поверхностных рецепторов мононуклеаров в этих условиях эксперимента. Проведенные нами предварительные исследования с другим методическим подходом (внесение аскорбата лития непосредственно к реагентам в ходе проточной цитометрии) также не выявили эффектов соли на мембраны лимфоцитов [10].

Суточная инкубация образцов крови 26 больных алкоголизмом в полной среде RPMI-1640 приводила к значимым изменениям популяционного состава мононуклеаров (табл. 2).

Как в нагрузочных пробах образцов крови с солями лития, так и в контрольных пробах (инкубация в среде RPMI без солей лития) после суточной экспозиции отмечена достоверная, по сравнению с фоновыми показателями, стимуляция экспрессии поверхностных рецепторов, идентифицирующих фенотипы зрелых Т-лимфоцитов ($CD3^+CD19^-$), Т-хелперов ($CD3^+CD4^+$), цитотоксических Т-лимфоцитов ($CD3^+CD8^+$), натуральных киллеров Т-клеток – TNK-клеток ($CD3^+D16^+CD56^+$), а также супрессия рецепторов фенотипов В-лимфоцитов ($CD3^-CD19^+$), активированных лимфоцитов, экспрессирующих антиген MHC класса II ($CD3^-HLADR^+$).

О фактическом влиянии солей лития на экспрессию рецепторов мононуклеаров можно судить, сравнивая результаты в нагрузочных пробах и в контрольных пробах. Анализ выявил практически однонаправленное действие аскорбата лития и соли сравнения карбоната лития на лимфоциты в условиях 24-часовой инкубации: повышение Т-клеточной субпопуляции и снижение натуральных NK-клеток. При этом в нагрузочных пробах с аскорбатом лития повышался процент общего количества Т-лимфоцитов ($CD3^+CD19^-$) и Т-хелперов ($CD3^+CD4^+$); а в пробах с карбонатом лития – Т-хелперов. Что касается активированных лимфоцитов фенотипа $CD3^-HLADR^+$, то обе соли снижали их количество по отношению к фоновым значениям, в пробах с аскорбатом лития их процент был несколько выше контрольных значений.

Таблица 1

Влияние солей лития на экспрессию поверхностных рецепторов лимфоцитов больных алкоголизмом в условиях 30-минутной инкубации (Me (LQ – UQ))

Фенотипы лимфоцитов, %	Фоновые показатели n = 7	Нагрузочные пробы с солями лития (доза лития 1,2 ммоль/л)		Контрольные пробы n = 7
		карбонат лития n = 7	аскорбат лития n = 7	
$CD3^+CD19^-$	70,00 (68,50; 73,50)	74,00 (71,00; 78,00)	74,5 0 (71,50; 76,50)	74,00 (70,00; 77,50)
$CD3^+CD4^+$	48,00 (45,00; 49,50)	49,00 (45,50; 54,50)	49,00 (45,00; 53,50)	47,50 (45,50; 52,00)
$CD3^+CD8^+$	23,00 (20,50; 26,50)	23,50 (19,50; 28,00)	24,00 (19,50; 29,00)	25,50 (21,00; 29,00)
$CD3^-CD19^+$	9,50 (5,50; 15,50)	8,50 (4,50; 12,00)	6,50 (5,00; 14,50)	9,00 (5,50; 12,50)
$CD3^-CD16^+CD56^+$	14,00 (15,50; 18,50)	17,00 (12,00; 20,50)	15,50 (9,50; 20,50)	15,00 (11,00; 21,00)
$CD3^+ D16^+CD56^+$	3,00 (2,50; 3,50)	4,00 (3,00; 5,50)	5,00 (2,50; 7,50)	5,50 (3,50; 7,50)
$CD3^+HLADR^+$	3,00 (2,00; 6,00)	3,00 (2,00; 5,00)	3,00 (2,00; 4,00)	2,00 (2,00; 3,00)
$CD3^-HLADR^+$	13,00 (7,00; 19,00)	12,00 (6,00; 16,00)	12,00 (6,00; 16,00)	12,00 (5,00; 18,00)
$CD3^+CD95^+$	4,00 (,00; 6,00)	5,00 (4,00; 6,00)	4,00 (4,00; 5,00)	4,00 (3,00; 5,00)

П р и м е ч а н и е . Фоновые показатели – количество периферических лимфоцитов у пациентов; контрольные пробы – инкубация с физиологическим раствором.

Таблица 2

Влияние солей лития на экспрессию поверхностных рецепторов лимфоцитов больных алкоголизмом в условиях 24-часовой инкубации (Me (LQ – UQ))

Фенотипы лимфоцитов,%	Фоновые показатели n = 26	Нагрузочные пробы с солями лития (доза лития 1,2 ммоль/л)		Контрольные пробы n = 26
		Лития карбонат n = 26	Лития аскорбат n = 26	
$CD3^+CD19^-$	77,50 (70,00; 82,00)	81,00 (76,00; 89,00) *	82,50 (76,0; 89,00) *#	81,50 (75,00; 89,00) *
$CD3^+CD4^+$	47,00 (44,00; 54,00)	53,50 (45,00; 61,00) *#	53,00 (47,0; 61,00) * #	54,00 (45,00; 58,00) *
$CD3^+CD8^+$	23,00 (18,00; 32,00)	25,00 (18,00; 35,00) *	25,50 (19,0; 34,00) *	26,00 (18,00; 35,00) *
$CD3^-CD19^+$	9,00 (7,00; 11,00)	6,50 (5,00; 9,00) *	6,00 (6,00; 9,00) *	6,50 (4,00; 8,00) *
$CD3^-CD16^+CD56^+$	11,00 (8,00; 18,00)	9,50 (5,00; 15,00) *#	9,00 (5,00; 14,00) * #	11,50 (5,00; 15,00)
$CD3^+ D16^+CD56^+$	2,00 (1,00; 4,00)	5,00 (3,00; 9,00) *	5,50 (4,00; 9,00) *	6,00 (3,00; 10,00) *
$CD3^+HLADR^+$	2,00 (2,00; 4,00)	2,00 (1,00; 3,00)	2,00 (2,00; 3,00)	2,00 (1,00; 2,00)
$CD3^-HLADR^+$	10,00 (8,00; 12,00)	6,00 (5,00; 9,00) *	7,00 (4,00; 9,00) * #	6,00 (4,00; 8,00) *
$CD3^+CD95^+$	2,00 (2,00; 3,00)	2,00 (2,00; 3,00)	2,00 (2,00; 3,00)	2,00 (1,00; 3,00)

П р и м е ч а н и е . * $p < 0,05$ при сравнении при помощи критерия Уилкоксона с фоновыми показателями (количество периферических лимфоцитов у пациентов); # $p < 0,05$ при сравнении с контрольными пробами (среда RPMI).

Накопленные в литературе данные свидетельствуют о том, что хроническое воздействие алкоголя влияет на все компоненты иммунной системы, нарушает баланс между различными типами клеток, ухудшает их функционирование, снижает иммунную защиту от различных патогенов.

Показано, что на фоне снижения общей популяции В-лимфоцитов у больных алкоголизмом наблюдается повышенная концентрация сывороточных иммуноглобулинов, что может быть связано с образованием антител к аутоантигенам этанол-индуцированных поврежденных органов, а также к белковым аддуктам продуктов метаболизма этанола и окислительного стресса [11]. Сообщается также, что хроническое употребление алкоголя приводит к лимфопении с потерей циркулирующих не только В-клеток, но и Т-клеток [11]. В наших исследованиях у больных алкоголизмом не выявлено снижение субпопуляций Т-лимфоцитов [10]. Эти разногласия с данными литературы в отношении Т-клеточной супрессии у больных алкоголизмом могут быть обусловлены разными причинами, и основными, по нашему мнению, являются особенности клинического состояния пациентов и этап терапевтического комплекса, на котором проводилось взятие крови для исследования. Вместе с тем имеются сведения о высокой подверженности больных алкоголизмом различным инфекциям, что обусловлено нарушениями при хроническом воздействии этанола вирус-специфического ответа Т-лимфоцитов. Один из механизмов этих нарушений связан с ненормальным функционированием антиген-презентирующих клеток в неблагоприятной белковой среде в результате образования продуктов метаболизма этанола и окислительного стресса [12]. Эти неблагоприятные явления могут быть значительно уменьшены с помощью различных антиоксидантных средств [13, 14]. Аскорбат лития, как показали наши исследования, в отличие от карбоната лития, обладает выраженным антиоксидантным действием [14]. Возможно, что аскорбат лития в культуре клеток крови создает более благоприятную костимулирующую белковую среду для последующей активации Т-клеток с повышением экспрессии поверхностных антигенов дифференцировки Т-лимфоцитов ($CD3^+$) и Т-хелперов ($CD3^+CD4^+$). Вместе с тем антиоксидантное действие аскорбата лития в дозе, используемой в эксперименте, не проявлялось в отношении NK-клеток, хотя имеются данные, что уровень продуктов окисления этанола коррелирует с подавлением функции естественных клеток-киллеров, в частности, в печени [15].

Многие исследователи приходят к выводу, что молекулярные механизмы, лежащие в основе воздействия этанола на системы организма, остаются неясными и полностью не раскрытыми, однако накопленные данные убедительно свидетельствуют о снижении защитных антиоксидантных и иммунных функций у больных алкоголизмом. Сложность лекарственной терапии алкогольной зависимости с аффективными нарушениями делает необходимыми изыскание и разработку новых фармакологических средств, обладающих комплексным действием и снижающих токсические нагрузки на организм.

Заключение

Проведенные исследования установили, что аскорбат лития и карбонат лития, используемый нами в качестве соли сравнения, в условиях 30 минутной инкубации с образцами крови больных алкоголизмом не оказывали влияния на экспрессию поверхностных рецепторов лимфоцитов. При суточной инкубации в среде RPMI-1640 образцов крови с исследуемыми солями лития установлено их однонаправленное действие на мембраны мононуклеаров, которое в основном характеризовалось снижением экспрессии рецепторов NK-клеток и повышением экспрессии поверхностных рецепторов дифференцировки Т-клеточных субпопуляций, более выраженным в пробах с аскорбатом лития. Полученные результаты в ходе настоящего исследования, а также выявленные нами ранее антиоксидантный и гемопротекторный эффекты аскорбата лития повышают перспективы его применения как основы для разработки фармакологических средств, обладающих комбинированным нормотимическим, мембранопротекторным, антиоксидантным действием.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда, проект № 17-75-20045.

Список литературы

1. Бохан Н.А., Воеводин И.В., Лукьянова Н.А., Пушкаренко А.Б. Аддиктивные и тревожно-депрессивные расстройства у студентов Томской области: динамика, половозрастной и миграционный аспекты // Сибирский вестник психиатрии и наркологии. 2017. № 3 (96). С. 38–45.

2. Miller T.R., Nygaard P., Gaidus A., Grube J.W., Ponicki W.R., Lawrence B.A., Gruenewald P.J. Heterogeneous Costs of Alcohol and Drug Problems Across Cities and Counties in California. Alcohol. Clin .Exp. Res. 2017. vol. 41. no. 4. P. 758–768. DOI: 10.1111/acer.13337.

3. Prisciandaro J.J., Brown D.G., Brady K.T., Tolliver B.K. Comorbid anxiety disorders and baseline medication regimens predict clinical outcomes in individuals with co–occurring bipolar disorder and alcohol dependence: Results of a randomized controlled trial. Psychiatry Res. 2011. vol. 188. no. 3. P. 361–365. DOI: 10.1016/j.psychres.2011.04.030.

4. Malhi G.S., Outhred T. Therapeutic Mechanisms of Lithium in Bipolar Disorder: Recent Advances and Current Understanding. CNS Drugs. 2016. vol. 1. no 10. P. 931–949. DOI: 10.1007/s40263-016-0380-1.

5. Машковский М.Д. Лекарственные средства. 16-е изд. М.: Новая Волна, 2017. 1200 с.

6. Kelley K.W., Dantzer R. Alcoholism and inflammation: neuroimmunology of behavioral and mood disorders. Brain Behav Immun. 2011. vol. 25. Suppl 1. P. 13–20. DOI: 10.1016/j.bbi.2010.12.013.

7. Vetreno R.P., Crews F.T. Current hypotheses on the mechanisms of alcoholism. Handb. Clin. Neurol. 2014. vol. 125. P. 477–497. DOI: 10.1016/B978-0-444-62619-6.00027-6.

8. Parthasarathy R., Kattimani S., Sridhar M.G. Oxidative stress during alcohol withdrawal and its relationship with withdrawal severity. Indian J. Psychol. Med. 2015. vol. 37. no 2. P. 175–180. DOI: 10.4103/0253-7176.155617.

9. Ветлугина Т.П., Плотников Е.В., Никитина В.Б., Лобачева О.А., Савочкина Д.Н., Радионова Т.С., Плотников В.М., Бохан Н.А. Исследование гемопротекторной активности аскорбата лития // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4–2. С. 368–370.

10. Ветлугина Т.П., Савочкина Д.Н., Рощина О.В., Никитина В.Б., Мартыненко Л.И., Плотников Е.В. Показатели красной крови и Т-лимфоциты у больных алкоголизмом; защитный потенциал аскорбата лития // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 12–2. С. 272–276.

11. Pasala S., Barr T., Messaoudi I. Impact of Alcohol Abuse on the Adaptive Immune System. Alcohol. Res. 2015. vol. 37. no 2. P. 185–197. PMCID: PMC4590616.

12. Eken A., Ortiz V., Wands J.R. Ethanol inhibits antigen presentation by dendritic cells. Clin. Vaccine Immunol. 2011. vol. 18. no 7. P. 1157–1166. DOI: 10.1128/CVI.05029-11.

13. Simet S.M., Sisson J.H. Alcohol's Effects on Lung Health and Immunity. Alcohol. Res. 2015. vol. 37. no. 2. P. 199–208. PMID: 26695745.

14. Бохан Н.А., Прокопьева В.Д., Иванова С.А., Ветлугина Т.П., Епимахова Е.В., Плотников Е.В., Ярыгина Е.Г., Бойко А.С. Окислительный стресс и его коррекция у больных алкогольной зависимостью: итоги исследований в НИИ психического здоровья Томского НИМЦ // Вопросы наркологии. 2018. № 3 (163). С. 27–59.

15. Ceni E., Mello T., Galli A. Pathogenesis of alcoholic liver disease: role of oxidative metabolism. World J. Gastroenterol. 2014. vol. 20. no. 47. P. 17756–17772. DOI: 10.3748/wjg.v20.i47.17756.

УДК 616-006

ЭКСПРЕССИЯ ПРОТЕИНКИНАЗЫ Mζ В ДИФФУЗНЫХ И ОТГРАНИЧЕННЫХ ГЛИАЛЬНЫХ ОПУХОЛЯХ

Никитин П.В., Рыжова М.В., Зубова И.В., Шугай С.В.

ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии имени акад. Н.Н. Бурденко», Москва, e-mail: nikitinpaulv@yandex.ru

Глиальные опухоли представляют собой важную проблему в современной нейроонкологии. Существует множество нерешенных фундаментальных проблем их канцерогенеза, транслируемых в практическую плоскость, в частности недостатки в понимании механизмов канцерогенеза служат одной из причин трудностей в разработке средств таргетной терапии. В данной работе мы решили изучить роль мозгоспецифичной атипической изоформы протеинкиназы С – протеикиназы Mζ (ПК Mζ) – в развитии двух видов глиальных опухолей – диффузных астроцитомах с мутацией в гене *IDH1* (ДА) и пилоидных астроцитомах (ПА) с помощью иммуногистохимического исследования с подсчетом процента клеток, экспрессирующего ПК Mζ (ПКЭ Mζ), и histoscore ПК Mζ. Мы показали наличие статистически достоверных отличий в значениях ПКЭ Mζ, в ДА данный показатель составил 40,84 ± 0,64 %, в ПА – 29,35 ± 0,76 %. Аналогичная картина наблюдалась также при подсчете histoscore ПК Mζ, в ДА данный показатель составил 167,12 ± 3,4 %, в то время как в ПА 105,7 ± 4,19 %, выявленные различия были также статистически достоверными. Таким образом, мы впервые описали экспрессию ПК Mζ в ДА и ПА. Более того, мы выявили более активную экспрессию ПК Mζ в ДА по сравнению с ПА.

Ключевые слова: диффузная астоцитома, пилоидная астроцитома, протеинкиназа Mζ

EXPRESSION OF PROTEIN KINASE Mζ IN DIFFUSE AND DELIMITED GLIAL TUMORS

Nikitin P.V., Ryzhova M.V., Zubova I.V., Shugay S.V.

N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Moscow, e-mail: nikitinpaulv@yandex.ru

Glial tumors are an important problem in modern neuro-oncology. There are many unsolved fundamental issues on their carcinogenesis that are translated into practical terms, in particular, shortcomings in understanding the mechanisms of carcinogenesis are one of the reasons for the difficulties in developing targeted therapies. In this article, we decided to study the role of the brain-specific atypical isoform of protein kinase C – proteikinase Mζ (PKMζ) – in the development of two glial tumors types – diffuse astrocytomas with a mutation in the *IDH1* gene (DA) and piloid astrocytomas (PA) using immunohistochemical studies with counting the percentage of cells expressing PK Mζ (PKE Mζ) and PK Mζ histoscore. We showed statistically significant differences in the PKE Mζ values, in DA this indicator was 40.84 ± 0.64 %, in PA – 29.35 ± 0.76 %. A similar picture was also observed in case of PK M ζ histoscore, in DA this indicator was 167.12 ± 3.4 %, while in PA 105.7 ± 4.19 %, the identified differences were also statistically significant. Thus, we first described the expression of PK M ζ in DA and PA. Moreover, we found a more active expression of PK Mζ in DA compared to PA.

Keywords: diffuse astrocytoma, pilocytic astrocytoma, proteinkinase Mζ

Глиальные опухоли представляют собой важную проблему в современной нейроонкологии. Данный вопрос актуален не только в практической плоскости – эффективных средств таргетной терапии как для диффузных, так и для отграниченных глиальных опухолей не разработано, но и в фундаментальной – вопросы патогенеза различных видов глиом остаются не до конца изученными. Конечно, логично предположить, что между двумя этими посылами существует непосредственная взаимосвязь – пробелы в понимании фундаментальных механизмов канцерогенеза определяют неполноценность теоретической базы для создания эффективных, высокотехнологичных средств терапии. Именно поэтому дальнейшее, более глубокое изучение ключевых принципов канцерогенеза является важнейшей задачей, имеющей как фундаментальное, так и прикладное значение.

Большую часть глиом согласно классификации опухолей центральной нервной системы (ЦНС) Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 2016 г. можно разделить на две условные группы, одна из них включает в себя диффузные глиальные опухоли, другая составлена из опухолей с относительно отграниченным ростом [1]. Среди диффузных глиом наименьшим злокачественным потенциалом обладают диффузные астроцитомы, Grade II по классификации ВОЗ, несущие в себе мутацию генов *IDH1* или *IDH2*. Данные мутации являются важнейшим генетическим событием в патогенезе глиом, определяющим ряд молекулярно-биологических изменений в диффузных астроцитомах и имеющим непосредственное влияние на прогноз: пациенты с диффузными астроцитомами с мутацией в генах *IDH1* или *IDH2* отличаются лучшим прогнозом по сравнению с пациентами с диффузными астроцитомами без мутаций данных генов [2–4]. При этом мутация в гене IDH1 встречается в подавляющем большинстве случаев [2, 3].

Самыми распространенными среди отграниченных глиальных опухолей ЦНС являются пилоидные астроцитомы. Данные опухоли возникают преимущественно у детей и молодых взрослых [5]. Гистологически они характеризуются преимущественно отграниченным от окружающей мозговой ткани ростом. При этом основным драйверным событием в канцерогенезе данных опухолей является активация сигнального каскада рецепторов тирозинкиназы, мишенью мутационных изменений при этом наиболее часто является белок *BRAF* [6]. Данные опухоли относительно доброкачественные, им присвоен Grade I по ВОЗ, тем не менее они могут рецидивировать и подвергаться малигнизации [6].

Целый ряд вопросов, связанных с патогенезом как диффузных, так и отграниченных глиальных опухолей остается неизученным. В частности, важным представляется характеристика не только драйверных событий канцерогенеза, но и других звеньев патогенеза, обеспечивающих рост и прогрессирование опухоли. Большую роль в этом вопросе играют эффекторные белки, такие как протеинкиназы. Среди всех представителей данного класса белков серьезный интерес представляют особые формы протеинкиназ – так называемые атипические изоформы протеинкиназы С.

Протеинкиназы класса С (ПК С) играют важнейшую роль в реализации целого ряда клеточных функций, связанных с пластическим обменом, энергетическим метаболизмом, пролиферацией клеток и регуляцией клеточного цикла. Все ферменты класса протеинкиназ С делятся на несколько семейств, отличающихся своими биохимическими и молекулярно-биологическими свойствами. Это традиционные или классические протеинкиназы, новые или нестандартные протеинкиназы и атипические изоформы протеинкиназы С. Традиционные протеинкиназы С взаимодействуют с Са2+, диацилглицеролом или фосфатидилхолином для своей активации. Новые протеинкиназы С активируются молекулами диацилглицерола и не требуют Са2+. Атипические изоформы протеинкиназы С не требуют для своей активации ни Са2+, ни диацилглицерола. К членам данного семейства относятся такие протеинкиназы, как протеинкиназа С ζ (ПКС ζ), протеинкиназа Мζ (ПК Мζ) и протеинкиназы С iota (ПК Сi) и протеинкиназа С λ [7].

Данные ферменты обладают необычными свойствами, в частности более высокой, чем у других представителей их класса, каталитической активностью [7]. Поскольку атипические изоформы протеинкиназы С не требуют для своей активации никаких дополнительных кофакторов, они, в отличие от большинства других протеинкиназ, могут выступать не только в качестве вторичных посредников в реализации различных функций, но и в роли независимых и самостоятельных регуляторов этих функций, в том числе метаболических и пролиферативных процессов [7].

Наиболее уникальными свойствами среди всех представителей данного класса белков обладает ПК Мζ, которая является автономно активирующимся фрагментом ПКС ζ, имеющим самостоятельное значение. ПК Мζ не содержит регулирующего аутоингибиторного домена [8], поэтому после своего синтеза она остается активной до тех пор, пока не подвергнется процессу деградации. Активация клетки, требующая её длительных пластических перестроек, приводит к освобождению мРНК ПК Мζ от трансляционного блока посредством активации вторичных посредников. Последующее фосфорилирование ПК Мζ PDK1 ферментом затем превращает её в конформацию с высокой конститутивной активностью [9]. Таким образом, трансляция мРНК ПК Мζ приводит к синтезу белка, идентичного каталитической части молекулы ПКС ζ, но с отсутствием каких-либо регуляторных доменов. Поэтому, будучи синтезированной, ПК Мζ является конститутивно активной, не требуя повторного связывания с какими-либо посредниками. Считается, что эта постоянная активность позволяет ПК Мζ играть ключевую роль в поддержании длительно существующих пластических перестроек в клетках головного мозга [10, 11].

Целью данного исследования явилось проведение сравнительного анализа наличия и активности экспрессии ПК Мζ в наиболее близких с гистогенетической точки зрения видах глиальных опухолей, представляющих разные опухолевые классы: диффузных астроцитомах с мутацией в гене *IDH1*, имеющих диффузный характер роста, и пилоидных астроцитомах, растущих преимущественно отграниченно в окружающей мозговой ткани.

Материалы и методы исследования

Группы исследования и их характеристика

В ретроспективном, слепом, рандомизированном исследовании были изучены 30 образцов опухолей от пациентов с установленным диагнозом диффузной астроцитомы с мутацией в гене *IDH1* (Grade II по ВОЗ)

(ДА), а также 30 образцов опухолей пациентов с установленным диагнозом пилоидной астроцитомы (Grade I по ВОЗ) (ПА), проходивших хирургическое лечение в ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко в 2018 г. Определение мутационного статуса гена *IDH1* проводилось с помощью прямого секвенирования по методу Сенгера.

Проведение иммуногистохимического исследования

Из парафиновых блоков с фиксированными в них образцами опухолей изготавливали срезы толщиной 3 мкм, депарафинировали с использованием ксилола и повторно гидратировали с помощью различных концентраций этанола, срезы высушивали в термостате при 45 °С. Затем срезы последовательно инкубировали с кроличьими моноклональными антителами против антигена ПК Mζ человека (Abcam, Великобритания) и после этого конъюгировали с антикроличьими мышиными IgG антителом против пероксидазы хрена (Cell Marque, «Sigma-Aldrich», США). Сайты связывания антител визуализировали с использованием тетрагидрохлорида 3,3’-диаминобензидина («Ventana Medical Systems», США), ядра клеток окрашивали гематоксилином.

Обработка результатов иммуногистохимического исследования

Образцы изучались под световым микроскопом на увеличении ×400 тремя опытными патологами, не знакомыми с исходными данными пациентов. Активность экспрессии ПК Mζ подсчитывали количественным методом, определяя процент клеток, экспрессирующих данный маркер (ПКЭ Mζ), а также полуколичественным методом histoscore. При подсчете ПКЭ Mζ три опытных патолога высчитывали соотношение клеток с наличием экспрессии ПК Mζ и общего числа клеток, выраженное в процентах. Результаты подсчета усредняли.

Для определения histoscore ПК Mζ процент клеток со слабоположительным окрашиванием (низкая интенсивность экспрессии) умножался на один, процент клеток с умеренно положительным окрашиванием (средняя интенсивность экспрессии) умножался на два и, наконец, процент клеток с сильно положительным окрашиванием (высокая интенсивность экспрессии) умножался на три, после чего результат суммировался [12]. При этом для оценки степени выраженности экспрессии маркеров применялось колориметрическое исследование с помощью эталонной модели CIE XYZ. Для этого с помощью микроскопа Carl Zeiss Scope.A1, камеры Axiocam 105 color (Zeiss AG, Германия) и программ для формирования и анализа изображений ZEN 2 (Zeiss AG, Германия), ImageJ (NIH, США) и Adobe Photoshop (Adobe Systems, США) определялись суммарные средние значения по красной кривой (X), зеленой кривой (Y) и синей кривой (Z). После этого, программным способом вычислялись средние колориметрические показатели (СКП) для каждой метки в отдельности. В случае, если СКП составлял 170 и более, интенсивность экспрессии считалась низкой, при значении СКП 85 и более средней и при показателе СКП менее 85 активность экспрессии считалась высокой. Данные, полученные при подсчете тремя патологами, усреднялись.

Статистическая обработка результатов исследования

Статистическая обработка проводилась с помощью программного обеспечения Statistica 10 (StatSoft, США). Для определения достоверности различий показателей активности экспрессии ПК Mζ в двух группах применялся U-критерий Манна – Уитни. Различия считали достоверными при значении $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Характеристика групп исследования

Средний возраст пациентов в ДА группе на момент операции составлял 38,15 ± 3,12 года, при этом мужчины составили 60 % исследуемых (n = 18), женщины 40 % (n = 12). Также в группе ПА средний возраст на момент операции составлял 16,87 ± 2,14 года. Мужчины в данной группе составляли 53,33 % (n = 16), женщины 46,67 % (n = 14).

Определение процента клеток с положительной экспрессией ПК Mζ

При определении процента клеток с положительной экспрессией ПК Mζ было выявлено, что ПКЭ Mζ в ДА группе составляет в среднем 40.84 ± 0.64 %. В то же время в группе ПА средний показатель ПКЭ Mζ был меньше и составил 29,35 ± 0,76 % (рис. 1). При этом выявленные различия носили статистически достоверный характер ($p < 0,0001$, $z = 6,43$).

Выявление различий в histiscore ПК Mζ в диффузных и пилоидных астроцитомах

В группе ДА среднее значение histiscore ПК Mζ составило 167,12 ± 3,4 %. Средний показатель histiscore ПК Mζ в группе ПА был меньше и составил 105,7 ± 4,19 % (рис. 2). Указанные различия носили статистически достоверный характер ($p < 0,0001$, $z = 6,56$).

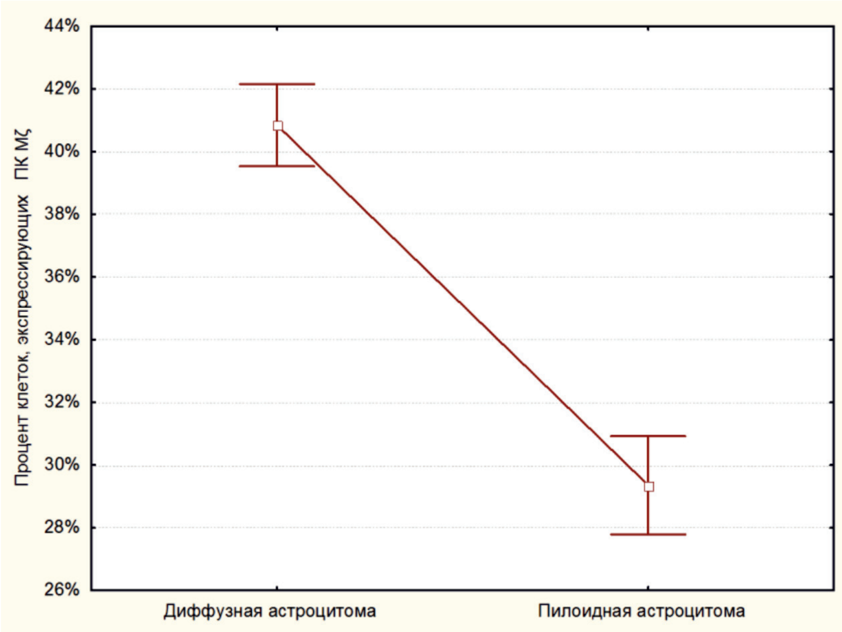


Рис. 1. Значения процента клеток, экспрессирующих ПК Mζ в диффузных и пилоидных астроцитомах. Уровень экспрессии данного маркера статистически достоверно выше в диффузных астроцитомах ($p < 0,0001$, $z = 6,43$)

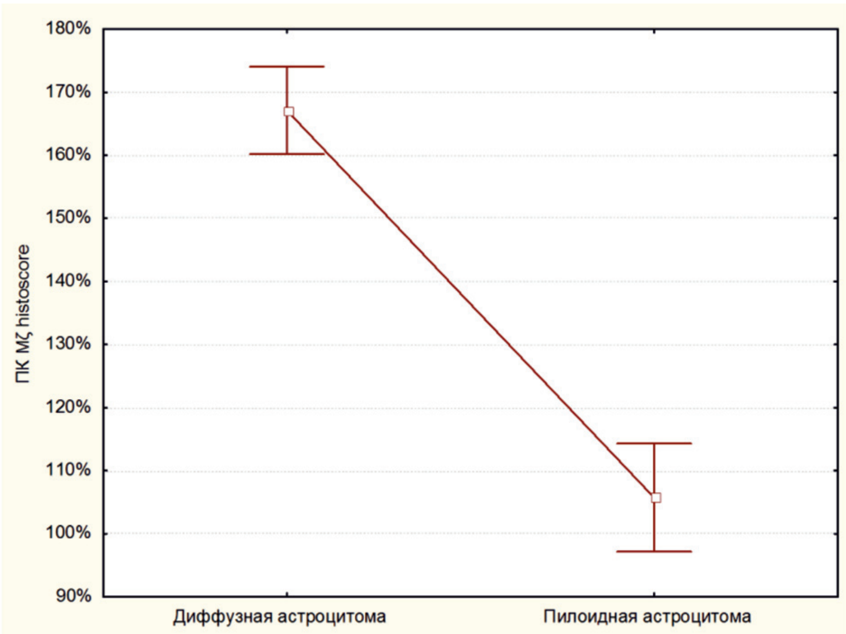


Рис. 2. Значения histiscore ПК Mζ в диффузных и пилоидных астроцитомах. Степень активности экспрессии ПК Mζ в диффузных астроцитомах выше, чем в пилоидных астроцитомах ($p < 0,0001$, $z = 6,56$)

Роль ПК Mζ в развитии опухолевых заболеваний изучена крайне мало. В одном из немногих исследований было выявлено участие ПК Mζ-подобной формы в развитии острого лимфобластного лейкоза [11]. Необходимо отметить, что в данном случае ПК Mζ синтезируется как результат редкой мутации и встречается крайне нечасто и только в патологических условиях, несколько отличаясь своим молекулярным строением и свойствами.

Что касается опухолей головного мозга, то исследований роли ПК Mζ в развитии опухолей данной локализации не проводилось. Тем не менее было обнаружено, что ПК Mζ вовлекается в процессы пролиферации нейронов при нейрогенезе и может быть вовлечен в пролиферативные каскады в клетках астроцитарной глии. Это подчеркивает возможную ключевую эффекторную роль ПК Mζ в поддержании стволовых свойств клеток, что немаловажно в вопросах канцерогенеза.

В рамках данного исследования нам впервые удалось показать наличие экспрессии ПК Mζ как в астроцитомах с отграниченным характером роста на примере пилоидных астроцитом, так и в астроцитомах с диффузным ростом на примере диффузных астроцитом с наличием мутации в гене *IDH1*. При этом сравнительный анализ позволил выявить статистически значимые различия в активности экспрессии между ДА и ПА: экспрессия ПК Mζ была более активной в ДА, нежели в ПА. Интересно заметить, что данные различия наблюдались не только в количественном аспекте – обнаружено различие процента клеток, экспрессирующего ПК Mζ, но и в полуколичественном – в исследуемых группах различались также показатели histoscore.

В целом можно отметить, что ПК Mζ экспрессируется достаточно активно и в ПА, и в ДА, поэтому данный молекулярный фактор может играть существенную роль в развитии обоих онкологических процессов. Тем не менее, по-видимому, именно в патогенезе диффузных глиом в целом и ДА в частности ПК Mζ играет наибольшую роль. Однако участие ПК Mζ в канцерогенезе как диффузных, так и отграниченных глиальных опухолей требует дополнительного изучения.

Полученные результаты свидетельствуют о существенной роли факторов, играющих роль эффекторов, но в данном случае важно отметить, что ПК Mζ является специфическим эффектором, характерным исключительно для мозговой ткани. Именно поэтому фактически ПК Mζ представляет собой специфический фактор канцерогенеза глиальных опухолей. То есть роль данной протеинкиназы сходна с ролью мутаций в генах *IDH1* и *IDH2*, только проявление этой роли происходит не на генетическом, а непосредственно на протеомическом, функциональном уровне. В этом аспекте ПК Mζ представляет огромный интерес не только с точки зрения понимания фундаментальных механизмов канцерогенеза глиальных опухолей, но и в отношении практического применения как диагностического маркера и потенциальной мишени для таргетной терапии.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-01034 мк.

Список литературы

1. Louis D.N., Perry A., Reifenberger G., von Deimling A., Figarella-Branger D., Cavenee W.K., Ohgaki H., Wiestler O.D., Kleihues P., Ellison D.W. The 2016 World Health Organization Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. Acta Neuropathol. 2016. V. 131 (6). P. 803–820. DOI: 10.1007/s00401-016-1545-1.

2. Balss J., Meyer J., Mueller W., Korshunov A., Hartmann C., von Deimling A. Analysis of the IDH1 codon 132 mutation in brain tumors. Acta Neuropathol. 2008. V 116 (6). P. 597–602. DOI: 10.1007/s00401-008-0455-2.

3. Yan H., Parsons D.W., Jin G., McLendon R., Rasheed B.A., Yuan W., Kos I., Batinic-Haberle I., Jones S., Riggins G.J., Friedman H., Friedman A., Reardon D., Herndon J., Kinzler K.W., Velculescu V.E., Vogelstein B., Bigner D.D. IDH1 and IDH2 mutations in gliomas. N. Engl. J. Med. 2009. V. 360 (8). P. 765–773. DOI: 10.1056/NEJMoa0808710.

4. Hartmann C., Hentschel B., Tatagiba M., Schramm J., Schnell O., Seidel C., Stein R., Reifenberger G., Pietsch T., von Deimling A., Loeffler M., Weller M; German Glioma Network. Molecular markers in low-grade gliomas: predictive or prognostic? Clin. Cancer Res. 2011. V. 17 (13). P. 4588–4599. DOI: 10.1158/1078-0432.CCR-10-3194.

5. Ostrom Q.T., Gittleman H., Liao P., Rouse C., Chen Y., Dowling J., Wolinsky Y., Kruchko C., Barnholtz-Sloan J. CBTRUS statistical report: primary brain and central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2007-2011. Neuro Oncol. 2014. V. 16. Suppl 4. P. iv1-iv63. DOI: 10.1093/neuonc/nou223.

6. Jones D.T., Hutter B., Jäger N., Korshunov A., Kool M., Warnatz H.J., Zichner T., Lambert S.R., Ryzhova M., Quang D.A. et al. Recurrent somatic alterations of FGFR1 and NTRK2 in pilocytic astrocytoma. Nat Genet. 2013. V. 45 (8). P. 927–932. DOI: 10.1038/ng.2682.

7. Zeng L., Webster S.V., Newton P.M. The biology of protein kinase C. Adv. Exp. Med. Biol. 2012. V. 740. P. 639–661. DOI: 10.1007/978-94-007-2888-2_28.

8. Hernandez A.I., Blace N., Crary J.F., Serrano P.A., Leitges M., Libien J.M., Weinstein G., Tcherapanov A., Sacktor T.C. Protein kinase M zeta synthesis from a brain mRNA encoding an independent protein kinase C zeta catalytic domain. Implications for the molecular mechanism of memory. J. Biol. Chem. 2003. V. 278 (41). P. 40305–40316.

9. Pastalkova E., Serrano P., Pinkhasova D., Wallace E., Fenton A.A., Sacktor T.C. Storage of spatial information by the maintenance mechanism of LTP. Science. 2006. V. 313 (5790). P. 1141–1144.

10. Sacktor T.C. PKMzeta, LTP maintenance, and the dynamic molecular biology of memory storage. Prog Brain Res. 2008. V. 169. P. 27–40. DOI: 10.1016/S0079-6123(07)00002-7. Review.

11. Hartsink-Segers S.A., Beaudoin J.J., Luijendijk M.W., Exalto C., Pieters R., Den Boer M.L. PKCζ and PKMζ are overexpressed in TCF3-rearranged paediatric acute lymphoblastic leukaemia and are associated with increased thiopurine sensitivity. Leukemia. 2015. V. 29 (2). P. 304–311. DOI: 10.1038/leu.2014.210.

12. Wang Y.X., Zhang X.R., Zhang Z.J., Li L., Xi G.J., Wu D., Wang Y.J. Protein kinase Mζ is involved in the modulatory effect of fluoxetine on hippocampal neurogenesis in vitro. Int. J. Neuropsychopharmacol. 2014. V. 17 (9). P. 1429–1441. DOI: 10.1017/S1461145714000364.

УДК 616-054-071.3

СОМАТОТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ОСТЕОХОНДРОЗА У МУЖЧИН

Сакибаев К.Ш.

Ошский государственный университет Министерства образования и науки Кыргызской Республики, Ош, e-mail: 2sksh@rambler.ru

Целью данного исследования явилось выявление у мужчин зрелого возраста антропометрических и соматотипологических маркеров, сигнализирующих о повышенной возможности развития остеохондроза пояснично-крестцового отдела позвоночника. Методом комплексной антропометрии и соматотипирования проведено исследование физического статуса у 102 мужчин – киргизов 2-го периода зрелого возраста, находящихся на лечебных учреждениях г. Ош (Кыргызстан). Группу сравнения составили 300 мужчин этого возраста без соматических заболеваний (условная норма). Весь комплекс проведенных анатомо-антропометрических обследований соответствовал общепринятым этическим нормам, с оформлением информированного согласия всех обследованных. Статистическая обработка данных включала вычисление среднеарифметических показателей, их ошибок. Оценка различий проводилась по методу Стьюдента при $p < 0,05$. Результаты показывают, что среди мужчин основной группы представителей брюшного соматотипа (54%) в 1,8 раза больше ($p < 0,05$), а мускульного соматотипа (12%), напротив, в 1,8 раза меньше ($p < 0,05$), чем в контроле. Относительное представительство мужчин грудного (8%) и неопределенного (26%) соматотипов, страдающих пояснично-крестцовым радикулитом, почти не отличается от контроля. Маркерами высокой вероятности формирования этой нозологической формы являются, по нашим данным, увеличение толщины кожно-жировых складок груди, спины, живота, плеча, бедра (в 1,1–3,3 раза, в сравнении с контролем, $p < 0,05$). Для физического статуса мужчин, страдающих пояснично-крестцовым радикулитом, характерно также повышенное содержание жирового компонента тела, увеличение массы и индекса массы тела вне зависимости от их соматотипологической принадлежности ($p < 0,05$). Полученные данные, несомненно, имеют не только теоретическое, но и существенное практическое значение.

Ключевые слова: антропометрия, соматотип, пояснично-крестцовый остеохондроз, состав тела, зрелый возраст, мужчины

SOMATOTYPOLOGICAL PRECONDITIONS OF LUMBOSACRAL OSTEOCHONDROSIS IN MEN

Sakibaev K.Sh.

Osh State University of the Ministry of Education and Science of the Kyrgyz Republic, Osh, e-mail: 2sksh@rambler.ru

The aim of this research was to identify anthropometric and somatotypical markers, signaling about increased possibility of lumbosacral osteochondrosis of the spine in adult males. The method of complex anthropometry and somatotyping was used to study the physical status of 102 Kyrgyz men of the 2nd period of adulthood who are on inpatient treatment in medical institutions of Osh (Kyrgyzstan). The comparison group consisted of 300 men of this age without somatic diseases (contingent standard).The whole complex of conducted anatomical and anthropometric examinations corresponded to the generally accepted ethical standards with the registration of informed consent of all examined. Statistical data processing included the calculation of simple averages and their errors. Differences were assessed by Student's distribution at $p < 0.05$. The results show that representatives of the abdominal somatotype among men of the main group (54%) is 1.8 times more ($p < 0.05$) and muscular somatotype (12%) rather it is 1.8 times less ($p < 0.05$) than in the control group. The relational representation of men with thoracic (8%) and non-determined (26%) somatotypes suffering from lumbosacral radiculitis is almost the same as the control. According to our data, the markers of high probability of formation this nosological form are an increasing the thickness of the skin-fat folds of the chest, back, abdomen, shoulder, thigh (1.1-3.3 times, in comparison with the control, $p < 0.05$). The physical status of men suffering from lumbosacral radiculitis is also characterized by increasing the body fat component, increasing the weight and body mass index, regardless of their somatotypical affiliation ($p < 0.05$).The obtained data undoubtedly has not only theoretical but also considerable practical value.

Keywords: anthropometry, somatotype, lumbosacral osteochondrosis, body component, adult, men

Остеохондроз пояснично-крестцового отдела поясничного столба и обусловленные им клинические проявления являются одними из наиболее распространенных заболеваний нервной системы, при этом дегенеративно-дистрофические изменения межпозвоночных дисков этой зоны фактически имеются у всех людей зрелого и пожилого возрастов. Патологические изменения в поясничном отделе позвоночника присутствуют в 62%, существенно реже – в грудном (2%) и шейном (3%) отделах [1]. Распространенность остеохондроза у людей трудоспособного возраста составляет 49,8 случая на 1000 населения. Несмотря на успехи, достигнутые в диагностике и лечении этого заболевания, нетрудоспособность больных остается весьма высокой, тяжелые (компрессионные) формы этой нозологии приводят к инвалидизации [2]. Это требует, безусловно, поиска новых мер профилактики, направленных на выявление групп наиболее высокого риска формирования этого патологического процесса. Следует помнить, что конституциональная предрасположенность людей к ряду заболеваний является давно доказанной [3–5]. Поэтому поиск антропометрических маркеров, указывающих на высокую вероятность развития пояснично-крестцового отдела позвоночника, является важной медицинской задачей, которая ранее никогда не решалась применительно к киргизской популяции [6].

Цель исследования: выявление у мужчин зрелого возраста антропометрических и соматотипологических маркеров, сигнализирующих о повышенной возможности развития остеохондроза пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Материалы и методы исследования

Мы провели объективное исследование физического статуса у 102 мужчин – киргизов 2-го периода зрелого возраста (средний возраст 54,2 ± 3,5 лет), находящихся на стационарном лечении в отделениях неврологии, травматологии и нейрохирургии стационаров г. Ош (Кыргызстан). Диагноз был установлен на основании сбора анамнеза, неврологического осмотра, рентгенологического обследования. Группу сравнения составили 300 мужчин этого возраста без соматических заболеваний (условная норма). Было проведено обследование методом комплексной антропометрии, включающей оценку 21 параметра [7] с последующем соматотипированием по общеизвестной схеме В.В. Бунака – Б.А. Никитюка – В.П. Чтецова [8] с дифференциацией брюшного, грудного, мышечного и неопределенного конституциональных типов. Анализ абсолютного содержания жирового компонента проводился методом биоимпедансометрии с использованием биоимпедансного анализатора АВС-01 «Медасс» (ООО НТЦ «МЕДАСС», Россия). Весь комплекс проведенных анатомо-антропометрических обследований соответствовал общепринятым этическим нормам (решение этического комитета Ошского государственного университета), с оформлением информированного согласия всех обследованных; формирование выборки было основано на принципе добровольного участия. Статистическая обработка данных включала вычисление среднеарифметических показателей, их ошибок. Оценка различий проводилась по методу Стьюдента при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты показали, что в изученной популяции были определены специфические антропометрические показатели и выявлены маркеры, типичные для больных пояснично-крестцовым радикулитом. Ниже в табличных материалах приводятся цифровые данные, где выявляются отличия от мужчин контрольной группы. В частности (табл. 1), представлены материалы по соматотипологической специфике больных пояснично-крестцовым радикулитом. Так, соматотипологический анализ показал, что при пояснично-крестцовом радикулите преобладающим является брюшной соматотип.

Так, относительное число представителей брюшного соматотипа с пояснично-крестцовым радикулитом в 1,8 раза больше контроля ($p < 0,05$); напротив, мужчин мускульного типа, страдающих этой нозологией, 1,8 раза меньше ($p < 0,05$), чем в контрольной группе. Процентное количество представителей грудного и неопределенного соматотипов при наличии пояснично-крестцового радикулита существенно от контроля не отличается.

Как, показывают результаты, впервые при анализе киргизской популяции у мужчин с пояснично-крестцовым радикулитом нами выявлены соматотипологические и антропометрические маркеры этой нозологической формы, имеющей важнейшее медико-социальное значение. Среди мужчин этой группы представителей брюшного (54%) в 1,8 раза больше ($p < 0,05$), а мускульного соматотипа (12%), напротив, в 1,8 раза меньше ($p < 0,05$), чем в контроле. Относительное представительство мужчин грудного (8%) и неопределенного (26%) соматотипов, страдающих пояснично-крестцовым радикулитом, почти не отличается от контроля. По данным Е.Г. Зуевой (2009), среди мужчин с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночного столба наиболее часто (42,8%) определяются лица с брюшным и неопределенным (31,6%) соматотипами, реже регистрируются мужчины с грудным (11,8%) и мускульным (13,8%) соматотипами. При этом у мужчин брюшного соматотипа наиболее часто (40%) присутствуют нейро-сосудистые синдромы, при грудном соматотипе – корешковый (40,1%), при мускульном соматотипе – спинальный (24,5%), неопределенном – мышечно-тонический (31,2%) и нейродистрофический (28,8%) синдромы. Важны и данные автора о том, что у больных грудного и мускульного соматотипов клинические проявления обычно выражены в легкой степени, а для брюшного соматотипа типичны острое развитие клинической картины и выраженные дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника с преобладанием прогрессивного и рецидивирующего течения заболевания [9].

Таблица 1

Распределение мужчин по соматотипам при наличии пояснично-крестцового радикулита с учетом возраста (абс; в %)

Группа наблюдений	Соматотип			
	Брюшной	Грудной	Мускульный	Неопределенный
Пояснично-крестцовый радикулит	55 (53,9%)	8 (7,8%)	12 (11,8%)	27 (26,5%)
Контроль (условная норма)	110 (36,6%)	33 (11,0%)	75 (25,0%)	82 (27,4%)

Таблица 2

Масса тела у мужчин при наличии пояснично-крестцового радикулита (X ± x; min-max; кг)

Группа наблюдений	Соматотипы			
	Брюшной	Грудной	Мускульный	Неопределенный
Пояснично-крестцовый радикулит	105,0 ± 1,2 89,2–132,5	70,0 ± 1,9 64,2–79,0	82,2 ± 2,3 72,2–98,0	95,5 ± 2,9 76,1–115,2
Контроль (условная норма)	92,3 ± 0,9 82,3–128,6	66,3 ± 0,7 59,1–76,4	76,5 ± 0,4 74,1–95,7	76,4 ± 0,5 65,3–92,4

Таблица 3

ИМТ у мужчин при наличии пояснично-крестцового радикулита (X ± x; min-max; кг)

Группа наблюдений	Соматотипы			
	Брюшной	Грудной	Мускульный	Неопределенный
Пояснично-крестцовый радикулит	36,0 ± 0,2 32,2–39,5	25,0 ± 0,9 22,2–29,0	27,2 ± 0,5 22,2–28,0	31,5 ± 0,4 26,1–35,2
Контроль (условная норма)	32,5 ± 0,1 28,5–34,8	22,6 ± 0,3 18,2–25,6	23,9 ± 0,1 18,7–27,5	25,0 ± 0,1 19,8–28,1

Мы выявили особенности массы тела у мужчин, страдающих пояснично-крестцовым радикулитом. Так, больные радикулитом имеют повышенную массу тела (табл. 2).

При пояснично-крестцовом радикулите у мужчин брюшного, грудного и мускульного соматотипов она больше, чем в контроле, в 1,1 раза ($p < 0,05$), и неопределенного – в 1,3 раза ($p < 0,05$).

Индивидуальные минимум и максимум массы тела при пояснично-крестцовом радикулите у мужчин всех соматотипов больше, чем в контроле.

При пояснично-крестцовом радикулите имеются и особенности индекса массы тела (ИМТ) (табл. 3).

При пояснично-крестцовом радикулите у мужчин брюшного, грудного и мускульного соматотипов ИМТ больше, чем в контроле, в 1,1 раза ($p < 0,05$), и неопределенного – в 1,3 раза ($p < 0,05$) больше.

Индивидуальные минимум и максимум ИМТ тела при пояснично-крестцовом радикулите у мужчин всех соматотипов больше, чем в контроле.

Как показано, что для физического статуса мужчин, страдающих пояснично-крестцовым радикулитом, характерно увеличение массы и индекса массы тела вне зависимости от их соматотипологической принадлежности. Масса тела у мужчин брюшного соматотипа (105,0 ± 1,2 кг; от 89,2 до 132,5 кг индивидуально) при этом заболевании, грудного соматотипа (70,0 ± 1,9 кг; от 64,2 до 79,0 кг) и мускульного (82,2 ± 2,3 кг; от 72,2 до 98,0 кг) в 1,1 раза больше контроля ($p < 0,05$), а у мужчин неопределенного соматотипа (95,5 ± 2,9 кг; от 76,1 до 115,2 кг) – в 1,3 раза больше контрольных данных ($p < 0,05$). Индекс массы тела у мужчин брюшного соматотипа (36,0 ± 0,2; от 32,2 до 39,5 индивидуально) при этом заболевании, грудного соматотипа (25,0 ± 0,9 кг; от 22,2 до 29,0) и мускульного (27,2 ± 0,5 кг; от 22,2 до 28,0) в 1,1 раза больше контроля ($p < 0,05$), а у мужчин неопределенного соматотипа (31,5 ± 2,9 кг; от 26,1 до 35,2 кг) – в 1,3 раза больше контрольных данных ($p < 0,05$).

Мы выявили также особенности количественного содержания жира у мужчин, страдающих пояснично-крестцовым радикулитом. Маркером высокой вероятности формирования этой нозологической формы является повышенное содержание жирового компонента тела (табл. 4).

При пояснично-крестцовом радикулите при брюшном соматотипе содержание жирового компонента больше, чем в контроле, в 1,3 раза ($p < 0,05$), грудного – в 1,5 раза (p < 0,05), мускульного – в 1,6 раза (p < 0,05) и неопределенного – в 1,7 раза (p < 0,05).

Индивидуальные минимум и максимум содержания жирового компонента тела при пояснично-крестцовом радикулите у мужчин всех конституциональных типов больше, чем в контроле.

Мы выявили также особенности толщины кожно-жировой складки (КЖС) различных участков тела у мужчин, страдающих пояснично-крестцовым радикулитом (табл. 5).

Как показано в табл 5, при пояснично-крестцовом радикулите у мужчин брюшного соматотипа толщина КЖС спины больше, чем в контроле, в 1,2 раза (p < 0,05), грудного – в 1,4 раза (p < 0,05), мускульного – в 1,5 раза (p < 0,05) и неопределенного – в 1,6 раза (p < 0,05). Толщина КЖС задней области плеча больше, чем в контроле, в 1,3 раза (p < 0,05), грудного – в 1,7 раза (p < 0,05), мускульного – в 1,8 раза (p < 0,05) и неопределенного – в 1,6 раза (p < 0,05). Также при пояснично-крестцовом радикулите у мужчин брюшного соматотипа толщина КЖС живота больше, чем в контроле, в 1,1 раза (p < 0,05), грудного – в 1,5 раза (p < 0,05), мускульного – в 2,2 раза (p < 0,05) и неопределенного – в 1,4 раза (p < 0,05). При пояснично-крестцовом радикулите у мужчин брюшного соматотипа толщина КЖС бедра больше, чем в контроле, в 1,3 раза (p < 0,05), грудного – в 3,3 раза (p < 0,05), мускульного – в 2,4 раза (p < 0,05) и неопределенного – в 1,2 раза (p < 0,05).

Индивидуальные минимум и максимум толщины КЖС спины, задней области плеча, живота и бедра при пояснично-крестцовом радикулите у мужчин всех соматотипов больше, чем в контроле.

Таблица 4

Абсолютное содержание жирового компонента тела у мужчин при наличии пояснично-крестцового радикулита (X ± x; min-max; кг)

Группа наблюдений	Соматотипы			
	Брюшной	Грудной	Мускульный	Неопределенный
Пояснично-крестцовый радикулит	36,0 ± 0,2 32,2–39,5	12,0 ± 0,8 8,2–14,0	14,2 ± 0,5 10,2–18,0	31,5 ± 0,4 26,1–34,2
Контроль (условная норма)	26,9 ± 0,2 23,5–39,9	8,3 ± 0,2 5,6–11,2	8,9 ± 0,2 5,6–14,6	19,0 ± 0,2 12,0–23,5

Таблица 5

Толщина КЖС различных участков тела у мужчин при наличии пояснично-крестцового радикулита (X ± x; min-max; мм)

Группа наблюдений	Соматотипы			
	Брюшной	Грудной	Мускульный	Неопределенный
Спина				
Пояснично-крестцовый радикулит	33,0 ± 0,2 32–39	13,0 ± 0,8 8–14	10,2 ± 0,5 10–18	28,5 ± 0,4 26–34
Контроль (условная норма)	26,9 ± 0,2 24–32	9,5 ± 0,1 7–10	7,3 ± 0,1 5–8	17,5 ± 0,1 9–21
Задняя область плеча				
Пояснично-крестцовый радикулит	23,0 ± 0,2 32–39	13,0 ± 0,8 9–16	11,2 ± 0,5 9–19	19,5 ± 0,4 25–34
Контроль (условная норма)	17,7 ± 0,2 11–22	7,5 ± 0,1 5–10	6,3 ± 0,1 4–8	12,5 ± 0,1 7–21
Живот				
Пояснично-крестцовый радикулит	43,0 ± 0,8 32–59	23,0 ± 1,8 12–29	20,2 ± 1,2 15–28	38,5 ± 0,9 26–44
Контроль (условная норма)	37,7 ± 0,4 29–52	15,5 ± 0,2 10–18	9,3 ± 0,1 6–14	27,5 ± 0,4 16–37
Бедро				
Пояснично-крестцовый радикулит	33,0 ± 0,8 32–49	28,0 ± 1,8 12–32	18,2 ± 1,2 15–24	18,5 ± 0,9 10–34
Контроль (условная норма)	25,7 ± 0,2 17–30	8,5 ± 0,1 7–11	7,5 ± 0,1 6–9	15,5 ± 0,4 9–20

Ссылаясь на вышеперечисленные результаты, антропометрическим маркером пояснично-крестцового радикулита, по нашим данным, является увеличение толщины кожно-жировых складок груди, спины, живота, плеча, бедра (в 1,1–3,3 раза, в сравнении с контролем, $p < 0,05$). Общее содержание жирового компонента тела у больных пояснично-крестцовым радикулитом у мужчин брюшного соматотипа ($36,0 \pm 0,2$; от 32,2 до 39,5 индивидуально) при этом заболевании в 1,3 раза больше ($p < 0,05$), грудного соматотипа ($12,0 \pm 0,8$ кг; от 8,2 до 14,0) – в 1,5 раза больше ($p < 0,05$), мускульного ($14,2 \pm 0,5$ кг; от 10,2 до 18,0) – в 1,6 раза больше контроля ($p < 0,05$), а у мужчин неопределенного соматотипа ($31,5 \pm 0,4$ кг; от 26,1 до 34,2 кг) – в 1,7 раза больше контрольных данных ($p < 0,05$).

Заключение

Таким образом, впервые при антропометрическом и биоимпедансометрическом анализе киргизской мужской популяции установлено, что антропометрическими маркерами, указывающими на высокую вероятность развития пояснично-крестцового радикулита у мужчин зрелого возраста, являются наличие брюшного соматотипа, повышенной массы тела, индекса массы тела и увеличенного содержания жирового компонента тела. Полученные данные, несомненно, имеют не только теоретическое, но и существенное практическое значение.

Список литературы

1. Терехов А.Н. Конституциональные особенности компрессионных синдромов остеохондроза поясничного отдела позвоночника: автореф. дис. … канд. мед. наук. Красноярск, 2003. 19 с.

2. Нелипа М.В. Конституциональные особенности топографии содержимого межпозвоночных каналов пояснично-крестцового отдела позвоночника: автореф. дис. … канд. мед. наук. Москва, 2010. 24 с.

3. Пашкова И.Г., Кудряшова С.А. Конституциональные особенности дегенеративно-дистрофических изменений поясничного отдела позвоночника // Фундаментальные исследования. 2009. № 4. С. 56–57.

4. Чирятьева Т.В. Орлов С.А., Койносов А.П., Иванова Т.А., Стогний О.М., Хвесько А.С. Влияние конституциональных факторов на развитие патологии опорно-двигательного аппарата // Морфология. 2014. Т. 145. № 3. С. 215.

5. Николенко В.Н., Никитюк Д.Б., Клочкова С.В. Соматическая конституция и клиническая медицина. М.: Практическая медицина, 2017. 253 с.

6. Сакибаев К.Ш., Никитюк Д.Б., Алексеева Н.Т., Клочкова С.В., Ташматова Н.М. Характеристики индекса массы тела у мужчин разного возраста и соматотипов // Журнал анатомии и гистопатологии. 2018. Т. 7. № 3. С. 51–55. DOI: 10.18499/2225-7357-2018-7-3-51-55.

7. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Клочкова С.В., Алексеева Н.Т., Рассулова М.А., Погонченкова И.В., Рожкова Е.А., Старчик Д.А., Бурляева Е.А., Выборнов В.Д., Баландин М.Ю., Сорокин А.А., Выборная К.В., Лавриненко С.В. Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике. М.: Изд-во ИП Григорьева Ю.С., 2017. 50 с.

8. Никитюк Б.А., Чтецов В.П. Морфология человека. М.: Изд-во МГУ, 1983. 319 с.

9. Зуева Е.Г. Соматотипологические особенности мужчин зрелого возраста с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника: автореф. дис. … канд. мед. наук. Тюмень, 2009. 22 с.

УДК 614.23:331.54:316.628:378.4(045)

О МОТИВАЦИИ ВЫБОРА ПРОФЕССИИ ВРАЧА

Суровцева К.А., Андронова Т.А., Бондарь Г.Д.

ФГБОУ «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава РФ, Саратов, e-mail: surovcevak@gmail.com, andronova1010@mail.ru, gorgeybondar@mail.ru

В данной статье обсуждаются результаты учебно-исследовательской работы по проблеме личностной и профессиональной мотивации выбора профессии врача студентами. Основная цель работы – анализ и сопоставление данных опроса среди студентов и ординаторов, выявление основных мотивов выбора врачебной деятельности. В ходе проведения исследования были рассмотрены особенности мотивации студентов лечебного, педиатрического и стоматологического факультетов Саратовского ГМУ им. В.И. Разумовского, определены мотивы выбора профессии врача. Методом социологического опроса было выявлено, что основными мотивами выбора профессии врача у студентов является желание помогать людям, престижность профессии и желание овладеть профессией с детского возраста (мечта). У большинства студентов, вне зависимости от курса, мотивация имеет схожий характер. Отмечено, что в сфере современного медицинского образования имеются социально и профессионально значимые проблемы: длительность обучения, недостаточность научной и практической базы, качество получаемых знаний и др. Необходим дальнейший поиск решений данных проблем для улучшения эффективности и качества образования, а также стимуляции мотивации абитуриентов, студентов и ординаторов при выборе профессии врача и осуществлении медицинской деятельности.

Ключевые слова: врач, личностная мотивация, профессиональная мотивация, мотивы выбора профессии, профессиональная группа врачей

ABOUT MOTIVATION THE CHOICE OF THE MEDICAL PROFESSION

Surovtseva K.A., Andronova T.A., Bondar G.D.

Saratov State Medical University named after V.I. Razumovskiy, Saratov, e-mail: surovcevak@gmail.com, andronova1010@mail.ru, gorgeybondar@mail.ru

This article discusses the results of educational and research work on the problem of personal and professional motivation of students to choose a doctor’s profession. The main purpose of the work is the analysis and comparison of the survey data among students and residents, the identification of the main motives for the choice of medical activity. During the research the features of motivation of students of medical, pediatric and dental faculties of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky were considered, the motives for choosing a doctor’s profession are defined. The method of sociological survey revealed that the main motives for choosing a doctor’s profession among students are the desire to help people, the prestige of the profession and the desire to master the profession from childhood. Most students, regardless of the course, have similar motivation. It is noted that in the field of modern medical education there are socially and professionally significant problems: the duration of training, lack of scientific and practical base, the quality of knowledge, etc. It is necessary to further search for solutions to these problems to improve the efficiency and quality of education, as well as to stimulate the motivation of applicants, students and residents in the choice of a doctor’s profession and the implementation of medical activities.

Keywords: doctor, personal motivation, professional motivation, motives for choosing a profession, professional group of doctors

История врачевания уходит корнями в далекое прошлое. Тем не менее профессия врача важна и интересна и для современного общества, ведь от уровня компетентности и профессионализма медицинского работника зависит жизнь и здоровье людей. Задачи современного общества требуют формирования у выпускников медицинских вузов высокого уровня профессиональных знаний, навыков и умений [1]. Основная цель высшего медицинского образования – реализация профессиональных знаний и навыков субъектом образовательного процесса, т.е. обучающимся [2]. Современный выпускник медицинского вуза должен не только владеть специальными знаниями, умениями и навыками, но и чувствовать потребность в достижениях и успехе в профессии [3, с. 143]. Исходя из того, что основным объектом трудовой деятельности врача является здоровье людей, проблема личностной мотивации будущих врачей является ключевой, а к профессионально-мотивационным качествам врача предъявляются весьма высокие требования [4–6].

Причиной выбора медицинского вуза у абитуриентов при поступлении является не только желание овладения профессией врача, но и наличие собственных представлений об абстрактном образе – идеале, воплощающем в себе наиболее значимые профессиональные и личностные качества специалиста в сфере врачевания. Всё это в совокупности с профессиональными компетенциями интегрируется на личностном уровне индивидуальной смысловой системы мотивов и обуславливает высокий уровень профессионально-личностной подготовки будущего врача [7–9].

К окончанию медицинского вуза выпускники должны овладеть знаниями, умениями и навыками в следующих сферах деятельности: лечебно-диагностической, реабилитационно-профилактической, психолого-педагогической, организационно-управленческой и научно-исследовательской. В условиях возросшего техногенного прессинга на природную среду и здоровье человека, врач должен обладать знаниями общебиологических законов развития природы [10, с. 3]. Охватить весь спектр медицинских знаний, умений и навыков невозможно без сформированных у студентов профессиональных мотивов, без стремления к саморазвитию, самореализации и самоактуализации в выбранной сфере деятельности. Определение мотивов будущего специалиста позволяет выявить, каково представление у него об осуществляемой им учебно-профессиональной деятельности и какой личностный смысл имеет сама профессия для студента [11–13].

Существует мнение, согласно которому мотивы, связанные с трудовой деятельностью человека, подразделяются на три группы: мотивы трудовой деятельности, мотивы выбора профессии и мотивы выбора места работы. Между этими группами существует определенная взаимосвязь: мотивы трудовой деятельности приводят к формированию мотивов выбора профессии, а мотивы выбора профессии ведут к мотивам выбора места работы [14].

Мотивы трудовой деятельности – это те побудительные причины, которые заставляют человека заниматься трудом. В свою очередь они подразделяются на побуждения общественного характера (желание приносить пользу обществу и оказывать помощь другим), получение определенных материальных благ для себя и семьи, удовлетворение потребности в самоактуализации, самовыражении и самореализации.

Реализация мотивов трудовой деятельности возможна лишь в конкретных профессиях. Именно здесь прослеживается взаимосвязь между мотивами трудовой деятельности и мотивами выбора профессии. На выбор профессии влияют социальные ценности и ценностные ориентации. Таким образом, человек подходит к выбору профессии с точки зрения общественного престижа (диктатура моды), социального статуса, материального благополучия, интереса к профессии, а также склонностей и способностей человека в выбираемом виде деятельности.

Когда предопределены мотивы трудовой деятельности и выбора профессии у человека, возникает вопрос выбора места работы. Существуют «внешние» и «внутренние» факторы, влияющие на мотивы выбора места работы, рассматриваемые человеком в процессе решения вопроса «куда лучше пойти работать?». К таким факторам относятся: оценка внешней ситуации (величина зарплаты, льготы, близость к дому, надежность и престиж фирмы, наличие вредного производства, психологический климат в коллективе), оценка своих возможностей (состояние здоровья, наличие способностей к данной работе, стрессоустойчивость), оценка выбираемого места работы с учетом интересов (возможность продвижения по «карьерной лестнице», проявление личной инициативы).

Цель исследования: изучить мотивы выбора профессии врача студентами медицинского университета, динамику мотивации и выявить причины демотивации, возникающей у студентов.

Для решения поставленной цели было проведено социологическое исследование, осуществленное методом интернет-анкетирования среди студентов лечебного, педиатрического, стоматологического факультетов, обучающихся на разных курсах, и ординаторов Саратовского ГМУ им. В.И. Разумовского. Количество респондентов составило 276 человек. Из них 168 человек – студенты 1–2 курсов, 50 человек – студенты 3–4 курсов, 38 человек – студенты 5–6 курсов, 20 человек – ординаторы.

Опросный лист состоял из следующих вопросов:

1. Назовите свой факультет.
2. Назовите свой курс.
3. Какую специальность вы хотите выбрать?
4. Чем обусловлен Ваш выбор профессии врача?
5. Когда вы окончательно определились с выбором специальности?
6. Оправдались ли Ваши ожидания в отношении выбранной Вами профессии?
7. Что, по вашему мнению, является проблемой современного медицинского образования?
8. Как изменилось Ваше отношение к профессии врача за время обучения в вузе?

Обработка результатов была проведена в процентном соотношении каждого из предложенных вариантов ответа. Результаты опроса были занесены в таблицу.

Выводы

Исходя из полученных в ходе проведенного исследования результатов, можно сделать следующие выводы:

1. Успешность профессионального самоопределения личности в своем большинстве детерминируется мотивацией выбора профессиональной деятельности.

Распределение по результатам анкетирования

№ п/п	Вопросы	Ответы
1	Назовите свой факультет	– Лечебный (71,8%) – Педиатрический (21,4%) – Стоматологический (6,8%)
2	Назовите свой курс	– 1–2 (60,9%) – 3–4 (18,1%) – 5–6 (13,8%) – Ординатор (7,2%)
3	Какую специальность Вы хотите выбрать?	– Хирургия (29,8%) – Терапия (20,6%) – Акушерство и гинекология (19,1%) – Педиатрия (13%) – Общая практика (10,6%) – Стоматология (6,9%)
4	Чем обусловлен Ваш выбор профессии врача? (респондентам предлагается выбрать несколько вариантов ответа)	– Желание помогать людям (52,7%) – Престижность профессии врача (43,5%) – Мечта детства, поэтому обучался/лась в медицинском лицее (38,9%) – Материальный аспект (20,6%) – Случайный выбор (15,3%) – Продолжение семейной традиции (12,2%) – Тяжелая болезнь в детском возрасте/у кого-то из близких (9,9%) – Другое (5,6%)
5	Когда Вы окончательно определились с выбором специальности?	– Ещё не определился/лась (41,3%) – До поступления (35,1%) – После 1 курса (8,4%) – После 4 курса (5,3%) – После 3 курса (3,8%) – Не планирую работать по специальности (2,3%) – После 5 курса (1,5%) – После 6 курса (1,5%) – После 2 курса (0,8%)
6	Оправдались ли Ваши ожидания в отношении выбранной Вами профессии?	– Ещё учусь (86,5%) – Да, я доволен/на (10,3%) – Нет, я недоволен/на (3,2%)
7	Что, по Вашему мнению, является основной проблемой современного медицинского образования? (респондентам предлагается выбрать несколько вариантов ответа)	– Недостаточность научно-практической базы (84,8%) – Качество получаемых знаний (38,9%) – Совмещение работы и учебы (35,1%) – Длительность обучения (28,2%) – Другое (4%)
8	Как изменилось Ваше отношение к профессии врача за время обучения в вузе?	– Стало лучше (55,9%) – Стало хуже (33,4%) – Не изменилось (10,7%)

2. Ведущими мотивами выбора профессии врача у студентов являются «желание помогать людям» (52,7%), «престижность профессии» (43,5%), «мечта детства» (38,9%). Данные мотивы можно отнести к побуждениям общественного характера и побуждениям категории удовлетворения потребности в самоактуализации, самовыражении и самореализации.

3. Практически у всех студентов всех факультетов и курсов мотивация имеет схожий характер.

4. У большинства студентов (55,9%) к окончанию обучения отношение к профессии не только не меняется, но и становится лучше, что можно объяснить более глубоким погружением в профессию, а также качеством предоставляемых университетом образовательных услуг, созданием благоприятных условий для удовлетворения образовательных потребностей обучающихся и их профессионально-личностного развития, повышением эффективности образовательной деятельности в соответствии с существующими нормативными требованиями и современными образовательными технологиями. Следует отметить, что среди этой группы респондентов большинство яв-

ляются выпускниками медицинского лицея СГМУ им. В.И. Разумовского и членами СНО. Именно ранняя профилизация образования, воспитание интереса к выбранной профессии, воспитание эмпатии позволяет выявить отношение к профессии в целом и мотивировать получение медицинского образования и достойно осуществлять врачебную деятельность.

5. Существует ряд проблем в отношении современного медицинского образования, которые демотивируют часть студентов-медиков. Среди них обучающиеся отмечают: недостаточность научной и практической базы, недостаточное внимание преподавателей к индивидуальной работе, качество получаемых знаний, длительность обучения. Актуальность этих проблем несомненна и требует поиска путей их решения.

Список литературы

1. Худякова Д.В. Биоэтика и современная медицинская практика: «благо» и «здоровье» // Международный журнал экспериментального образования. 2017. № 4–1. С. 57–58.

2. Озерова В.А. Медицинский профессионализм как контракт медицины и общества // Международный журнал экспериментального образования. 2017. № 4–1. С. 56.

3. Андронова Т.А. Повышение профессиональной мотивации студентов. Интерактивные формы проведения занятий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 11–1. С. 143–146.

4. Волошина Д.О. К вопросу изучения профессиональной мотивации в отечественной психологии // Образование и саморазвитие. 2014. № 1 (39). С. 50–53.

5. Вербицкий А.А., Бакшаева Н.А. Проблема трансформации мотивов в контекстном обучении // Вопросы психологии. 1997. № 3. С. 12–20.

6. Будницкая М.В., Мамус М.А., Строменко О.А. Мотивация врачей как характеристика профессиональной группы // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 1. С. 4–11.

7. Баракова С.И. Роль этических комитетов в современной медицинской практике // Международный журнал экспериментального образования. 2017. № 4–1. С. 51–52.

8. Sedova N.N. Methodology connection between bioethics & law. 23rd Annual Congress of World Association for Medical Law Book of Abstracts. 2017. P. 99.

9. Алексеев А.И. Роль некоторых факторов в выборе профессии врача // Здравоохранение РФ. 1982. № 3. С. 37–39.

10. Андронова Т.А., Белянина С.И. Студенческий научный кружок как способ повышения профессиональной мотивации // Медицинское образование в эпоху новых информационных технологий: материалы внутривузовской научно-практической конференции. Саратов, 2013. С. 3–6.

11. Лесниченко А.И. Мотивация как основа учебной деятельности студентов медицинского вуза // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 4–1. С. 171–173.

12. Чижкова М.Б. Мотивы выбора профессии врача и их взаимосвязь с профессионально значимыми качествами медицинского работника у студентов-первокурсников медицинского вуза // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–1. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21057 (дата обращения: 25.01.2019).

13. Фитьмова А.А. Типологизация профессиональной мотивации будущих врачей на основе кластерного анализа // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2011. № 129. С. 89–93.

14. Волкова Е.Э. Исследование мотивации выбора медицинской профессии // Психологический вестник Уральского государственного университета. 2005. № 5. С. 156–160.

УДК 617-089-08:615.273.52

ПРЕДЕЛЫ ОБОСНОВАНИЯ АДАПТИРОВАННОЙ ПРОГРАММЫ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ ИНФУЗИОННО-ТРАНСФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ ПРИ КРИТИЧЕСКИХ ПРОСВЕТНЫХ КРОВОПОТЕРЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ КРОВОТЕЧЕНИЯ

[1,2]Чынгышова Ж.А., [2]Чапыев М.Б., [2]Эраалиев Б.А., [2]Мамажусупов Н.А.

[1]Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева, Бишкек, e-mail: myktybek@rambler.ru;

[2]Национальный хирургический центр Министерства здравоохранения Кыргызской Республики, Бишкек

В статье изложены результаты оценки эффективности интраоперационной инфузионно-трансфузионной терапии при критических просветных кровопотерях у больных с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки, осложненной острой кровопотерей в зависимости от скорости кровотечения. В хирургическом аспекте, в зависимости от указанных факторов риска у 172 пациентов с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки, осложненной кровотечением, были предприняты два вида лечебной тактики: 1) активная; 2) активно-выжидательная. В соответствии с этим, согласно принципам доказательной медицины, мы выделили две группы пациентов: 1) основная группа – пациенты с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки, осложненной кровотечением, у которых была предпринята активная тактика; 2) контрольная группа – пациенты с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки, осложненной кровотечением, у которых была предпринята активно-выжидательная тактика. При профузном кровотечении удельный вес летальности при выжидательной тактике составляет 10%, тогда как при активной в 2 раза меньше (5%). Вместе с тем удельный вес послеоперационных осложнений в 4 раза ниже при активной тактике, нежели при активно-выжидательной тактике. На фоне использования адаптированной программы интраоперационной инфузионно-трансфузионной терапии шансы на благоприятный исход операции возрастают на 30% при использовании у больных активной тактики, а уровень риска возникновения неблагоприятного исхода в случае использования выжидательной тактики в 2 раза меньше (15%).

Ключевые слова: интраоперационная, адаптированная, программа, кровопотеря, полость

THE LIMITS OF THE JUSTIFICATION OF ADAPTED PROGRAMS OF INTRAOPERATIVE INFUSION-TRANSFUSION THERAPY IN CRITICAL LUMINAL BLOOD LOSS DEPENDING ON THE SPEED BLEEDING

[1,2]Chyngyshova Zh.A., [2]Chapyev M.B., [2]Eraaliev B.A., [2]Mamazhusupov N.A.

[1]Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaeva, Bishkek, e-mail: myktybek@rambler.ru;

[2]National surgical center of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic, Bishkek

In article results of assessment of efficiency of intraoperative infusion-transfusion therapy at critical prosvetny blood losses at patients with stomach ulcer of the duodenum complicated by sharp blood loss depending on bleeding speed are stated. In surgical aspect, depending on the specified risk factors at 172 patients with stomach ulcer of the duodenum complicated by bleeding it was undertaken two types of medical tactics: 1) active; 2) active and waiting. According to it, according to the principles of evidential medicine, we allocate two groups of patients: 1) the main group – patients with stomach ulcer of a duodenum, complicated by bleeding at which active tactics was undertaken; 2) control group – patients with stomach ulcer of a duodenum, complicated by bleeding at which active and waiting tactics was undertaken. At profuzny bleeding the specific weight of lethality at waiting tactics is 10% whereas at active is twice less (5%). At the same time, the specific weight of postoperative complications is 4 times lower at active tactics, than at active and waiting tactics. Against the background of use of the adapted program of intraoperative infusion-transfusion therapy chances of the favorable result of operation increases by 30% when using at patients of active tactics, and the risk level of emergence of a failure in case of use of waiting tactics is twice less (15%).

Keywords: intraoperative, adapted, the program, blood loss, a cavity

Острая просветная кровопотеря является критическим интраоперационным инцидентом в экстренной хирургии и анестезиологии-реаниматологии [1–3], а потому проблема оптимизации его разрешения, повсеместно и всегда была, есть и останется самой актуальной научно-практической задачей [4–6]. Причем оптимизация результатов лечения больных с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки (ЯБ ДПК), осложненной кровопотерей, во многом связана с выработкой согласованной тактики интраоперационной инфузионно-трансфузионной терапии (ИО ИТТ) [7–9].

Цель исследования: оценить эффективность ИО ИТТ при критических просветных кровопотерях у больных с ЯБ ДПК, осложненной острой кровопотерей, в зависимости от скорости кровотечения.

Материалы и методы исследования

В хирургическом аспекте, в зависимости от указанных факторов риска у 172 пациентов с ЯБ ДПК, осложненной кровотечением, были предприняты два вида лечебной тактики: 1) активная; 2) активно-выжидательная. В соответствии с этим, согласно принципам ДМ, мы выделили две группы пациентов: 1) основная группа – пациенты с ЯБ ДПК, осложненной кровотечением, у которых была предпринята активная тактика; 2) контрольная группа – пациенты с ЯБ ДПК, осложненной кровотечением, у которых была предпринята активно-выжидательная тактика. Каждую группу с учетом факторов риска, каковыми являются скорость кровотечения, мы разделили на две соответствующие группы: Основная группа № 1 – пациенты с ЯБ ДПК, осложненной кровотечением, у которых была предпринята активная тактика, основанная на таком аргументе, как скорость кровотечения (Фактор № 1), которую составили 28 пациентов; контрольная группа № 1 – пациенты с ЯБ ДПК, осложненной кровотечением, у которых была предпринята активно-выжидательная тактика, основанная на таком аргументе, как скорость кровотечения (Фактор № 1) – 44 пациента. В целом речь идет о 72 пациентах, что составляет 41,8% всех обследованных больных с ЯБ ДПК, осложненной кровотечением (n – 172). У этой категории больных главным аргументом выбора активной, так и активно-выжидательной тактики являлась скорость кровотечения (Фактор № 1). Мужчин было 64 (88,9%), женщин – 8 (11,1%). Больные в возрасте <45 лет составили 22 (31%), в возрасте 45–59 лет – 19 (26%). Лица >60 лет составили 31 (43%) больных.

Результаты исследования и их обсуждение

У 57 (79%) пациентов язвенный стаж составил >10 лет. Именно у них наблюдались наиболее сложная клиническая картина и осложнения. У 7 (10%) пациентов длительность язвенного анамнеза составляла 1–3 года, а у 8 (11%) – 4–10 лет.

Основная группа № 1 включает 28 (39%) пациентов, состояние которых при экстренной госпитализации расценивалось хирургами и анестезиологами-реаниматологами как тяжелое (у 18) и крайне тяжелое (у 10). Все больные были оперированы в первые 2 ч с момента наступления критического осложнения в виде острого язвенного кровотечения. Нужно отметить, что вышеуказанные больные поступили на операцию по маршруту № 1 (приемное отделение → операционная), то есть сразу из приемного покоя в операционную, минуя ОАР. У 25 из 28 больных имело место профузное просветное кровотечение и острая кровопотеря III степени. Следует заметить, что условий и времени для выполнения фиброэзофагогастроскопия (ФЭГДС) у вышеуказанных пациентов с целью установления у них источника кровотечения не было. Соответствующие реанимационные мероприятия проводились на операционном столе.

Анестезиолого-реанимационная тактика была следующей: Прежде всего, была проведена оценка важнейших показателей – ЧСС, АД, ЧД, уровень сознания. На их основе определялась степень тяжести кровопотери и ее ориентировочный объем. Пациента сразу же интубировали, налаживали ИВЛ, вставляли интраназальный катетер, осуществляли катетеризацию подключичной и кубитальной вен, а также мочевого пузыря. Сразу же брали кровь на исследование групповой принадлежности, общий анализ, а также на биохимические исследования. Тут же брали порцию крови для определения показателей свертывания крови (протромбин, тромбиновое время, фибриноген, время свертывания и др.).

В клинике принята следующая интраоперационная тактика хирургической бригады. Хирурги, после введения пациента в наркоз, начинали верхнесрединную лапаротомию. После уточнения локализации язвы с целью хирургического гемостаза, как правило, осуществлялась дуоденотомия с прошиванием язвы и остановкой профузного кровотечения из нее. После этого хирурги некоторое время выжидали, чтобы анестезиологи-реаниматологи стабилизировали гемодинамику. Стабилизацию гемодинамики и гемостатическую терапию начинали с переливания коллоидных растворов (полиглюкин, препараты гидроксиэтилированного крахмала), но, как только была разморожена плазма, в течение первых 30–40 мин вливали 1000 мл свежезамороженной плазмы (СЗП). Далее переливали р-ры кристаллоидов в объеме 1000–2000 мл до повышения АД не ниже уровня 110/70–100/60 мм рт. ст. После некоторой стабилизации гемодинамики, с санкции анестезиолога-реаниматолога, хирурги продолжали начатую операцию. Выполняли полноценную ревизию зоны поражения, оценивали ситуацию и приступали к оперативному приему. В это время анестезиологи-реаниматологи продолжали интенсивную ИО ИТТ. В частности, при сохранении проявлений гипокоагуляционной кровоточивости продолжали введение СЗП, доведя объем ее трансфузии до 2000 мл.

Контрольную группу № 1 составили 44 (61%) пациента, которые были оперированы в сроки 6–16 ч по поводу подострого кровотечения. Часть из них поступили в операционную по маршруту № 2 (приемный покой → ОАР → операционная). Итак, 22 пациента, поступивших в тяжелом состоянии, сразу же с приемного отделения были направлены в реанимационный зал отделения анестезиологии и реанимации (ОАР). В ОАР применялись общие принципы терапии острой кровопотери. После установления диагноза «острая кровопотеря» врачи-реаниматологи определяли характер кровотечения и стадию компенсации кровопотери. Параллельно пунктировали и катетеризировали вену, вначале с локтевой вены, затем катетеризировали центральную вену. В соответствии с программой ИТТ пациентам переливали СЗП, а также коллоидные и кристаллоидные р-ры в соответствующей пропорции. Однако, как правило, у части пациентов не удавалось стабилизировать гемодинамику. У пациентов в процессе проведения необходимых реанимационных мероприятий врачи-реаниматологи все же констатируют факт продолжающегося кровотечения (по желудочному зонду «кофейная гуща», прогрессирующая гипотония, анемизация), в связи с чем пациенты направлялись в операционную.

Под прикрытием ИО ИТТ, хирурги, после введения пациента в наркоз, выполняли верхнесрединную лапаротомию, дуоденотомию. Кровотечение из язвы останавливали с помощью прошивания. Затем хирурги на некоторое время приостанавливали операцию, давая возможность анестезиологам-реаниматологам стабилизировать состояние пациента.

В нашем материале еще 22 больных сразу после поступления и констатации у них просветного кровотечения были направлены вначале в отделение эндоскопии для диагностики источника кровотечения. То есть у них использован маршрут № 3 (приемный покой → эндоскопическое отделение → ОАР). В целом экстренная ФЭГДС выполнена у 38 из 44 больных. Причем в 34 случаях была установлена хроническая язва ДПК, осложненная кровотечением. Причем у 4 пациентов эндоскопист констатирует факт продолжающегося кровотечения из язвы (глубокая язва, на дне язвы зияющий сосуд и пр.). Эти больные после повторного осмотра дежурного хирурга были переведены в операционную. Указанные пациенты находились в ОАР в среднем 3,6 ± 0,5 ч. За время нахождения больных в ОАР реализована следующая программа ИТТ: перелито коллоидных растворов (полиглюкин, препараты гидроксиэтилированного крахмала). СЗП не переливалась, так как за это время она была еще не разморожена. Было перелито в среднем 850 ± 25,5 мл кристаллоидов. Удалось повысить АД до 100/60 мм рт. ст. Пациентов перенаправляли в операционную.

Маршрут № 3 был использован еще у 12 пациентов. В частности, у 9 больных на основании характера язвы (глубокий кратер, дно покрыто тромбом, резкая перифокальная инфильтрация краев язвы) эндоскопист оценил угрозу возобновления кровотечения как высокую. Эти больные после предоперационной ИТТ были взяты на операцию. Время нахождения пациентов в ОАР составило, в среднем 6,2 ± 1,1 ч. Нужно отметить, при сохранении проявлений гипокоагуляционной кровоточивости анестезиологи-реаниматологи продолжали введение СЗП, доведя объем ее трансфузии, в среднем до 1450,5 ± 250,2 мл. При общем объеме кровопотери >2000 мл или потери крови до 30 % от ОЦК, нестабильных показателях гемодинамики, нарастающей бледности приступали к переливанию эритромассы.

У 16 пациентов была использована гемотрансфузия. На наш взгляд, несмотря на негативные стороны гемотрансфузии, необходимо подчеркнуть, что консервированная донорская (а в очень тяжелых случаях – теплая донорская) кровь является практически единственным средством восстановления в организме реципиента транспорта O_2 и CO_2. У четырех больных при ФЭГДС невозможно было установить источник кровотечения, так как в полости желудка имелось много сгустков и жидкой крови. С учетом тяжелого состояния больных, признаков острой кровопотери III ст. указанные больные также были взяты на операцию. Во время операции установлена кровоточащая хроническая язва ДПК. Им выполнена радикальная операция типа резекции ⅔ желудка под прикрытием гемотрансфузии, объем которой составил в среднем 520,5 ± 50,5 мл. Таким образом, большинство больных (n – 44, 62 %) были взяты в срочном и отсроченном порядке на операционный стол, минуя ОАР. Причем у половины (n – 22) из них время (не более 3–6 ч) выделялось для установления источника кровотечения с помощью ФГДС на фоне интенсивной предоперационной ИТТ. 28 (38 %) больным диагностика ограничивалась установлением факта продолжающегося кровотечения на основании клинико-лабораторных показателей. Эти меры проводились на фоне необходимого реанимационного пособия за счет вливания коллоидов и кристаллоидов в соотношении 1:1.

В целом в основной группе № 1 и контрольной группе № 1 (n – 72) у 32 (44 %) больных имела место тяжелая степень острой кровопотери (III ст.). В результате профузного кровотечения 18 из них поступили в крайне тяжелом состоянии с потерей сознания и коллапсом. Эти больные оперированы в экстренном порядке без уточнения диагноза. Операция сочеталась с реанимационными мероприятиями. У 12 пациентов была использована гемотрансфузия, объем которой составил в среднем 610,5 ± 45,8 мл. Безусловно, при проведении ИТТ нужно помнить об опасности перегрузки правых отделов сердца. Наш опыт показывает, что слишком интенсивная объемная ИТТ, стремление «стабилизировать АД на нормальных цифрах» может привести к циркуляторным перегрузкам, срыву первичной тромбоцитарной пробки, увеличению объема кровопотери, снижению уровня тромбоцитов и плазменных факторов свертывания.

Умеренная артериальная гипотония (АД в пределах 90/60–110/70 мм рт. ст.), объемная инфузионная терапия, обеспечивающая достаточную органную перфузию (критерий – почасовой диурез и сатурация крови), являются, на наш взгляд, физиологически оправданными, необходимыми и достаточными. В большинстве случаев (n – 34, 47,2 %) источник кровотечения был установлен с помощью экстренной ФЭГДС. Показанием к операции у 9 (12,5 %) больных служили обоснованные признаки повышенной угрозы рецидива кровотечения, хотя тяжесть острой кровопотери у них была II ст. У 12 (26 %) больных кровопотеря оценивалась как II ст. Все они оперированы в сроки 3–6 ч. 4 пациента после попытки эндоскопической верификации источника кровотечения также взяты на экстренную операцию. У них кровопотеря расценивалась как III ст. Нужно учесть, что тяжесть острой массивной кровопотери определяется в основном возникающим дефицитом плазменных факторов свертывания в циркуляции и потерей ОЦК.

Что касается хирургической части, то операционный доступ у всех больных был верхнесрединный. После вскрытия брюшной полости производили соответствующую ревизию. У 56 (77,8 %) из 72 оперированных больных во время визуального осмотра и пальпации в просвете тонкого и толстого кишечника обнаруживали темную жидкость, просвечивающуюся через стенку кишки. У 18 (25 %) больных пальпаторно в заднемедиальной части луковицы ДПК обнаруживали язвенный инфильтрат. Каллезная язва с периульцерозным инфильтратом в диаметре 2,5 см в значительной степени суживала выход желудка у трех из них. У 32 (44,4 %) больных каллезная язва диаметром до 2 см занимала заднелатеральную часть луковицы ДПК. Имел место выраженный рубцовый перидуоденит, перигастрит.

На передней стенке ДПК у 22 из них обнаруживали рубец от зажившей язвы ДПК. У 15 (20,8 %) больных имела место постбульбарная язва, определяемая пальпаторно. В четырех случаях язвенный инфильтрат был связан с головкой поджелудочной железы. Следует отметить, что выявление точной локализации источника кровотечения, установление факта продолжающегося кровотечения либо вероятного прогноза рецидива кровотечения, наряду с оценкой степени кровопотери и общего состояния больного определяет объем и вид операции.

В клинике принята следующая установка: при выборе объема и вида операции хирурги обязательно должны согласовывать свои действия с анестезиологами-реаниматологами, так как именно они несут прямую ответственность за интраоперационную безопасность пациентов. У 12 (16,7 %) больных ввиду тяжелого их состояния и III ст. кровопотери по рекомендации анестезиологов-реаниматологов хирурги ограничивались производством пилородуоденотомии и обшивании язвы с целью гемостаза. Еще у 12 (16,7 %) больных также тяжелого состояния и кровопотери выполнено иссечение язвы, пилоропластика и СПВ. Во всех остальных случаях (n – 48, 66,7 %) с санкции анестезиологов-реаниматологов, хирургами выполнена радикальная операция в виде резекции ⅔ желудка. Причем, по методу Гофмейстра – Финистрера – у 6 (8,4 %) больных [1], по Витебскому в модификации М.М. Мамакеева и М.Т. Рысбекова (1997) [3] – у 42 (58,3 %).

Нужно подчеркнуть, что частота осложнений и летальности в послеоперационном периоде находится в прямой зависимости от сроков операции, тяжести состояния больных, наличия у них сопутствующей патологии, локализации источника кровотечения, степени острой кровопотери. В хирургическом аспекте у 12 (16,7 %) больных в послеоперационном периоде наблюдались осложнения, в том числе с летальным исходом у 3 (4,1 %) больных. В раннем послеоперационном периоде осложнения возникли – у 12 (16,6 %), а летальность – у 3 (4,1 %) больных. У 1 (1,4 %) больного с острой кровопотерей III ст. на третьи сутки после резекции ⅔ желудка на высоте кровотечения развилась картина несостоятельности швов культи ДПК. Под прикрытием ИТТ хирурги выполнили релапаротомию, микродуоденостомию. Однако, несмотря на интенсивную ИТТ, больной погиб в ОАР на 13-е сутки после операции от нарастающей сердечно-легочной недостаточности на фоне эндотоксикоза. У 1 (1,4 %) больного, у которого из-за тяжести состояния была предпринята пилородуоденотомия с обшиванием кровоточащей язвы, наступил рецидив внутрикишечного кровотечения (коллапс, гипохромия). Несмотря на переливание цельной крови, кровезаменителей, гемостатических средств, состояние больного прогрессивно ухудшалось и на вторые сутки после операции наступил летальный исход в ОАР. У 3 (4,2 %) больных после операции (2 – после пилородуоденотомии, 1 – после иссечении язвы) развилась клиника субкомпенсированного стеноза выходного отдела желудка. В ОАР консервативные меры были эффективными, больные выписаны с выздоровлением к концу 3-й недели пребывания в специализированном отделении с рекомендацией обратиться на радикальную операцию через 2–3 месяца.

Послеоперационный панкреатит развился у 1 (1,4 %) больного, у которого была произведена резекция ⅔ желудка по поводу кровоточащей постбульбарной язвы, пенетрирующей в головку поджелудочной железы. В ОАР консервативные меры (ИТТ, атропинизация, вливание ингибиторов поджелудочной железы, антибактериальная терапия, назогастральное зондирование желудка и пр.) оказалась эффективной, пациент переведен в специализированное отделение, где клиническая картина панкреатита окончательно сгладилась на 8–9-е сутки послеоперационного периода. После перевода из ОАР клиника анастомозита развилась у 1 (1,4 %) больного, у 4 (5,5 %) больных развилась послеоперационная правосторонняя пневмония, в том числе у одного из них с экссудативным плевритом, у 5 (6,9 %) больных развилось нагноение послеоперационной раны.

Итак, в раннем послеоперационном периоде осложнения возникли у 12 (16,6 %), а летальность – у 3 (4,1 %) больных. Как видно из таблицы, у больных основной группы № 1 и контрольной группы № 1 ОШ равнялся 6,0, а ОР – 1,5.

Исход операций в основной группе № 1 и контрольной группе № 1

Клинические группы	Характер исхода операций		Всего
	Благоприятный	Неблагоприятный	
Основная группа № 1	26 (a)	2 (b)	28
Контрольная группа № 1	43 (c)	1 (d)	44

Таким образом, у больных, у которых имело место профузное кровотечение и острая кровопотеря III ст. и которым выполнена операция в ранние сроки, согласно активной хирургической тактике, шансы на благоприятный исход операции возрастают на 60 %, а уровень риска возникновения неблагоприятного исхода в случае отсрочки операции (выжидательная тактика) возрастает на 15 %.

Выводы

При профузном кровотечении удельный вес летальности при выжидательной тактике составляет 10 %, тогда как при активной в 2 раза меньше (5 %). Вместе с тем удельный вес послеоперационных осложнений в 4 раза ниже при активной тактике, нежели при активно-выжидательной тактике. На фоне использования адаптированной программы ИТТ шансы на благоприятный исход операции возрастают на 30 % при использовании у больных активной тактики, а уровень риска возникновения неблагоприятного исхода в случае использования выжидательной тактики в 2 раза меньше (15 %).

Список литературы

1. Воробьев В.М. Выбор тактики лечения больных с острыми гастродуоденальными кровотечениями язвенной этиологии: автореф. дис. … канд. мед. наук. Новосибирск, 2006. 21 с.

2. Горобец Е.С. Проблема массивных кровопотерь в онкохирургии (аналитический обзор) // Анестезиология и реаниматология. 2011. № 5. С. 44–47.

3. Мамакеев М.М., Рысбеков М.Т. Обоснование выбора тактики оперативных вмешательств при гастродуоденальном кровотечении язвенной этиологии // Хирургическая гастроэнтерология: сб. науч. тр. Бишкек, 2017. Т. I. С. 73–79.

4. Мамакеев М.М., Ниязов Б.С., Абдуллаев Д.С., Абдуллаев К.А. Эффективность прямого переливания крови при язвенной болезни желудка и двенадцатипрестной кишки, осложненной кровотечением // Гастрохирургия: мат. Междунар. конгресса гастроэнтерологов. Алматы, 2011. С. 132.

5. Мамажусупов Н.А. Сравнительная результативность активной и выжидательной хирургической тактики при язвенной болезни двенадцатиперстной кишки, осложненной кровотечением: автореф. дис. … канд. мед. наук. Бишкек, 2012. 24 с.

6. Cipolletta L. Endoclips versus heater probe in preventing early recurrent bleeding from peptic ulcer: a prospective and randomized trial. Gastrointest. Endosc. 2010. V. 53. № 2. P. 122–129.

7. Терехова Н.Н. Зависимость частоты регистрации критических инцидентов от объема интраоперационного мониторинга при проведении анестезиологического пособия в многопрофильной клинике: автореф. дис. … канд. мед. наук. Москва, 2010. 22 с.

8. Mayorov O.Y., Katz M.D. Intellectual systems for differential diagnostics within groups of hardly distinguished diseases. Stud. Health. Technol. Inform. 2011. V. 24. № 6. P. 180–184.

9. Мамакеев М.М., Сопуев А.А., Эгембаев Р.Т., Кудайбергенов А.Т. Хирургическая активность при язвенной болезни у населения Кыргызстана // Хирургия Кыргызстана. 2010. № 2. С. 11–14.

УДК 599.742.7

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ЧИСЛЕННОСТИ АМУРСКИХ ТИГРОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЗИМНИХ СЛЕДОВЫХ УЧЕТОВ

Мурзин А.А.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, e-mail: murzin@tigdvo.ru

На ДВ России периодически проводятся учеты амурских тигров с целью оценки численности популяции. Во время учета на маршрутах собирается информация о следах амурского тигра. На основании этой информации производится оценка и приблизительный расчет количества особей, зафиксированных в ходе учета. До недавнего времени этот расчет производился только экспертным путем по методике с применением общих согласованных критериев. Поскольку данная методика не предлагает сам механизм действий, то каждый эксперт использует свой подход к решению этой задачи. Возникла необходимость создания автоматизированной системы расчета. Первый вариант алгоритма был реализован перед учетом 2005. С тех пор алгоритм неоднократно модифицировался и тестировался, и здесь представлена его последняя версия. Основная модификация алгоритма заключалась во введении параметра «индивидуальная ошибка промера» и создания механизма автоматического расчета половозрастной структуры популяции. Пример работы алгоритма можно посмотреть на мониторинговой площадке «Хор» при обработке данных за 2008 г. В случаях, когда количество следов небольшое, то оценки численности экспертами и по алгоритму очень близки, но с увеличением количества следов оценки начинают сильнее отличаться. Концептуально этот алгоритм не привязан только к амурскому тигру и следовым учетам, при определенной модификации его можно использовать для следовых учетов других видов. Либо, в более широком смысле, для классификации объектов с рядом параметров, значения которых, при помощи определенных критериев, позволяют относить их к одному или разным классам. Алгоритм реализован на базе программных продуктов ArcGIS 10.3 и MS Access 2016 при помощи языков программирования Python (вер. 2.7) и VBA (вер. 7.0).

Ключевые слова: амурский тигр, *Panthera tigris altaica*, следовые учеты, расчет численности тигров, алгоритм, ГИС

THE ALGORITHM FOR ESTIMATION OF THE NUMBER OF AMUR TIGERS BASED ON THE RESULTS OF WINTER CENSUS TRACKS

Murzin A.A.

Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (PGI FEB RAS), Vladivostok, e-mail: murzin@tigdvo.ru

Amur tigers are periodically counted in the Far East of Russia to estimate its population size. During the survey census, information about traces of Amur tiger is collected along the routes. Based on this information, an estimate and an approximate calculation of the number of species recorded during the counting are made. Until recently, this calculation was made only by an expert using common agreed criteria. Since this technique does not offer the very mechanism of actions, then each expert uses own approach to solve this task. There was a need to create an automated calculation system. The first version of the algorithm was worked out before 2005 census. Since then, the algorithm has been repeatedly modified and tested, and its latest version is presented here. The main modification of the algorithm involved the introduction of the parameter «individual measurement error» and the creation of a mechanism for automatic calculation of the gender and age structure of the population. An example of the algorithm work can be viewed on the monitoring unit «Khor» in processing data for 2008. In cases where the number of tracks is small, the estimates of the census by experts and the algorithm are very close, but in increasing the number of tracks, the estimates begin to differ greater. Conceptually, this algorithm is not tied only to Amur tiger and census tracks; it can be used for census of other species with a certain modification. In a broader sense, it makes possible to classify the objects with a number of parameters, which values by certain criteria can be referred to the same or different classes. The algorithm is implemented on the basis of software products ArcGIS 10.3 and MS Access 2016 using the programming languages Python (version 2.7) and VBA (version 7.0).

Keywords: amur tiger, *Panthera tigris altaica*, census tracks, estimate tiger numbers, algorithm, GIS

На ДВ России периодически проводятся учеты амурских тигров с целью оценки численности популяции [1, 2]. Они проводятся в зимнее время и могут охватывать различные территории, но методика является единой, и, соответственно, собираемая в ходе учетов информация тоже унифицирована. Во время учета на маршрутах собирается информация о следах амурского тигра. На основании этой информации производится оценка и приблизительный расчет количества особей, зафиксированных в ходе учета. До недавнего времени этот расчет производился только экспертным путем по методике с применением общих согласованных критериев, которые в свою очередь были разработаны и одобрены экспертами [3]. Поскольку данная методика задает только набор критериев, как по следовым параметрам оценивать принадлежность следов одной или разным особям, но не предлагает сам механизм действий, то каждый эксперт использует свой подход к решению этой задачи. Конечно, экспертная оценка может и, скорее всего, включает в процесс расчета другие и в том числе не формализуемые критерии, причем у каждого эксперта они могут быть свои. В результате один и тот же объем информации у разных экспертов дает разные результаты. Кроме того, при большом объеме информации точное следование критериям является крайне затруднительным ввиду чрезвычайной трудоемкости процесса.

Возникла необходимость создания автоматизированной системы расчета. Первый вариант алгоритма был реализован перед учетом 2005, и его общие принципы описаны в [3]. С тех пор алгоритм неоднократно модифицировался и тестировался, и здесь представлена его последняя версия.

Цель исследования: создание алгоритма расчета амурских тигров по результатам зимнего следового учета.

Материалы и методы исследования

Алгоритм основывается на методике, которая была разработана рядом экспертов в главе с Матюшкиным [3], и реализован на базе программных продуктов ArcGIS 10.3 и MS Access 2016 при помощи языков программирования Python (вер. 2.7) и VBA (вер. 7.0). В качестве исходных данных используется массив следов со следующими характеристиками: номер, промер передней пятки (при отсутствии этого показателя нужны промеры задней пятки или совмещенного следа), дата обнаружения, давность, отдельный параметр для выводков или особей, встреченных парами. Выходными данными является массив особей с принадлежащими им следами.

Результаты исследования и их обсуждение

Исходные данные – массив следов с заданными характеристиками. Следы в данном случае являются объектами, которые необходимо классифицировать. Для этого необходимо объединять определенные следы в группы, основываясь на критериях, которые допускают такое объединение, причем все возможные пары следов в пределах одной группы должны этим критериям соответствовать. Это задача классификации, где мы имеем четкий набор условий, из каких объектов может формироваться группа. Причем для оптимального решения задачи (а это задача формирования минимального количества групп) наши группы должны быть максимально полными. Для того, чтобы этого добиться, мы рассчитываем меры близости для каждой пары следов. В нашем случае для расчета такой меры используются два параметра: нормированная дистанция между следами и нормированная разница в промерах ширины пятки.

В общем, это некая численная мера вероятности того, что данная пара следов принадлежит к одной особи. Расчет данного показателя для следов ведется по формуле

$$\mathbf{M} = \sqrt{\frac{\left(\frac{\mathbf{Dist}}{\mathbf{MaxDist}} * 100\right)^2 + \left(\frac{\mathbf{DifSize}}{\mathbf{LW_{Pad}}} * 100\right)^2}{2}},$$

где M – искомая дистанция между следами в некотором пространстве, Dist – расстояние между следами (в км.), MaxDist – максимально возможная дистанция между следами для особи с предполагаемым полом и возрастом и с учетом разницы во времени, DifSize – разница в размерах передней пятки для данной пары следов, LW_{Pad} – лимитирующий параметр (допустимая разница в промерах пятки).

Показатель рассчитывается только для тех пар следов, которые по всем критериям могут быть отнесены к одной особи, и оперирует уже нормированными величинами. В результате мы получаем матрицу (M) метрик для всех допустимых пар объектов (в рамках заданных критериев). Слово метрика в данном случае подразумевает то, что мы переходим к понятию пространства и объектов в данном пространстве.

Далее мы приступаем к формированию групп. Для формирования максимально полной группы мы используем метод «ближайшего соседа» [4]. Берется начальный след и ищется ближайший к нему след. Затем для этих двух точек ищется ближайший к ним след, и так далее, пока мы не выберем все следы, удовлетворяющие заданным критериям. Первый след выбирается произвольно, и затем мы, таким образом, перебираем весь исходный массив следов. То есть мы пробуем все возможные варианты формирования группы. Таким образом, изначально у нас образуется количество групп, равное количеству следов в исходном массиве. Понятно, что это неоптимальное количество. Для начала мы избавляемся от абсолютно идентичных групп, т.е. от тех групп, следы которых полностью повторяются (у них отличается только порядок формирования группы). Затем мы фиксируем группы, в которых присутствуют уникальные следы, т.е. следы которые больше не встречались ни в одной из групп. Такие группы мы называем уникальными, и их мы уже не трогаем. Соответственно, у нас остаются те группы, следы которых, так или иначе, пересекаются с другими группами, в том числе и уникальными. Это и есть исходный массив для оптимизации. Это задача пересекающихся множеств, элементы которых не имеют однозначной идентификации. Нам же в конечном итоге надо оставить множества, которые имеют как минимум один уникальный элемент. Для проведения оптимизации необходимо выбрать какой-либо критерий, который бы рассчитывался для каждой группы, и оценивая который мы могли бы принимать решение о том, от каких групп нам следует избавляться и в какой последовательности это делать. В качестве такого критерия была выбрана мера избыточности группы. Эта мера рассчитывается как показатель того, насколько следы этой группы повторяемы в других группах. Причем она должна быть нормирована на размер группы. Рассчитывается она следующим образом.

Сначала мы рассчитываем коэффициенты уникальности/избыточности (US.t) для следов исходя из текущего набора групп. Данный коэффициент (далее US.t) для следа обозначает число групп, которые данный след содержат. Затем на базе рассчитанных коэффициентов US.t, мы рассчитываем коэффициенты уникальности/избыточности (далее US.c) для групп. Данный коэффициент US.c рассчитывается по формуле

$$\mathrm{US.c}(\mathrm{k}) = \frac{\sum_{i=0}^{N} \mathrm{US.t(ik)}}{\mathrm{N(k)}},$$

где US.t(ik) – коэффициент уникальности/избыточности для i-следа в k-группе, N(k) – кол-во следов в k-группе, i = 1,...N(k), k = 1,...K; где K – кол-во текущих групп.

Проще говоря, это усредненный по всей группе показатель коэффициента уникальности/избыточности (US.t) для следа. Когда он равен 1, то это значит, что все следы в группе уникальны, т.е. не повторяются больше ни в одной группе. Чем он больше, тем, значит, выше процент дублирования следов этой группы со следами в остальных группах. После расчета этой меры для каждой группы, можно рассчитать совокупную меру избыточности для всех анализируемых групп и начинать процесс отбрасывания лишних групп. Так как нам необходимо как можно дольше растянуть этот процесс (поскольку чем дольше будет идти этот процесс и больше будет итерационных шагов, тем меньше групп останется), то мы должны минимальным образом понижать совокупную избыточность анализируемых групп. Для этого на каждом итерационном шаге мы удаляем группу с минимальной избыточностью. Затем с учетом выбывшей группы пересчитываем все меры избыточности и повторяем так до тех пор, пока все группы не станут уникальными. Во время тестирования работы алгоритма пробовались также другие критерии и данный критерий показал наилучший результат. После этого, хотя требуемый минимум установлен, мы проводим процедуру удаления следов, имеющих неоднозначную идентификацию. В каждой группе существует как минимум один уникальный след и остальные неуникальные следы. Это множество следов, которые (в рамках построенной модели) имеют неоднозначную идентификацию (т.е. могут принадлежать разным особям) и являются предметом дальнейшего анализа. Нам необходимо провести безусловную идентификацию данных следов. Для этого в качестве критерия мы пользуемся мерой внутригрупповой дисперсии. Сначала по всем группам ищется неуникальный след, который вносит наибольший вклад в дисперсию группы. Данный след из этой группы исключается, и все показатели пересчитываются. Это процедура продолжается до тех пор, пока все следы во всех группах не станут уникальными. Вообще говоря, данная проблема довольно часто решается при решении задач классификации, и более универсальным и, видимо, более эффективным решением является выбор в качестве критерия оптимизации не просто дисперсии группы, а отношение внутригрупповых и межгрупповых дисперсий. Но поскольку такой подход более трудоемок (по времени и вычислительным ресурсам), а также могут быть проблемы со сходимостью, то этот вариант пока отброшен. Кроме того, основной задачей работы данного алгоритма является все-таки определение количества особей, а процесс безусловной идентификации следов при этом не так важен.

Основная модификация алгоритма заключалась во введении понятия «степень доверия к точности промера пятки» и его формализация для использования в алгоритме. Для этого был введен параметр «индивидуальная ошибка промера». Рассчитанная статистика по учетам показывает, что в целом для учета можно оценить, как варьируют показатели точности замера. И это позволяет в свою очередь внести те или иные поправки при корректировке следов конкретного учета. В исходной версии алгоритма при сравнении показателей промеров пятки мы использовали один параметр для оценки допустимого разброса. При этом предполагалось, что все следы имеют одну и ту же точность измерения. Но на самом деле это не так. Например, те следы для которых был осуществлен пересчет (с задней пятки или совмещенного следа) уже имеют большую ошибку. Следы с разной давностью также имеют разную ошибку измерения, след может увеличиваться в размерах со временем, и эта величина варьирует в зависимости от различных условий (количество солнечных дней в период между оставлением и обнаружением следа, температура, условия рельефа, глубина снега в месте замера и т.д.). Поэтому дополнительно для каждого следа определяется показатель «индивидуальная ошибка промера», параметры для расчета которого могут быть заданы в окне интерфейса (рис. 1) для конкретного рабочего массива.

В ареале амурского тигра на Сихотэ-Алине с 1997 г. работает программа мониторинга [5, 6]. В качестве примера работы алгоритма можно посмотреть мониторинговую площадку «Хор» за 2008 г.

В таблице можно увидеть рассчитанную для 9 следов диагональную матрицу метрик.

Визуально все объекты в этом пространстве удобно представить в виде графа (рис. 2), узлы которого – это точки следов, а ребра соединяют только те точки, которые можно отнести к одной особи с учетом заданных критериев. Цифры, расположенные на ребрах, означают меры близости в этой паре.

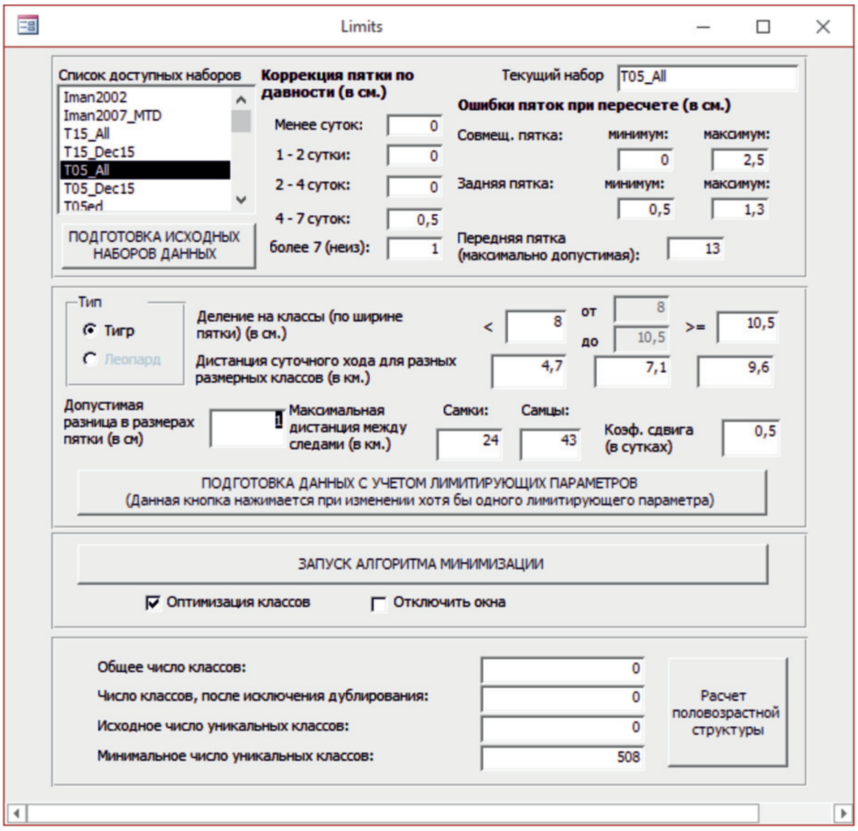


Рис. 1. Интерфейс программы расчета амурских тигров

Матрица метрик для площадки Хор 2008

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0								
2	35,8	0							
3	X	X	0						
4	41,4	28,5	X	0					
5	29,5	19,7	9,1	14,7	0				
6	X	X	X	X	X	0			
7	56,1	X	X	X	X	66,9	0		
8	X	X	X	87,3	44,5	79,5	X	0	
9	X	X	X	96,5	59,1	77,1	X	14,8	0

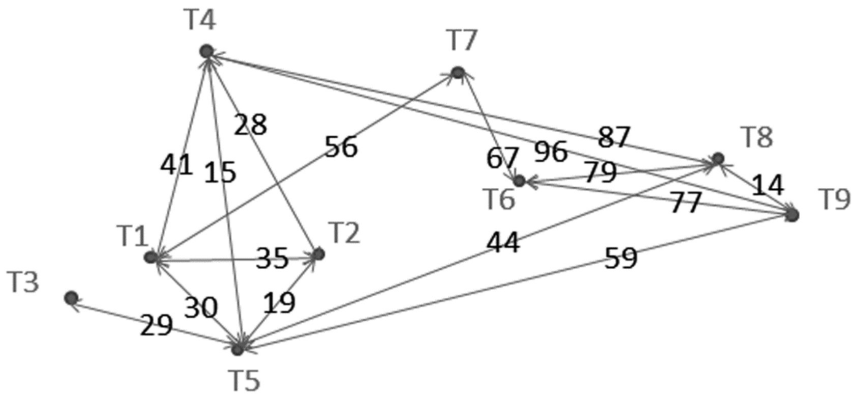
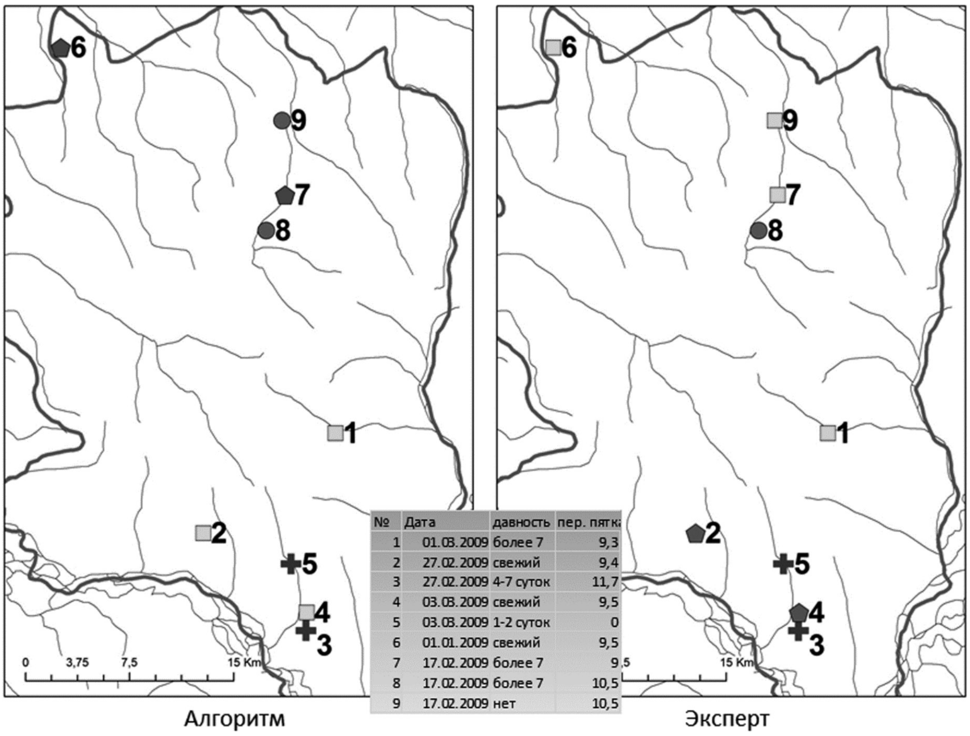


Рис. 2. Граф отношений между следами для площадки Хор 2008



№	Дата	давность	пер. пятка
1	01.03.2009	более 7	9,3
2	27.02.2009	свежий	9,4
3	27.02.2009	4-7 суток	11,7
4	03.03.2009	свежий	9,5
5	03.03.2009	1-2 суток	0
6	01.01.2009	свежий	9,5
7	17.02.2009	более 7	9,5
8	17.02.2009	более 7	10,5
9	17.02.2009	нет	10,5

Рис. 3. Результат расчета по алгоритму и экспертная оценка ситуации на площадке Хор 2008

Окончательную картинку с результатами расчетов можно видеть на рис. 3. На ней значками одной конфигурации показаны следы отдельных особей. Номера на карте соответствуют номерам следов в таблице, где можно посмотреть наиболее важные параметры следов.

Как можно видеть на рис. 3, обе оценки дают одинаковое количество тигров – 4. Но распределение следов немного отличается между собой. При этом у эксперта (как можно видеть из таблицы следов) объединяются следы с разницей в более 1 см. Обработка большого количества мониторинговых площадок дает основания утверждать, что эта ситуация характерна для большинства экспертных оценок. То есть эксперты, как правило, не видят необходимости жестко соблюдать установленные критерии, для них это скорее руководство к действию, чем жесткая норма. При этом они могут руководствоваться своими внутренними соображениями, опытом, дополнительной информацией и так далее. Некоторые из этих дополнительных параметров тоже можно формализовать и ввести в алгоритм, что дает определенное поле деятельности для его модернизации. Также можно отметить, что в случаях, когда количество следов небольшое, то оценки численности экспертами и по алгоритму очень близки, но с увеличением количества следов оценки начинают сильнее отличаться [7]. Это, скорее всего, связано с тем, что большое количество следов экспертам сложнее обрабатывать и здесь срабатывает консервативный подход с тем, чтобы не насчитать лишнего, и, соответственно, критериями из методики пренебрегают еще больше. Алгоритму же не важно, какое количество информации он обрабатывает. Это зависит только от вычислительных ресурсов компьютера. Хотя лимит на общее количество обрабатываемых следов в алгоритме существует, и расчет может занимать несколько часов. По итогам работы алгоритма можно также получить сведения о половозрастной структуре исследуемой популяции.

Заключение

Надо отметить, что концептуально этот алгоритм не привязан только к амурскому тигру и следовым учетам. Его практическая реализация сделана для зимних следовых учетов амурского тигра и соответствующей методики, но в принципе, его можно использовать для следовых учетов других видов. Либо, в более широком смысле, для классификации объектов с рядом параметров, значения которых, при помощи определенных критериев, позволяют относить их к одному или разным классам.

Исследования проведены по заказу и при финансовой поддержке АНО-Центра «Амурский тигр».

Список литературы

1. Арамилев В.В. Учет амурского тигра: опыт и перспективы // Актуальные проблемы сохранения северной популяции амурского тигра на Дальнем Востоке России: материалы конференции. Хабаровск: Изд-во Краевое ГБНУК «Хабаровский краевой музей имени Н.И. Гродекова», 2017. С. 39–43.

2. Пикунов Д.Г., Микелл Д.Дж., Серёдкин И.В., Николаев И.Г., Дунишенко Ю.М., Зимние следовые учеты амурского тигра на Дальнем Востоке России. Владивосток: Дальнаука, 2014. 132 с.

3. Микелл Д.Дж. Пикунов Д.Г., Дунишенко Ю.М., Арамилев В.В., Николаев И.Г., Абрамов В.К., Смирнов Е.Н., Салькина Г.П., Мурзин А.А., Матюшкин Е.Н. Теоретические основы учета амурского тигра и его кормовых ресурсов на Дальнем Востоке России. Владивосток: Дальнаука, 2006. 183 с.

4. Тярт Н.А., Степанов Н.Н. Метод k ближайших соседей и его программная реализация для автоматизированной классификации объектов // Математика: фундаментальные и прикладные исследования и вопросы образования: материалы международной научно-практической конференции (Рязань, 26–28 апреля 2016 г.). Рязань: Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, 2016. С. 290–294.

5. Пикунов Д.Г., Микелл Д.Г., Серёдкин И.В., Мухачева А.С. Мониторинг популяции амурского тигра и его роль в сохранении биоразнообразия экосистем Дальнего Востока России // Биоразнообразие и роль животных в экосистемах: материалы V Международной научной конференции. Днепропетровск: Лира, 2009. С. 349–350.

6. Серёдкин И.В., Пикунов Д.Г., Мониторинг состояния популяции амурского тигра в России // Современные проблемы охотничьего хозяйства Казахстана и сопредельных стран: материалы Международной научно-практической конференции. Алматы: Изд-во КН МОН РК, 2014. С. 238–241.

7. Miquelle D.G., Pikunov D.G., Dunishenko Y.M., Aramiliev V.V., Nikolaev I.G., Abramov V.K., Smirnov E.N., Salkina G.P., Seryodkin I.V., Gaponov V.V., Fomenko P.V., Litvinov M.N., Kostyria A.V., Yudin V.G., Korkisko V.G., Murzin A.A. 2005 Amur Tiger Census. Cat News. 2007. V. 46. P. 14–16.

УДК 630*161:633.878.43(470)

СЕЛЕКЦИЯ И ГИБРИДИЗАЦИЯ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В УСЛОВИЯХ СУХОЙ СТЕПИ ЮГО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Иозус А.П., Завьялов А.А.

Камышинский технологический институт (филиал) ГОУ «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: ttp@kti.ru

Для смягчения негативного влияния процессов глобального потепления, выражающихся в ухудшении климатических условий, массовой гибели неадаптированных видов и форм древесной растительности, необходимо активизировать селекционную работу и выделить устойчивые виды и формы одной из основных пород защитного лесоразведения – березы. В настоящее время в мировой науке и практике одним из перспективных направлений считается гибридизация. В статье приводятся материалы по гибридизации березы в России и перспективы использования гибридов в сухой степи Нижнего Поволжья. Береза – одна из самых хозяйственно ценных пород отечественных и мировых лесов. Насчитывается множество видов, форм и гибридов. Широко применяется в защитных и озеленительных насаждениях юго-востока европейской территории России. Сравнительный анализ показал, что продольно-трещиноватая форма характеризуется меньшим потреблением влаги, более устойчива к засухе, переносит слабое засоление и хорошо растет в лесных полосах на южных черноземах, а ромбовидно-трещиноватая форма березы бородавчатой отличается повышенным потреблением влаги в сухих местообитаниях, малоустойчива, ее можно выращивать только в более северных районах. В результате проведенной в течение полувека селекционной работы с березой выделены деревья, которые сохранились под воздействием фактора естественного отбора и перенесли засухи 1972–1975 гг. Потомство отобранных деревьев было введено в защитные насаждения. По результатам их оценки выделены маточники с повышенной устойчивостью к засухе.

Ключевые слова: гибридизация, береза, лесосеменные плантации, устойчивость, долговечность, генетическая оценка

SELECTION AND HYBRIDIZATION OF BIRCH IN THE CONDITIONS OF DRY STEPPE SOUTH-EAST OF EUROPEAN RUSSIA

Iozus A.P., Zavyalov A.A.

Kamyshinsky Technological Institute (branch) of the State Educational Institution «Volgograd State Technical University», Kamyshin, e-mail: ttp@kti.ru

In order to mitigate the negative impact of global warming processes, manifested in the deterioration of climatic conditions, the massive death of unadapted species and forms of woody vegetation, it is necessary to intensify breeding work and identify sustainable species and forms of one of the main species of protective afforestation – birch. Currently, in the world of science and practice, one of the promising areas is considered to be hybridization. The article presents materials on birch hybridization in Russia and prospects of using hybrids in the dry steppe of the Lower Volga region. Birch is one of the most economically valuable species of domestic and world forests. There are many types, forms and hybrids. It is widely used in protective and landscaping plantations in the South-East of the European territory of Russia. Comparative analysis showed that the longitudinally fractured form is characterized by lower moisture consumption, more resistant to drought, tolerates weak salinity and grows well in forest belts on southern chernozems, and the rhomboid-fractured form of warty birch, differ in increased moisture consumption in dry habitats, low-resistant, it can be grown only in more northern areas. As a result of breeding work with birch for half a century, trees have been identified that have been preserved under the influence of the factor of natural selection and have suffered droughts from 1972-1975. The offspring of the selected trees were introduced into protective plantations. According to the results of their evaluation, queen cells with increased resistance to drought were identified.

Keywords: hybridization, birch, seed plantations, stability, durability, genetic evaluation

Для смягчения негативного влияния процессов глобального потепления, выражающихся в ухудшении климатических условий, массовой гибели неадаптированных видов и форм древесной растительности [1], необходимо активизировать селекционную работу и выделить устойчивые виды и формы одной из основных пород защитного лесоразведения – березы. Береза – одна из самых распространенных и хозяйственно ценных пород наших и мировых лесов. Существующие культуры говорят о высокой устойчивости березы в защитных насаждениях лесостепной и степной зон. Береза (*Betula* L.) относится к семейству березовых (Betulaceae C.A. Agardh.), объединяющему шесть родов. В роде береза насчитывают 120 видов. Березы широко распространены по всему северному полушарию от субтропиков до тундры. На Крайнем Севере преимущественно встречаются виды секции *Nanae*, а в умеренном поясе – секции *Albae*, на юге преобладают виды секции *Costate*, а в субтропиках – секции *Acuminatae*.

Березы – однодомные листопадные деревья до 30 м высоты и диаметром ствола до 120 см и кустарники разных размеров. Кора у них обычно гладкая, отслаивающаяся тонкими пластинками, чаще белая, у некоторых видов – от серой до черной. Листья черешчатые, от обратнояйцевидных до ланцетных, листорасположение очередное. Цветы в сережках, тычиночные образуются летом в год, предшествующий цветению, пестичные развиваются весной, выходя из пазух молодых листьев. Плод – односемянный орешек. Плодоношение у одиночно стоящих деревьев наступает с 7–10 лет, в насаждении – с 15–30 лет. Береза – светолюбивая порода, к почвам нетребовательна. Ее считают почвоулучшающей породой. Большинство берез морозоустойчиво и не страдает от весенних заморозков. Размножаются березы почти исключительно посевом. Из березы создают полезащитные лесные полосы, защитные посадки вдоль железных и шоссейных дорог, противоэрозионные насаждения. Широкое применение они находят в зеленом строительстве. В Российской Федерации дико растет 40 видов берез, интродуцировано около 25 видов. Наибольшее хозяйственное значение из них имеют в европейской части России и Западной Сибири береза поникающая (бородавчатая) и береза пушистая, на Дальнем Востоке – береза ребристая, в Забайкалье – береза даурская, на Камчатке, Сахалине и Курильских островах – береза Эрмана. Значительные различия лесорастительных условий в обширном ареале произрастания березы обусловили ее большое формовое разнообразие. Изучение их и выделение из них наиболее ценных форм – один из методов, которым пользуются при селекции древесных пород. Многочисленными исследователями установлено, что различные формы березы отличаются не только по морфологическим признакам, они не равнозначны и по хозяйственной ценности, отмечено наличие корреляционной связи между быстротой роста и качеством древесины, ее рисунком и цветом коры [2–4]. Наиболее распространенные в европейской части и Западной Сибири березы бородавчатая и пушистая имеют определенные зоны распространения. Бородавчатая береза наиболее распространена в черноземной полосе, где пушистая береза встречается в качестве примеси и далеко отстает от нее по росту. По мере продвижения в нечерноземную зону примесь пушистой березы увеличивается. В зоне смешанных лесов по участию в составе насаждений и по быстроте роста она не отстает от бородавчатой.

Научно-исследовательскими институтами бывшего СССР (ВНИИЛМ, ВНИАЛМИ, УкрНИИЛХ, ЛатНИИЛХ, КазНИИЛХ и др.) проведена значительная работа, направленная на изучение формового разнообразия берез и выделение из них наиболее быстрорастущих форм для использования их в целях повышения продуктивности лесов, и проведен предварительный отбор берез для целей защитного лесоразведения. Формы берез изучают и выделяют преимущественно по морфологическим признакам: форме стволов и крон, цвету и рисунку коры, качеству древесины, быстроте роста и другим признакам, а для защитного лесоразведения еще и по засухоустойчивости и солевыносливости. В подмосковных лесах в районе г. Пушкино А.С. Яблоковым [3] были выделены три типа формы березы бородавчатой по характеру коры и силе роста. В лесах Брянской, Московской и Костромской областей выделены по коре ствола шесть типов (форм) березы бородавчатой и три типа березы пушистой, характеризующихся различными показателями роста и физико-механическими свойствами древесины. В борах Зауралья А.К. Махневым [4] выделено пять форм березы поникающей (бородавчатой), три из них он считает наиболее перспективными: ромбовиднотрещиноватую, серокорую и грубокорую. Первые две отличаются быстрым ростом. Среди берез пушистых наибольшую ценность представляют формы, обладающие сравнительно быстрым ростом, имеющие гладкую белую или серо-белую почти без трещин кору и прямые стволы. В Северном Казахстане установлено, что среди форм березы быстрым ростом выделяются ромбовидно-трещиноватая и гладкокорая. У березы пушистой по быстроте роста в высоту и диаметру отличаются белокорые формы [4]. Проведенные исследования позволили ориентировать семеноводство на отобранные более продуктивные формы березы бородавчатой и пушистой. Таксацией отдельных форм березы бородавчатой в лесах Башкирского Предуралья установлено, что березы бородавчатые гладкокорой формы растут быстрее и дают больший выход деловой древесины, чем другие две выделенные им формы – продольно-трещиноватая и ромбовидно-трещиноватая. Одна из ценных форм березы – карельская. Древесина этой березы имеет мировую известность из-за ее красивого узорчатого рисунка и ценится дороже древесины дуба и ореха.

Полезащитные и противоэрозионные полосы из березы создавались в 1950–1990 гг. на полях сельхозпредприятий в лесостепной зоне и на черноземных почвах степной зоны в европейской части России, а в Западной Сибири даже на темно-каштановых почвах. В полезащитных полосах республики Татарстан на серых и черноземовидных суглинистых почвах в лесной полосе средняя высота березы в возрасте 7 лет была 5,5 м, максимальная – 6,4 м (Дерябин, 1957). В защитных насаждениях на среднемощных черноземах в лесостепной и степной зонах Заволжья береза в возрасте 39–53 лет имела среднюю высоту 18,2–22,6 м при среднем диаметре 22,6–29,5 см. Было установлено, что береза хорошо растет в полезащитных полосах Западной Сибири и Северного Казахстана. В Карасукском районе Новосибирской области на южных черноземах 30-летняя береза в лесных полосах достигала высоты 13–15 м. Если в лесостепи и черноземной степи береза в лесных полосах растет достаточно хорошо и продолжительность ее жизни составляет 40–60 лет, то по мере продвижения на юг и ухудшения лесорастительных условий, рост ее в высоту значительно снижается, а продолжительность жизни резко падает. Так, в районе г. Камышина на темно-каштановых почвах продолжительность жизни березы в лесных полосах не превышает 30–40 лет. Береза сильно страдает от гололедообразования: обламываются верхушки, ветви. В дальнейшем происходит усыхание дерева. В культурах долговечность березы составляет 40–60 лет. Опыт создания насаждений из интродуцированных видов березы в лесостепной зоне показал, что лучшие североамериканские виды ее (желтая, сладкая, черная) по росту в высоту отстают от березы бородавчатой и только в благоприятных условиях роста березы бумажная и высокая достигают размеров березы бородавчатой. Поэтому при создании защитных насаждений в лесостепной и степной зонах нецелесообразно использовать интродуцированные виды березы, к тому же также сильно страдающие от гололедных явлений. Обогатить ассортимент берез быстрорастущими, жизнестойкими и промышленно ценными ее формами можно методом внутривидовой и межвидовой гибридизации.

Интрогрессивная гибридизация березы широко распространена. Спонтанные гибриды берез найдены в Тувинской АССР И.Ю. Коропачинским [4]. Успешными были проведенные А.Я. Любавской внутривидовые скрещивания березы бородавчатой московской и березы бородавчатой из Орла. Сеянцы, выращенные из гибридных семян, оказались с ярко выраженной гетерозисной силой роста [4]. Этот опыт позволял рассчитывать на положительные результаты и при внутривидовых скрещиваниях географически отдаленных форм березы бородавчатой (карельской) и форм березы пушистой (капо-корешковой), которые и проводились под руководством А.С. Яблокова в Московском лесотехническом институте с 1953 г. В большом объеме работы по межвидовой гибридизации были выполнены А.Я. Любавской (по Яблокову) на кафедре селекции и дендрологии МЛТИ. В опытах было осуществлено 322 варианта скрещивания и из полученных гибридных семян выращено около 15 тыс. шт. гибридных сеянцев. При этом в вариантах скрещивания березы бородавчатой с японской и пушистой, березы пушистой с японской, бородавчатой и Эрмана техническая всхожесть семян была от 50 до 96 %. При выращивании эти гибриды проявили гетерозис роста, из них заложены селекционные культуры. В 1952–1953 гг. Н.А. Коноваловым были получены межвидовые гибриды березы. Скрещивание было проведено в следующих вариантах: береза бородавчатая×береза желтая, береза бородавчатая×береза даурская, береза маньчжурская×береза желтая, береза маньчжурская×береза даурская и береза маньчжурская×береза бумажная. Эти гибриды произрастали на территории Ботанического сада Института экологии растений и животных Уральского научного центра Российской академии наук (г. Екатеринбург). Исследования межвидовых гибридов, проведенные Н.П. Пичугиной, показали, что в опытах по скрещиванию березы бородавчатой с березой даурской и березы маньчжурской с березой бумажной все потомство несет признаки промежуточного характера между родительскими видами. При скрещивании березы маньчжурской с березой желтой и березы маньчжурской с березой даурской проявляются признаки отцовского вида при преобладании материнских признаков; по значению гибридного индекса потомство занимает промежуточное положение. Указанные гибриды, отличаясь лучшими показателями роста и жизнестойкости, к сожалению, не получили пока применения в защитных насаждениях.

Цель исследования: провести сравнительную селекционную оценку и выделить из имеющегося видового и формового разнообразия березы селекционный материал, обладающий достаточной устойчивостью, долговечностью и производительностью в условиях защитных и озеленительных насаждений сухой степи юго-востока европейской территории России.

Показатели роста отобранных форм березы бородавчатой и пушистой

Форма и виды берез	№ пробной площади	Возраст, лет	Число обмеренных деревьев, шт.	Среднее		Диаметр кроны, м	Высота прикрепления кроны, м
				Высота H, м	Диаметр столба D, см		
Береза бородавчатая							
Продольнотрещиноватая	2 4	21 22	47 192	12.7 13.6	14.3 15.3	3,0 3.1	3,3 6.1
Ромбовиднотрещиноватая	2 4	21 22	24 169	14,7 15,0	17,6 17,9	3,7 3,8	4,0 6,7
Гладкокорая	2 4	21 22	31 129	14,1 14,1	13,3 13,2	2,1 2,0	5,5 7,6
Береза пушистая							
Гладкокорая	2 33	21 21	51 18	9,2 9,6	8,5 10,6	2,1 2,5	2,2 2,2
Трещиноватокорая	2 33	21 21	11 11	10,6 10,6	12,7 12,7	2,2 2,2	2,2 2,2
Береза поникающая (бородавчатая)	24	14	432	9,3	8,7	2,5	2,1
Береза пушистая	24	14	58	6,7	5,5	1,7	1,2

Материалы и методы исследования

В соответствии с научно-методическими рекомендациями ВНИАЛМИ [4–6] объектами селекционной инвентаризации и отбора ценного генофонда сухой степи являлись в основном объекты искусственного происхождения (культуры и защитные лесные насаждения), а также заложенные для испытания генофондов научно-исследовательские объекты. Предварительный отбор лучших видов и форм березы проводили по их росту, состоянию, развитию.

Результаты исследования и их обсуждение

Работы по гибридизации древесных пород были начаты на Нижневолжской станции по селекции древесных пород, г. Камышин А.В. Альбенским еще в 1939–1940 гг. Их цель – выведение гибридов, способных произрастать на каштановых почвах юго-востока европейской части нашей страны. Проведенные в 1948–1950 гг. П.К. Балашовым и Г.Д. Фроловой исследования позволили накопить необходимый опыт в гибридизации берез, решить ряд теоретических вопросов, но получить ценные гибриды для защитного лесоразведения в засушливой зоне не удалось [4]. В 1968 г. под руководством И.В. Калининой институт возобновил селекционные работы с березами с целью интродукции этой породы в засушливые районы. В результате было отобрано 34 перспективных дерева нескольких форм березы бородавчатой и березы пушистой, отличающихся большой засухоустойчивостью и другими ценными для полезащитного лесоразведения признаками. Среди выделенных форм по рисунку коры интерес представляет гладкокорая береза (белый и коричневый цвет коры), продольно-трещиноватая и ромбовидно-трещиноватая береза бородавчатая; гладкокорая и трещиноватокорая береза пушистая. Данные роста выделенных форм березы бородавчатой и пушистой даны в таблице.

Изучение водного режима, устойчивости к засухе и засолению отобранных форм берез [4] показало, что ромбовидно-трещиноватая форма березы бородавчатой, наиболее сильно растущая, отличается повышенным потреблением влаги в сухих местообитаниях, малоустойчива, ее можно выращивать только в более северных районах. Гладкокорая форма несколько менее требовательна к влаге и пригодна для защитного лесоразведения в зоне обыкновенных черноземов. Продольно-трещиноватая форма характеризуется еще меньшим потреблением влаги, более устойчива к засухе, переносит слабое засоление и хорошо растет в лесных полосах на южных черноземах. В дендрарии Поволжской АГЛОС ВНИАЛМИ создана лесосеменная плантация из этой формы березы [7]. Проведен отбор засухоустойчивых форм березы бородавчатой в зоне каштановых почв (Нижневолжская станция по селекции древесных пород ВНИАЛМИ). Выделено 38 деревьев, которые удовлетворительно перенесли засуху 1972–1975 гг. К настоящему времени (обследование 2018 г.) из 38 осталось 18 деревьев, из них 3 суховершинных. С отобранных деревьев собирали семена, из которых в 1975–1977 г. выращено более 1,5 тыс. сеянцев, впоследствии высаженных в лесные полосы. Обследование 2018 г. показало, что к настоящему времени по истечении 40 лет после посадки сохранилось около 40 % от высаженных деревьев. Средняя высота лучших деревьев в насаждении 12 м, диаметр 64 см. Отдельные из них суховершинят и находятся в неудовлетворительном состоянии и не измерялись. Это позволило выделить маточники, потомство которых отличалось повышенной устойчивостью и сохранностью.

Выводы

1. В результате проведенной в течение полувека селекционной работы с березой выделены деревья, которые сохранились под воздействием фактора естественного отбора и перенесли засухи 1972–1975 гг. Потомство отобранных деревьев было введено в защитные насаждения. По результатам их оценки выделены маточники с повышенной устойчивостью к засухе.

2. Продольно-трещиноватая форма характеризуется экономным потреблением влаги, более устойчива к засухе, переносит слабое засоление и хорошо растет в лесных полосах на южных черноземах. Ромбовидно-трещиноватая форма березы бородавчатой, наиболее сильно растущая, отличается повышенным потреблением влаги, в сухих местообитаниях малоустойчива, ее можно выращивать только в более северных районах. Гладкокорая форма несколько менее требовательна к влаге и пригодна для защитного лесоразведения в зоне обыкновенных черноземов.

Список литературы

1. Проект государственного доклада Минприроды России о состоянии и охране окружающей среды в 2017 году // Министерство природных ресурсов и экологии РФ [Электронный ресурс]. URL: http://www.mnr.gov.ru (дата обращения: 24.12.2018).

2. Иозус А.П., Крючков С.Н., Морозова Е.В. Селекция и репродукция древесных пород для защитного лесоразведения: монография. Волгоград: ВолгГТУ, 2016. 184 с.

3. Царев А.П. Программы лесной селекции в России и за рубежом: монография. М.: Изд-во Московского гос. ун-та леса, 2013. 164 с.

4. Семенютина А.В., Костюков С.М., Кащенко Е.В. Методы выявления механизмов адаптации древесных видов в связи с их интродукцией в засушливые регионы // Успехи современного естествознания. 2016. № 2. С. 103–109.

5. Научно-методические указания по сортоводству деревьев и кустарников для защитного лесоразведения в аридных регионах. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2013. 51 с.

6. Альбенский А.В. Селекция древесных пород и семеноводство. М.: Гослесбумиздат, 1959. 306 с.

7. Яблоков А.С. Селекция древесных пород. М., 1962. 487 с.

УДК 78.071.1

МОСКОВСКАЯ КОНСЕРВАТОРИЯ И ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ А.Н. СКРЯБИНА

Рощина Е.Е.

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, институт музыки, театра и хореографии, Санкт-Петербург, e-mail: yulia.soprano@gmail.com

Статья посвящена рассмотрению педагогической деятельности А.Н. Скрябина в стенах Московской консерватории. Письма композитора позволяют выявить особенности преподавания курса специального фортепиано. Высказывания современников проливают свет на специфику оценочной системы студентов, которой придерживались коллеги А.Н. Скрябина. Как можно увидеть из переписки композитора, в частности из писем к М.П. Беляеву, он очень ответственно относился к процессу обучения, тщательно прорабатывал со своими учениками выбранные произведения. Большое значение для современной педагогики имеет подход А.Н. Скрябина к составлению учебного репертуара. Принципиальность композитора в вопросах оценивания студентов также заслуживает отдельного пристального изучения. Данная статья призывает к углубленному изучению переписки композитора, так как это позволит не только полнее погрузиться в мир фортепианной музыки мастера, но и поможет в современном образовательном пространстве наладить процесс обучения студентов. Фрагменты писем учеников, в частности М.К. Морозовой, свидетельствуют о глубоком профессионализме композитора, а также проливают свет на особенности исполнительского мастерства А.Н. Скрябина. Влияние магнетической личности композитора на современников отразилось на формировании целой плеяды талантливых пианистов – последователей гениального пианиста и композитора А.Н. Скрябина.

Ключевые слова: А.Н. Скрябин, Московская консерватория, А. Горовиц, РМО, В.И. Сафонов

MOSCOW CONSERVATORY AND PEDAGOGICAL ACTIVITY OF A.N. SKRYABIN

Roschina E.E.

Russian State Pedagogical Herzen University, Institute of Music, Theater and Choreography, St. Petersburg, e-mail: yulia.soprano@gmail.com

The article is devoted to the specific of the pedagogical activity of A.N. Scriabin in the walls of the Moscow Conservatory. Letters, written by the composer in this period, allow to reveal the peculiarities of teaching the course of a special pianoforte. Some of the phrases of contemporaries spread light on the specifics of the evaluation system of students, which adhered to colleagues A. Scriabin. We can see from the composer’s correspondence, in particular from letters to M.P. Belyaev, he felt responsible for the learning process, he carefully studied the selected works with students. The great importance for modern pedagogy is the approach of A.N. Scriabin to the compilation of the educational repertoire. Principle of the composer in matters of student evaluation also deserves a separate study. This article calls for an in-depth study of the composer’s correspondence, since this will not only fully immerse himself in the piano music world of the master, but also help in the modern educational space to establish the process of teaching. Fragments of the students’ letters, in particular, M.K. Morozova, testify to the composer’s profound professionalism, also shed light on the peculiarities of A. Skryabin’s performing skills. The influence of the composer’s magnetic personality on contemporaries was reflected in his students – talented pianists and followers of the genius of A.N. Scriabin.

Keywords: A.N. Skryabin, Moscow Conservatory, A. Horowitz, RMO, V.I. Safonov

В 1898 г. В.И. Сафонов приглашает в Московскую консерваторию педагога на должность профессора консерватории по классу фортепиано, освободившуюся после смерти П.Ю. Щлецера. 1 августа 1898 г. Сафонов пишет профессору И.В. Гржимали о молодежи, окончившей Московскую консерваторию, обсуждая возможные кандидатуры. Среди выпускников есть несколько талантливых людей пока «еще незрелых», но «пригодных на место профессора в будущем» [1, с. 199]. Решение Сафонова пригласить на должность профессора Московской консерватории 26-летнего Скрябина вызвало в среде профессоров и преподавателей консерватории ироническое отношение и недоумение. Сафонов «фуксом провел юношу Скрябина в профессора!» [1, с. 200], рассказывал Н.Ф. Финдейзену профессор С.В. Смоленский. Как показал дальнейший ход событий, молодой начинающий композитор полностью оправдал возложенные на него надежды и за недолгий срок преподавания в стенах Московской консерватории воспитал плеяду ярких профессионалов. Цель статьи: изучение переписки периода педагогической деятельности композитора для выявления особенностей преподавания курса специального фортепиано.

Понимая, что работа в консерватории потребует много времени, необходимого для композиторской деятельности, и зная отношение к своему назначению профессором, Скрябин обратился за советом к М.П. Беляеву: «Прежде всего попрошу тебя посоветовать мне в очень важном деле. Василий Ильич приглашает меня в консерваторию профессором фортепиано со всевозможными льготами. Я буду иметь только 12 учеников (старших курсов), то есть 12 часов в неделю; гонорар 1200 рублей. Я думаю, что это не может быть помехою занятиям композицией. Во всяком случае я принимаю это обязательство на год, или даже до мая текущего сезона, так что не буду чувствовать себя связанным. Конечно, все-таки перспектива давания фортепианных уроков меня пугает, и, если бы не порядочный гонорар, я ни за что не согласился бы на это. Теперь же это для меня имеет очень важное значение. Напиши, пожалуйста, поскорее твое мнение и никому пока об этом не говори» [1, с. 199].

М.П. Беляев писал Скрябину о предполагаемой работе в консерватории: «Ты мне задаешь трудную задачу: решить отсюда, принимать ли тебе предложение Василия Ильича? Ты ведь знаешь, что я всегда был за определенные занятия, налагающие на человека известные обязанности и приучающие его к известному порядку. [...] А вот вопрос – в каком состоянии твое здоровье? т.е. можешь ли ты без ущерба для него принять на себя обязанности профессора при Консерватории? Этого я отсюда решать не могу, так как давно тебя не видел, и потому решать весь вопрос придется все-таки тебе самому» [1, с. 200].

С осени 1898 по 1903 год А.Н. Скрябин преподает в Московской консерватории по классу фортепиано. Параллельно композитор продолжает активно сочинять, его произведения приобретают все большую популярность. «Кусевицкий замышлял в то время провести цикл концертов из произведений Скрябина» [2, с. 209]. Скрябин работает над новыми сочинениями, хотя занятия в консерватории мешают композиторскому творчеству. «О себе ничего хорошего написать не могу, – сообщает он Беляеву 18 февраля 1899 г., – все время скриплю, что не мешает мне заниматься довольно много. Оконченного пока еще ничего нет, кроме маленького Andante для струнного оркестра, это я пришлю вместе с чем-нибудь другим. Консерватория, конечно, все-таки мешает заниматься, главное, мешает сосредоточиться. Слишком много слушаешь разной музыки» [1, с. 214].

В своем классе с учениками Скрябин проходил большой репертуар – произведения Баха, Моцарта, Бетховена, Листа, Шопена, Шуберта, Шумана, Чайковского, Аренского, Грига и других композиторов. Об этом свидетельствуют программы ученических концертов и выпускных экзаменов учеников класса Скрябина, отраженные в протоколах Художественного совета Московской консерватории за 1898–1903 гг.

Весной 1898 г. Скрябин пишет прелюдию «Мечты» и завершает цикл из девяти мазурок (ор. 25).

5 декабря 1898 г. в Петербурге под управлением Н.А. Римского-Корсакова состоялось первое исполнение прелюдии «Мечты» в Русском симфоническом концерте. «После чая Римский-Корсаков проигрывал по партитуре e-moll'ный прелюд Скрябина, который будет исполняться в Беляевском концерте. Прелюд оказался очень милой, пикантно гармонизованной вещицей, к тому же недурно инструментованной» [3, с. 142] – писал В.В. Ястребцев в воспоминаниях о Н.А. Римском-Корсакове.

12 марта 1899 г. состоялось восьмое симфоническое собрание Московского отделения РМО. В отчете Московского отделения РМО за 1898–1899 гг., зафиксирована программа концерта:

1. Бетховен. Третья симфония.
2. Скрябин. «Мечты» ор. 24 (в первый раз).
3. Глазунов. Концертный вальс ор. 47 (в первый раз).
4. Вьетан. Четвертый концерт для скрипки с оркестром.
5. Соловьев. Отрывки из оперы «Корделия».

В 1899 г. в «Русских ведомостях» № 73, в связи с первым исполнением прелюдии «Мечты» в Москве, Ю. Д. Энгель писал, что первое чисто симфоническое произведение композитора по характеру похоже на его небольшие фортепианные пьесы. Прекрасно инструментовано, отлично звучит, имело успех у слушателей и было повторено.

В консерватории начинается пора экзаменов, где Александру Николаевичу, помимо занятий с учениками, приходится ассистировать на экзаменах: «Я переживаю самое неприятное время, сижу ассистентом на экзаменах по 8–9 часов в день, кроме того, готовлю своих учеников к экзамену, назначенному на 22[-е]» [1, с. 216].

В Московской консерватории Скрябин ассистировал на экзаменах 29 апреля, 1, 4, 11 и 18 мая 1899 г., о чем свидетельствуют экзаменационные ведомости с подписью Скрябина и экзаменаторов.

Первый год преподавания показал, что в его лице консерватория приобрела не только выдающегося музыканта, но и талантливого педагога.

Профессор Венской консерватории П.Л. Кон, прибывший по просьбе Сафонова присутствовать на экзаменах в Москве, писал С. П. Бартеневу: «Скрябин пригласил меня к себе в класс выслушать его учениц, и я с большим удовольствием пробыл 4 часа, убедясь в том, что он солидный педагог и ведет свое дело с большим знанием и любовью. Я почти уверен, что он лучший профессор Московской консерватории» [1, с. 217].

«Сегодня вечером иду на генеральную репетицию моего экзамена, имеющего быть в 9 часов утра» [1, с. 217]. Весной 1899 г. по классу Скрябина заканчивает консерваторию Н.Г. Маргарити. Программа выпускного экзамена состояла из следующих произведений: Григ «Концерт для фортепиано с оркестром» I часть; Бах «Прелюдия и фуга» dis-moll из II т. «Хорошо темперированного клавира»; Шопен «Экспромт» As-dur; Лядов «Мазурка»; Шуберт «Музыкальный момент» cis-moll.

«Не знаю, останусь ли жив к концу мая. Каждый день экзамены, иногда с 9 утра и до 7 вечера, кроме того нужно готовить свой класс» [1, с. 229]. Весной 1900 г. Скрябин в качестве ассистента принимал участие в экзаменах учеников консерватории. В классе самого композитора в учебном 1899/1900 г. был 21 ученик. Пять из них в этом году окончили консерваторию.

В это же время Скрябин преподавал в женском Екатерининском институте (Московское училище ордена св. Екатерины) в Москве.

«В то время профессором консерватории по классу фортепиано был знаменитый Александр Николаевич Скрябин. [...] Будучи профессором фортепиано в Екатерининском институте [...] и устраивая там концерты для учащихся института, Александр Николаевич часто приглашал меня для выступления. [...] В концерте, на котором присутствовали учащиеся и весь персонал института, Александр Николаевич чудесно играл свои произведения, а затем аккомпанировал мне» [4, с. 58].

Скрябин много времени посвящает педагогической деятельности. Сохранившиеся протоколы консерватории 1901 г. свидетельствуют о длинном перечне дней присутствия на экзаменах Александра Николаевича Скрябина.

Из-за концерта, состоявшегося 5 марта 1902 г. в Москве, Скрябин пропустил занятия со студентами, о чем сообщает в своем письме от 18/31 марта 1902 М.П. Беляеву: «Эти 2 недели я очень занят: пропустил много уроков в консерватории, а у меня 9 человек кончает, так что пришлось с ними все время возиться. Кроме того начал сочинять, и много» [1, с. 260].

В 1901/1902 учебном году из класса Скрябина Московскую консерваторию закончили 6 человек, а не 9, как пишет об этом Скрябин: А. Лойко, А. Малиновская, М. Неменова, О. Эсаулова, А. Горовиц, Ю. Померанцев.

Скрябин искренне переживал результаты экзаменов своих учеников, о чем свидетельствует письмо, написанное В.И. Скрябиной от 25 мая/7 июня 1902 г. «…пишу тебе на другой день после экзамена в довольно неприятном расположении духа, и вот почему. Экзамен сошел действительно блестящим образом; ученички мои играли один другого лучше. Только Померанцев забывал 2 раза свою фугу и брал довольно много фальшивых нот – остальные были безукоризненны. Горовиц сыграл концерт Листа, как опытнейший виртуоз. Малиновская и Неменова прямо очаровали все собрание. Про Неменову я слышал кругом самые восторженные отзывы. Но, конечно, самым видным виртуозом оказался все-таки Горовиц, и я не сомневался ни на минуту, что ему будет присуждена золотая медаль.

Представь себе мое удивление и гнев, когда вечером на совете присуждаются золотые медали Неменовой и Малиновской, а Горовиц остается почему-то за флагом. Я страшно вспылил, вскочил со своего места и заявил, что совет действует несправедливо. Гржимали попробовал было обидеться, заметив, что нужно уважать мнение своих коллег и что он находится в таком же положении относительно своего ученика Белоусова, который, правда, тоже почему-то был обойден, но я его прервал, переведя разговор на чисто принципиальную почву и сказав, что от того мнения, которое ученики и публика имеют о непогрешимости суждения совета, зависит честь заведения. Сафонов присоединился ко мне, и мы стали оба склонять совет перебаллотировать медаль. Шишкин и, представь себе, Константин Игумнов уперлись, как ослы, ссылаясь на закон о невозможности перебаллотировки. Спор чуть не дошел до драки. Совет затянулся до 1 ночи. Мы должны были уступить, так как большинством голосов было решено вообще не перебаллотировать вопросов.

Относительно же раздачи медалей будет принят другой способ на будущее время, во избежание подобных недоразумений. Но мне от этого не легче, обидели моего Горовица, и я страдаю. Сейчас он приходил такой бедный, печальный. Я его утешил, как мог» [1, с. 262].

Письмо написано на следующий день после экзамена.

Конфликт, описанный Скрябиным, возникший из-за неприсуждения Горовицу золотой медали, не был отражен ни в протоколе заседания Художественного совета Московской консерватории от 24 мая 1902 г., ни в черновике этого протокола. В этом протоколе впервые в официальном порядке было зафиксировано заявление Скрябина уйти из числа профессоров консерватории.

Преподавание в консерватории отвлекало Скрябина от композиторской деятельности и занимало много времени. Весной 1902 г., с согласия М.П. Беляева, Скрябин подает просьбу об освобождении его от работы в Художественный совет и в дирекцию Московского отделения РМО.

В письме М. П. Беляеву от 26 марта/8 апреля 1902 г. Скрябин пишет: «Для меня наступила самая ужасная пора: в институте по вечерам экзамены 12 дней подряд (350 человек), в консерватории тоже много занятий, одним словом музыка от 2-х дня до 12-ти ночи. Ночью все-таки сочиняю: как нарочно, весной всегда приходит множество мыслей.

Василий Ильич все просит меня остаться еще на год – я ни за что не уступаю. Самое большое, что я могу сделать, – это оставить 3 ученика (300 рублей в год), которые меня стеснить не могут. Они должны кончать на будущий год и непременно желают кончать от меня» [1, с. 261].

В.И. Сафонов просил Скрябина не уходить из консерватории, не доведя своих учеников до окончания обучения. В 1902/1903 учебном году в классе обучалось 7 человек, а не 3, как намечал Скрябин. Согласие на уход Скрябина из консерватории было оформлено постановлениями Художественного совета Московской консерватории от 24 мая 1902 г. [1, с. 262] и дирекцией Московского отделения РМО от 30 мая 1902 г.

В 1903 г. Московскую консерваторию в классе А.Н. Скрябина окончили А. Макриди и А. Саренко.

Намерение уйти из консерватории зрело у композитора в течение длительного времени. Конфликт из-за Горовица стал толчком для его реализации, о чем свидетельствует письмо от 12/25 января 1902 к В.И. Скрябиной: «…сообщу тебе очень важную новость: Митрофан очень обрадовался, когда я заговорил о выходе из консерватории, берется меня обеспечить (200 рублей, а при нужде и больше обязательно, а если сочиню больше, то, разумеется, расплата по количеству сочинений). Он вполне согласен со мной, что мне нужно как можно скорее выходить и предаваться композиции» [1, с. 255].

«Выписка из счета А.Н. Скрябина», приложенная М.П. Беляевым к своему письму от 15 марта 1903 г., подтверждает, что Беляев аккуратно выполнял свои обязательства. В 1902 г. Скрябин получал авансами в счет будущих сочинений по 200 руб. в месяц.

В 1903 г. Скрябин прекращает педагогическую деятельность в Московской консерватории и музыкальных классах Екатерининского института, где в это же время преподавали С.В. Рахманинов и А.Б. Гольденвейзер.

В ноябре 1903 г. А.Н. Скрябин получил письмо от своей ученицы М.К. Морозовой, которая предложила материальную помощь и выплачивала ежемесячную «пенсию» до конца 1908 г. по 200 рублей в месяц. Письмо, написанное М.К. Морозовой Скрябину в Петербург не сохранилось, но в письме В.И. Скрябиной к композитору от 8 ноября 1903 г. об этом есть упоминание: «На днях ты получишь одно замечательное письмо; о содержании его я знаю в общих чертах» [1, с. 294].

Материальная помощь была предложена для того, чтобы А.Н. Скрябин мог уехать за границу и заниматься композицией. Композитор решил, что за границей сможет найти лучшие условия для творческой работы, чем в России. С такими же целями в это же время выехали за границу С.В. Рахманинов, А.Т. Гречанинов и другие русские композиторы.

В дальнейшем М.К. Морозова неоднократно поддерживала Скрябина финансами для организации концертов (1905 г., Париж) и организовала счет на концертные выступления весной 1909 г. в Москве.

Педагогическая деятельность Александра Николаевича Скрябина, несмотря на кратковременность, оставила глубокий след в истории Московской консерватории. Музыкальная литература, на которой воспитывались исполнители того времени, делилась на две категории: учебно-педагогическую, включавшую технические упражнения и этюды, и концертный репертуар, в который входили сочинения мировой музыкальной классики. Студенты воспитывались в основном на педагогическом репертуаре невысокого художественного уровня. Немногие из них имели доступ к художественно полноценной литературе. Скрябин был первым, кто нарушил эту устоявшуюся традицию. Студентам своего класса он давал высокохудожественный репертуар в зависимости от их технической подготовки. Скрябин-педагог стремился развить художественно-творческое воображение и техническое мастерство студентов-исполнителей.

Никто из профессоров Московской консерватории не осмеливался до него на такой поступок. Следуя примеру Скрябина, многие педагоги стали нарушать эту традицию. В подборе репертуара студентам своего класса Скрябин проявлял безупречное художественное чутье и бескомпромиссность.

Скрябин высоко ценил внимание к себе своих учеников. Об этом свидетельствует письмо к М.К. Морозовой от 10/23 апреля

1907 г., в котором Скрябин пишет: «У меня к Вам маленькая просьба, дорогая Маргарита Кирилловна: если Вы увидите Веру Ивановну, то не откажите взять у нее бювар, поднесенный мне моими учениками, я им дорожу как воспоминанием» [1, с. 466]. Бювар зеленой кожи (ныне хранится в Государственном мемориальном музее Скрябина) с серебряной верхней доской, на которой в виньетке из растительного орнамента выгравирована дата концерта в Москве «5 марта 1902 г.», состоявшегося в Большом зале Благородного собрания (сохранился автограф черновика программы этого концерта ГММС, инв. № 9), был поднесен Скрябину его учениками по Московской консерватории в день симфонического концерта из произведений композитора. В бюваре картонная, обтянутая синим муаром вкладка, с вытесненной на ней серебром надписью: «Глубокоуважаемому Александру Николаевичу Скрябину от благодарных учеников и учениц: Краснодембская, Лойко, Макриди, Малиновская, Матковская, Неменова, Саренко, Сибилева, Станек, Тарбеева, Эсаулова, Горовиц, Жадовский, Златин, Померанцев, Эпштейн». Этот бювар лежал на письменном столе А.Н. Скрябина.

М.С. Неменова-Лунц на протяжении многих лет продолжала общение и занятия с А.Н. Скрябиным. В письме 3/16 августа 1907 г. к Л.В. Николаеву она сообщает: «Если бы ты знал, какая пишется 5-я соната, какие написаны прелюдии, как [...] играет и как он со мной занимается! [...] Последние вещи Скрябина начинают совершенно новый период, гармонии изумительные, формы оригинальные. «Поэма экстаза» переписывается для печати, этой зимой будет исполняться в Петербурге [...]. Я много играю, аккуратно беру у Скрябина уроки, прошла 12 его вещей, из них пока еще 2 ненапечатанных (выйдут в сентябре). Затем прошла Valse, Tausig Wahlstimmen, Humaresque Schumann, этюд и prelude Chopina. Я в таком восторге от его толкования, особенно Valse» [1, с. 475].

В это же время о своих занятиях с М.С. Неменовой-Лунц Скрябин пишет в своем письме к М.К. Морозовой в августе 1907 г. из Беатенберга: «…здесь проводит лето Мария Соломоновна Лунц с мужем, обстоятельство это, конечно, очень украшает нам жизнь. Мария Соломоновна пользуется пребыванием здесь, чтобы проходить со мной все мои последние произведения, чтобы представить их в Москве в настоящем свете. Последние мои вещи настолько сложны по настроению, что я рад возможности передать лично некоторые указания о их исполнении человеку талантливому и столь преданному искусству» [там же].

В 1909 г. в Москве образовался «кружок скрябинистов», в который входили: М.С. Неменова-Лунц, М.С. Могилевский, К.С. Сараджев, В.В. Держановский, А.Б. Гольденвейзер, М.Н. Мейчик, А.Б. Хесси, Э.А. Купер, Е.А. Бекман-Щербина и другие музыканты. Целью кружка была пропаганда музыкальных произведений Скрябина.

После внезапной смерти композитора возникло общество имени А.Н. Скрябина, ставившее целью пропаганду творчества и эстетико-философских идей великого музыканта. Общество организовывало лекции и вечера, посвященные Скрябину. 21 марта 1917 г. в Малом зале Московской консерватории выступил поэт К.Д. Бальмонт с лекцией «Светозвук в природе и световая симфония Скрябина», позднее опубликованное отдельной брошюрой. «…я приехал в Москву и здесь увидел Скрябина. Эта встреча навсегда сохранится в моей душе, как видение ослепительной музыкальности. Это было видение поющих, падающих лун. Музыкальных звучностей» [5, с. 22–23].

В 1902 г. Московскую консерваторию по классу А. Н. Скрябина окончила с золотой медалью М.С. Неменова-Лунц. Имя Марии Соломоновны занесено на мраморную доску выдающихся выпускников Московской консерватории. Творческий диапазон пианистки был обширен: она выступала в концертах как солистка и ансамблистка, исполняя репертуар разных эпох и стилей. С 1922 г. М.С. Неменова-Лунц была профессором Московской консерватории. Вела класс специального фортепиано, класс камерного ансамбля и класс художественного аккомпанемента.

С 1938 по 1943 гг. М.С. Неменова-Лунц была заведующей кафедрой общего фортепиано. С 1943 и до конца жизни – заведующая кафедрой концертмейстерского мастерства.

Творческие взгляды и отношение к природе фортепианного звука М.С. Неменовой-Лунц ярко демонстрируют страницы ее воспоминаний о профессоре А.Н. Срябине: «Мне часто приходилось слышать от поклонников «сокрушительного пианизма» о недостатках силы у А.Н. Он, действительно, не обладал этим страшным fortissimo, но в исполнении его известную роль играла нелюбовь к чрезвычайной «материальной» звучности, и он всегда говорил в классе, что оглушительное forte все же должно быть мягким. «Этот аккорд должен звучать радостно-победным кликом, а тут точно с размахом неуклюжий комод на бок повалили», – сказал он как-то про одного неистового пианиста. Поразительное умение А.Н. схватывать общий дух не мешало ему с редкой настойчивостью и необычайной тщательностью отделывать мельчайшие детали и доводить нас до белого каления какой-нибудь, не удовлетворявшей его, в смысле звучности, ноты. Вообще же «звук» составлял его главную заботу. «Клавиши надо ласкать, а не тыкать с отвращением» – говорил он. В этой работе отыскания звука А.Н. был положительно неутомим. Заставляя нас бесконечное количество раз брать одну и ту же ноту, он точно отыскивал какую-то, ему одному слышимую, звучность, и как помогал он ее находить, часто одним удачным определением краски...> Не признавая «ритма без музыки», он заставлял осмысливать каждый формальный пассаж, сравнивая его с частью человеческой речи.

Все замечания были лаконичны: «Надо уметь извлекать звук из деревянного инструмента, как из сухой земли драгоценную руду…»

Исключительно интересны были указания Скрябина в области педали, которой он владел виртуозно […] У А.Н. были свои определенные педали – «вибрирующая», «булавочная», «педальный туман» [6, с. 5, 8, 9].

«Скрябин был сильный духом, цельный, убежденный […] Хрупкий на вид, Александр Николаевич отличался необыкновенной трудоспособностью, выносливостью. Титанические замыслы сочетались с простотой, детски ясной непосредственностью, открытой доверчивой душой, редким обаянием, привлекавшем к нему людей «разных планов» [6, с. 18, 13].

По воспоминаниям ученика Марии Соломоновны, пианиста и музыковеда М.А. Смирнова, заветы А.Н. Скрябина Неменова-Лунц воплотила и в своей педагогической работе: «занятия в классе Марии Соломоновны проходили в очень жизнерадостной, подчас веселой, именно артистической атмосфере […] Много играла в классе. Поражало звучание инструмента, красота и одухотворенность тембра рояля, филигранность техники – особенно мелкой, пленительной, «жемчужной». Показывая студентам много упражнений, изобретенных Скрябиным для развития техники молодых музыкантов (одно из них – извлечение трезвучий и септаккордов с выделением тех или иных ступеней средствами различной динамики). В процессе концертмейстерской работы много работала с певцами, чрезвычайно внимательно относясь к произношению слова в вокальном произведении. Над переводными текстами часто иронизировала: «Перевод – что муж: если верен – то некрасив. Если красив, то неверен» [там же]. Текст требовалось произносить в том же темпе, ритме, дыхании, которые были указаны композитором, чтобы пианист мог как бы петь с солистом. Аналогично советовала проигрывать на фортепиано партии скрипки, виолончели и других инструментов, чтобы пианист в ансамбле был «рулевым», а не просто гребцом.

Большую роль в формировании пианиста В. Горовица сыграла встреча в 1914 г. с А.Н. Скрябиным (организованная дядей В. Горовица, Александром Горовицем, учеником А.Н. Скрябина) во время его визита в Киев.

Заключение

Ознакомление с педагогической деятельностью А.Н. Скрябина необходимо для понимания особенностей индивидуального творческого облика композитора, который за короткий промежуток преподавательской деятельности в Московской консерватории вырастил поколение талантливых исполнителей, продолживших традиции его фортепианного искусства. В.И. Сафонов предвидел дар своего коллеги и способствовал выявлению педагогического потенциала начинающего исполнителя и композитора. «Хочется мне еще раз, хоть мысленно, обнять тебя за сегодняшнее исполнение и пожелать тебе дальнейших успехов», – писал он в одном из писем [7, с. 22]. Пристальное изучение переписки мастера позволяет выявить специфику его отношения к процессу обучения, свидетельствует об ответственности и увлеченности успехами своих учеников.

Список литературы

1. А.Н. Скрябин. Письма. М.: Музыка, 2003. 720 с.

2. Письма А.Н. Скрябина в фондах Государственного мемориального музея А.Н. Скрябина. СПб., 2010. 119 с.

3. Ястребцев В.В. Римский-Корсаков. Воспоминания. М.: Государственное музыкальное издательство, 1960. Т. II. 764 с.

4. Нежданова А.В. Материалы и исследования. М.: Искусство, 1967. 543 с.

5. Бальмонт К.Д. Светозвук в природе и световая симфония Скрябина. М., 1917. 24 с.

6. Неменова-Лунц М.С. Отрывки из воспоминаний об А.Н. Скрябине. Петроград: тип. Сириус, 1916. 14 с.

7. Письма А.Н. Скрябину: в фондах Государственного мемориального музея А.Н. Скрябина. СПб., 2010. 120 с.