

ISSN-1682-0533

Научно-Техническое Общество «КАХАК»

ИЗВЕСТИЯ

Научно-Технического Общества «КАХАК»

2019, № 3(66)

Алматы, 2019

ИЗВЕСТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА «КАХАК»

Алматы, 2019 г., № 3 (66)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Пак И.Т. – заслуженный деятель науки и техники РК,
доктор технических наук, профессор

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Бияшев Р.Г. – доктор технических наук, профессор; **Калтаев А. Ж.** – доктор физико-математических наук, профессор; **Мукашев Б.Н.** – доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК; **Мун Г.А.** – доктор химических наук, профессор, *заместитель главного редактора*; **Огай В.Б.** – кандидат биологических наук; **Сон Э.Е.** – доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН (Москва, РФ); **Цой О.Г.** – доктор медицинских наук, профессор; **Kim Chul** – PhD, профессор (Торонто, Канада); **Khatskevich V.Kh.** – доктор технических наук, профессор (Нью-Йорк, США); **Kim Byung-Soo** – PhD, профессор (Сеул, Республика Корея); **Park Kinam** – PhD, профессор (Уэст Лафайетт, США); **Ю В.К.** – доктор химических наук, профессор, *ответственный секретарь*; **Югай О.К.** – кандидат химических наук, ассоциированный профессор, *зам. ответственного секретаря*

EDITOR-IN-CHIEF

Pak I.T. –Honored Worker of Science and Technology of Kazakhstan,
Doctor of Technical Sciences, professor

THE EDITORIAL BOARD:

Biyashev R.G. – Doctor of Technical Sciences, professor; **Kaltayev A.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor; **Mukashev B.N.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, NAS RK academician; **Mun G.A.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, *Deputy Chief Editor*; **Ogay V.B.** – Candidate of Biological Sciences; **Son E.E.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation); **Tsoy O.G.** – Doctor of Medical Sciences, professor; **Kim Chul** – PhD, professor (Toronto, Canada); **Khatskevich V.Kh.** – Doctor of Technical Sciences, professor (New-York, USA); **Kim Byung-Soo** – PhD (Seoul, Republic of Korea); **Park Kinam** – PhD, professor (West Lafayette, USA); **Yu V.K.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, *Managing Editor*; **Yugay O.K.** – Candidate of Chemical Sciences, associate professor, *Deputy Managing Editor*

Учредитель: Научно-техническое общество «КАХАК»

Издается с 1998 г.

Выходит 4 раза в год.

Свидетельство о регистрации издания № 1561-ж от 3 ноября 2000 г.

Выдано Министерством культуры, информатики и общественного согласия Республики Казахстан

Подписной индекс: 74838

Подписку можно оформить в отделениях связи АО «Казпочта».

Подписка продолжается в течение года.

Адрес редколлегии и редакции:

050010, г. Алматы, ул. Курмангазы, 40 (Дом Дружбы), офис 34
телефон 8-(727)-2727902, 2916069

e-mail: izv.ntokahak@mail.ru

Сайт: www.ntokahak.kz

ISSN-1682-0533

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

МРНТИ 89.57.35

УДК 551.501: 629.195.1

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АТМОСФЕРЕ КАЗАХСТАНА ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К.

Национальный центр космических исследований и технологий

Алматы, Республика Казахстан

e-mail: model_lab@mail.ru

Исследованы распределения углекислого газа в атмосфере по данным космического зондирования на территории Казахстана. Выполнен анализ методов определения содержания углекислого газа в атмосфере по спутниковой информации и современных спектроскопических банков данных. Построена схема расчета территориального распределения плотности углекислого газа в атмосфере с учетом поглощения теплового излучения. Анализ многолетнего сезонного распределения содержания CO₂ в атмосфере Казахстана с января 2010 года по декабрь 2016 года показал, что наибольшее содержание углекислого газа наблюдается весной и летом. Получены результаты статистического анализа изменений концентрации углекислого газа по территории Казахстана за период 2010-2017 годы. Многолетнее распределение с января 2010 года по февраль 2017 года показывает непрерывный рост содержания CO₂ в атмосфере Казахстана. Тренд содержания углекислого газа в атмосфере показал увеличение с 390 ppт до 404 ppт. В среднем по территории Казахстана с 2010 года по 2017 год концентрация углекислого газа увеличилась на 3,6%.

Ключевые слова: атмосфера, концентрация, углекислый газ, дистанционное зондирование Земли, излучение, парниковые газы, спектроскопия, полосы поглощения.

Атмосферадағы көмірқышқыл газының таралуы Қазақстанның аумағында ғарыштық зондау деректері бойынша зерттелген. Спутниктік ақпаратты және қазіргі спектроскопиялық деректер банктерін пайдалана отырып атмосферадағы көмірқышқыл газының құрамын анықтау әдістерін талдау жүргізілді. Жылу радиациясының сіңірілуін ескере отырып атмосферадағы көмірқышқыл газының тығыздығын аумақтық бөлуді есептеу үшін схема жасалды. 2010 жылдың қаңтар айынан 2016 жылдың желтоқсанына дейін Қазақстанның атмосферасындағы CO₂-нің ұзақ мерзімді маусымдық бөлінуін талдау көмірқышқыл газының ең көп мөлшері көктемгі-жазда байқалады. 2010-2017 жылдар аралығындағы Қазақстан аумағында көмірқышқыл газының концентрациясының өзгеруін статистикалық талдау нәтижелері алынды. 2010 жылдың қаңтар айынан бастап 2017 жылдың ақпанына дейінгі ұзақ мерзімді бөлу Қазақстанның атмосферасындағы CO₂ мазмұнының үздіксіз өсуін көрсетеді. Атмосферадағы көміртегі диоксидінің үрдісі 390 ppт-дан 404 ppт дейін өсті. Қазақстан аумағында 2010 жылдан 2017 жылға дейін орта есеппен көмірқышқыл концентрациясы 3,6 % -ға артты.

Тірек сөздер: атмосфера, концентрациясы, көміртегі диоксиді, жерді қашықтықтан зондау, сәулелену, парниктік газдар, спектроскопия, сіңіру жолақтары.

The distribution of the atmosphere carbon dioxide according to space sensing data on Kazakhstan territory is studied. The analysis of methods for determining the content of carbon dioxide in the atmosphere by satellite information and modern spectroscopic data banks. The scheme of calculation of territorial distribution of density of carbon dioxide in the atmosphere taking into account absorption of thermal radiation is constructed. Analysis of long-term seasonal distribution of CO₂ content in Kazakhstan atmosphere from January 2010 to December 2016 showed that the highest content of carbon dioxide is observed in spring and summer. The results of statistical analysis of changes in the concentration of carbon dioxide in Kazakhstan territory for the period 2010-2017. Long-term distribution from January 2010 to February 2017 shows a continuous increase of CO₂ content in the atmosphere of Kazakhstan. The trend of carbon dioxide content in the atmosphere showed an increase from 390 ppm to 404 ppm. On average, the concentration of carbon dioxide in Kazakhstan increased by 3.6% from 2010 to 2017.

Keywords: *atmosphere, carbon dioxide concentration, remote sensing, solar irradiance, greenhouse gases, spectroscopy, absorption bands.*

В связи с активным использованием человечеством ископаемых энергоносителей в качестве топлива, происходит быстрое увеличение концентрации этого газа в атмосфере. Наибольший вклад в глобальное потепление вносит углекислый газ CO₂, по современным оценкам его доля составляет 60–70% [1]. Отличительной особенностью парниковых свойств двуокиси углерода по сравнению с другими газами является её долговременное воздействие на климат, которое после прекращения вызвавшей её эмиссии остается в значительной степени постоянным на протяжении до тысячи лет. Определено содержание в столбе атмосферы углекислого газа из измеренных спектров при использовании в прямой задаче разных современных спектроскопических банков данных [2]. Несмотря на относительно небольшую концентрацию в воздухе, CO₂ является важной компонентой земной атмосферы, поскольку он поглощает и переизлучает инфракрасное излучение на различных длинах волн, включая длину волны 4,26 мкм (вибрационный режим – асимметричное растяжение молекулы) и 14,99 мкм (изгибные колебания). Данный процесс исключает или снижает излучение Земли в космос на этих длинах волн, что приводит к парниковому эффекту.

В настоящее время интенсивно развиваются методы ДЗЗ, основанные на применении инфракрасных спектрометров-радиометров высокого разрешения. Это связано с тем фактом, что в тропосфере и нижней стратосфере, т.е. в наиболее деятельном и важном слое атмосферы, полуширины спектральных линий атмосферных газов пропорциональны давлению и поэтому меняются от десятых до сотых долей обратного сантиметра (см⁻¹). Поэтому при зондировании этого слоя атмосферы методами ИК-спектроскопии, разрешение должно быть того же порядка, т.е. ~ 0,02–0,5 см⁻¹, а рабочий диапазон прибора должен составлять ~ 500–3000 см⁻¹ (область теплового излучения атмосферы, где расположены колебательно-вращательные полосы основных атмосферных газов). Это обуславливает количество измерительных каналов прибора, т.е. точек в экспериментальных спектрах, до ~104–105. Таким образом, высокое спектральное разрешение позволяет получать информацию об атмосфере, зашифрованную в таких спектрах, в меньшей степени искажённых из-за конечного разрешения прибора. При этом большое количество каналов позволяет эффективно уменьшить статистические погрешности измерений. Однако в силу известной математической ‘некорректности’ задач обработки дистанционных измерений, в данном случае спектров уходящей радиации, при обработке должны применяться весьма высокоточные методы расчёта таких спектров.

Глобальный атмосферный реанализ спутниковых данных (MERRA) осуществляется НАСА (GMAO) на уровне глобального управления, моделирования и ассимиляции спутниковых данных. Цель MERRA-2 заключается в том, чтобы обеспечить систематизированный, однородный учет глобальной атмосферы и включить дополнительные аспекты климатической системы, включая газовые компоненты и улучшенное представление поверхности Земли. Эта система является одной из первых систем реанализа спутниковых данных для ассимиляции космических наблюдений газов и аэрозолей, а также представления их взаимодействия с другими физическими процессами в климатической системе. На краткосрочных ежедневных данных по территории Казахстана на ряде участков нет данных. В случае небольших участков в два-три пикселя можно использовать методы интерполяции. Но во многих случаях это большие территории. Поэтому необходимо восстанавливать данные на этих участках расчетными методами.

Общая постановка задач дистанционного зондирования метеорологических параметров с ИСЗ в диапазоне от ультрафиолетового до инфракрасного излучения с использованием теории сопряженных уравнений и уравнений ценности информации сформулирована в [3]. Различным задачам восстановления температурного поля при взаимодействии земной поверхности и атмосферы со спутников в ИК диапазоне спектра посвящено достаточно много работ [4,5].

В настоящей работе поставлена задача построения схемы расчета плотности малых газов в атмосфере с учетом поглощения теплового излучения этим газом. Уходящее излучение Земли генерируется в различных слоях земной атмосферы и тем самым отражает термический режим этих слоев или концентрацию водяного пара в них. Измеряемое спутниками тепловое излучение, есть сумма всех излучений элементарных слоев атмосферы, характеризующееся функцией ослабления теплового излучения $\Phi_{\nu\mu}$, зависящая от вертикального профиля малых газов, давления P и температуры $T(p)$, а также от длины волны λ (или частоты ν), на котором фиксируется излучение, и угла визирования θ .

Уравнение переноса длинноволнового излучения в атмосфере в изобарической системе координат можно представить в виде:

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(p) = B_{\lambda}[T(p_0)] * F_{\lambda}(p_0) + \int_{p_0}^0 B_{\lambda}[T(u)] \frac{dF_{\lambda}(u)}{du} du, \quad (1)$$

где $J_{\lambda}^{\uparrow}(p)$ – восходящее тепловое излучение,

$B_{\lambda}[T(p)]$ – функция Планка,

$p_0 = 1000$ гПа– давление на земной поверхности.

Содержание углекислого газа до больших высот практически не меняется и можно приблизительно считать его постоянным до определенной высоты (80 км), поэтому можно определить концентрацию газа по следующему дискретному уравнению:

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(p_N) = B_{\lambda}[T(p_0)] * F_{\lambda}(p_0) + \sum_{i=1}^N B_{\lambda}[T(p_i)] (F_{\lambda}(p_{i+1}) - F_{\lambda}(p_i)). \quad (2)$$

Функция ослабления теплового излучения определяется в виде

$$F_{\lambda}(p_i) = e^{-\frac{\alpha_{\lambda} p}{\cos \theta}}, \quad (3)$$

где α_{λ} – массовый коэффициент поглощения излучения,

ρ – плотность газа.

Первые два члена разложения в ряд этой функции будут иметь вид:

$$F_{\lambda}(p_i) = 1 - \frac{\alpha_{\lambda\rho}}{\cos\vartheta} p_i. \quad (4)$$

После постановки (3) в (2) получим

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(p_N) = \sigma B_{\lambda}[T(p_1)] * \left(1 - \frac{\alpha_{\lambda\rho}}{\cos\vartheta} p_1\right) + \sum_{i=1}^N B_{\lambda}[T(p_i)] \frac{\alpha_{\lambda\rho}}{\cos\vartheta} (p_i - p_{i+1}), \quad (5)$$

$$\rho = \frac{(\sigma B_{\lambda}[T(p_1)] - J_{\lambda}^{\uparrow}(p_N)) \cos\vartheta}{\alpha_{\lambda} (\sigma B_{\lambda}[T(p_1)] - \sum_{i=1}^N B_{\lambda}[T(p_i)] (p_{i+1} - p_i))} \quad (6)$$

Для расчета распределения по территории количеством пикселей N на M плотности углекислого газа $\rho_{n,m}$ необходимы данные распределения радианса (измеряемое на спутнике восходящее тепловое излучение называется радианс с размерностью $\left[\frac{вт}{м^2_{МКМСР}}\right]$), температуры $T_{n,m}$, коэффициента поглощения α_{λ} , угла зондирования ϑ , коэффициента серости σ . Параметры последнего соотношения могут быть получены в результате обработки спутниковых данных: температура, давление. Для определения коэффициентов поглощения используется информационная система HITRAN, предназначенная для обеспечения доступа через Интернет к информации о параметрах спектральных линий атмосферных газов и загрязняющих веществ. Система состоит из стандартной базы данных HITRAN [6] и GEISA [7], которая в основном охватывает относительно хорошо изученную инфракрасную область спектра, но распространяется на более широкие спектральные диапазоны от микроволн до ультрафиолета ($0,00001-25232,0 \text{ см}^{-1}$). База данных интернет-портала по молекулярной спектроскопии может содержать списки параметров спектральной линии из разных источников данных. В банке атмосферных данных NASA имеются распределения плотности газов и их содержания в атмосферном столбе, рассчитанные на основе различных моделей. Но пока они покрывают не всю территорию Земли, поэтому актуальной остается задача расчета плотности атмосферных газов, поглощающих тепловое излучение.

Поглощение атмосферными составляющими можно характеризовать с помощью спектральной зависимости коэффициентов молекулярного поглощения. Спектральный характер молекулярного поглощения, обусловленный сильной изменчивостью коэффициентов молекулярного поглощения, является основанием для допущения селективного поглощения в первом приближении. Вычисление спектральных профилей линий молекул газа основано на линейном методе, который суммирует стандартные формы линий отдельных линий поглощения. Позиции линейного центра и интенсивности регистрируются спектрометрами высокого разрешения в контролируемых лабораторных условиях. Общий коэффициент молекулярного поглощения в атмосфере представляет собой, в первом приближении, сумму коэффициентов поглощения в отдельных линиях поглощения атмосферного газа. Значения коэффициента поглощения конкретного газа могут быть получены из базы данных HITRAN, которая содержит спектроскопические данные о молекулярном поглощении. Данные, представленные в базе HITRAN, являются результатами экспериментов, позволяющих восстановить спектры поглощения и излучения. Базы данных позволяют детально учесть каждую спектральную линию поглощения молекулами воздуха. Зонд AIRS, располагающийся на спутнике Aqua, является

спектрометром высокого разрешения, который измеряет инфракрасное излучение Земли в спектральном диапазоне от 3.75 до 15.4 мкм. Измерение ведётся по 2378 каналам. Молекула углекислого газа CO_2 имеет в ИК области спектра две интенсивные полосы поглощения с длинами волн 4.3 мкм (в области волновых чисел $2100\text{--}2400\text{ см}^{-1}$) и 15 мкм ($550\text{--}800\text{ см}^{-1}$). Наиболее сильной является полоса поглощения с центром около 4,3 мкм. Однако эта область находится на самом краю спектральной плотности энергетической яркости солнечного излучения, излучение земной поверхности здесь также невелико. Важной для углекислого газа является широкая полоса 12,9–17,1 мкм с центром у $\lambda = 14,7\text{ мкм}$. Эта полоса расположена в максимуме теплового излучения атмосферы. Этой полосе поглощения соответствует 2234 канал AIRS.

Распределение содержания CO_2 в атмосфере по территории Казахстана на июнь 2016 года по обработанным данным сканера AIRS показано на рисунке 1. Территориальный анализ распределений CO_2 показывает, что максимум содержания до 415 ppm наблюдается на осушенном дне Аральского моря. Локальные максимумы до 407 ppm находятся в Атырауской, Актюбинской и Акмолинской областях, а также в северных частях Приаралья и Прибалхашья. Минимум содержания углекислого газа 398 ppm наблюдается на стыке трех областей: Кызыл-Ординской, Карагандинской и Туркестанской.

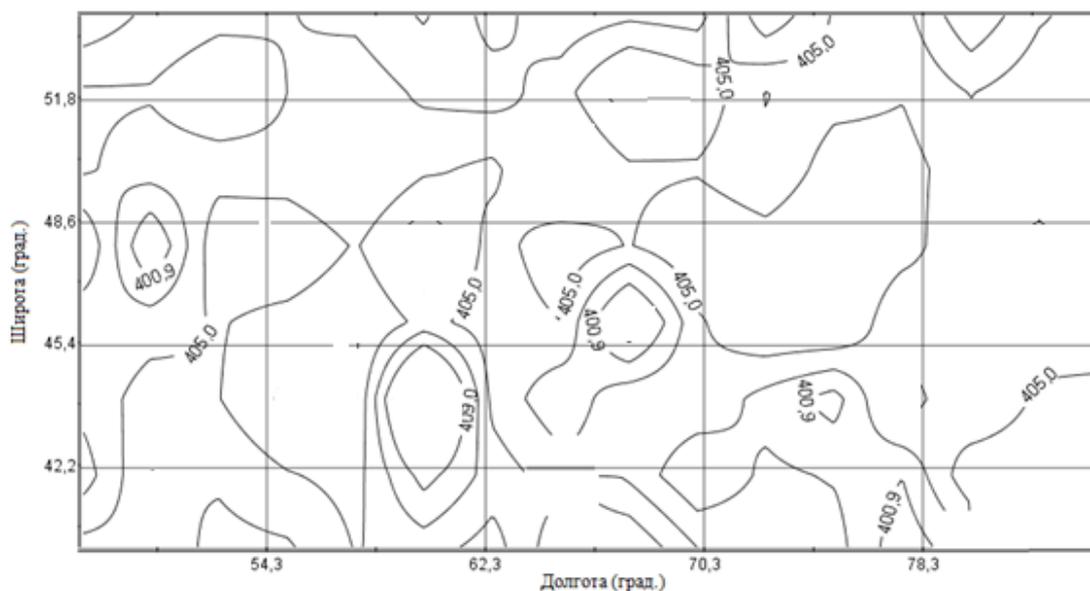


Рисунок 1 – Распределение содержания CO_2 в атмосфере по территории Казахстана на июнь 2016 года

Многолетнее распределение с января 2010 года по февраль 2017 года (рисунок 2) показывает непрерывный рост содержания CO_2 в атмосфере Казахстана. Тренд содержания показал увеличение с 390 ppm до 404 ppm. В среднем по территории Казахстана с 2010 года по 2017 год концентрация углекислого газа увеличилась на 3,6 %. Среднее значение содержания 397,10 ppm; стандартная ошибка 0,46 ppm; стандартное отклонение 4,34 ppm; минимальное значение 387,28 ppm; максимальное значение 404,87 ppm.

Многолетнее сезонное распределение содержания CO_2 в атмосфере Казахстана с января 2010 года по декабрь 2016 года показало (рисунок 3), что наибольшее содержание углекислого газа наблюдается весной и летом. Среднее содержание по сезонам: зима – 397,04 ppm; весна – 398,1 ppm; лето – 397,78 ppm; осень – 396,43 ppm. Среднее отклонение

содержания CO₂ по сезонам: зима – 4,57 ppm; весна – 4,10 ppm; лето – 4,24 ppm; осень – 4,22 ppm.

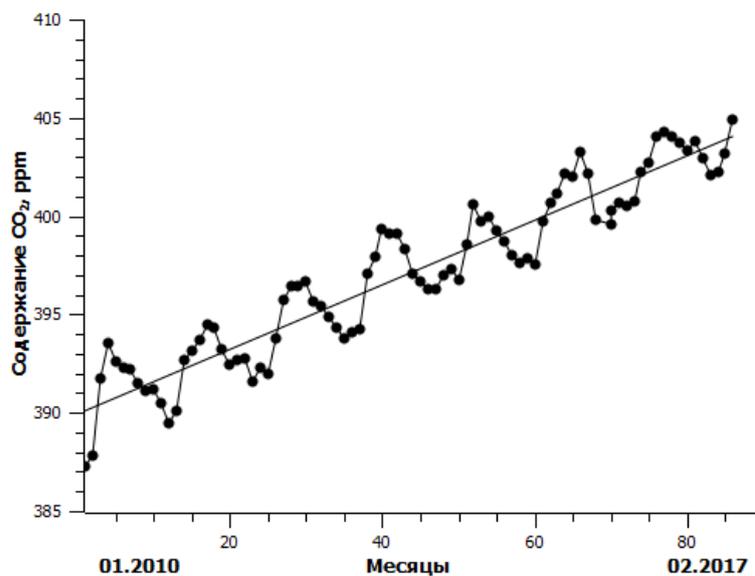


Рисунок 2 – Многолетнее распределение содержания CO₂ атмосфере Казахстана с января 2010 года по февраль 2017 года

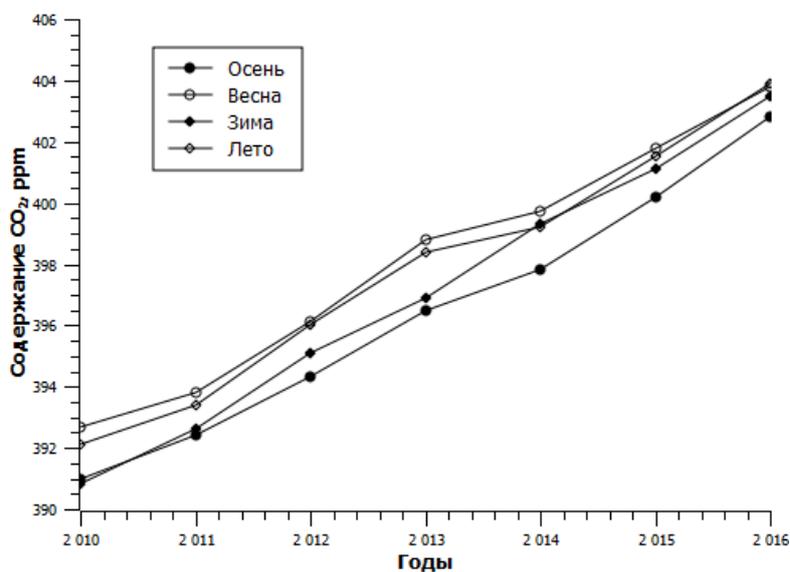


Рисунок 3 – Многолетнее сезонное распределение содержания CO₂ в атмосфере Казахстана с января 2010 года по декабрь 2016 года

Выполнен анализ методов определения содержания углекислого газа в атмосфере по спутниковой информации и из современных спектроскопических банков данных. На основе решения уравнения переноса длинноволнового излучения в атмосфере построена схема расчета территориального распределения плотности углекислого газа в атмосфере с учетом поглощения теплового излучения. Анализ многолетнего сезонного распределения содержания CO₂ в атмосфере Казахстана с января 2010 года по декабрь 2016 года показал, что наибольшее содержание углекислого газа наблюдается весной и летом. Многолетнее распределение с января 2010 года по февраль 2017 года показывает непрерывный рост содержания CO₂ в атмосфере Казахстана. Тренд содержания углекислого газа в атмосфере показал увеличение с 390 ppm до 404 ppm. В среднем по территории Казахстана с 2010 года по 2017 год концентрация углекислого газа увеличилась на 3,6%.

Литература:

1. Фил де Кола, Секретариат ВМО Интегрированная глобальная информационная система по парниковым газам (ИГИСПГ) // Бюллетень ВМО.– 2017. Том 66 (1). – С. 38–45.
2. Чеснокова Т.Ю., Ченцов А.В., Рокотян Н.В., Захаров В.И. Определение содержания парниковых газов из атмосферных спектров солнечного излучения с использованием различных спектроскопических данных по линиям поглощения // Оптика атмосферы и океана. – 2015. – № 5. – С. 489–495.
3. Марчук Г.И. Уравнение для ценности информации с метеорологических спутников и постановка обратных задач// Космические исследования. – 1964. – Т. – 3. – С. 462–477.
4. Малкевич М. С. Оптические исследования атмосферы со спутников. – М: Наука, 1973. – 304с.
5. Покровский О.М. Оптимизация метеорологического зондирования атмосферы со спутников. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 264 с.
6. Rothman J.C. et al. The HITRAN 2012 Molecular Spectroscopic Database // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer. – 2013. – Vol. 130. – P. 4–50. (doi: 10.1016 / j.jqsrt.2013.07.002).
7. Jacquinet-Husson N. et al. The 2009 edition of the GEISA spectroscopic database // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer. – 2011. – Vol. 112. – P. 2395 – 445. (doi: 10.1016 / j.jqsrt.2011.06.004).

Поступила 25 июля 2019 г.

МРНТИ 20.01

УДК 00473

ИННОВАЦИОННЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ СЦЕНОГРАФИИ

Евстифеев В.Н.¹, Байпакбаева С.Т.¹, Ермухамбетова Б.Б.²,
Серікбай А.М.², Аликулов А.Ж.²

¹Алматинский университет энергетики и связи

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Алматы, Республика Казахстан

e-mail: saltanat.baipakbayeva@gmail.com, alikulov.adilet@gmail.com

Сделан следующий шаг в развитие концепции ИТ-арта, призванной обеспечить самореализацию граждан. Данная концепция призвана также стимулировать государственно-частное партнерство в области инновационной деятельности за счет привлечения самозанятого населения. Суть концепции состоит в том, чтобы сделать науку и технику привлекательной не только экономически, но и психологически, причем для большого процента населения за счет создания платформы для системной реализации проектов на уровне микроинноваций. Рассмотрены конкретные примеры реализации концепции ИТ-арта в сценографии и шоу-бизнесе. Предложены новые сценографические решения, основанные на использовании инновационных систем отображения информации, использующих фонтанные установки. Показано, что такие системы отображения информации, в которых изображение создается за счет рассеяния света на диспергированной воде, позволяют реализовывать нетривиальные зрелищные эффекты. Обсуждаются возможности использования таких решений для создания зрелищных объектов туристической инфраструктуры в РК.

Ключевые слова: ИТ-арт, государственно-частное партнерство, самозанятое население, сценография, системы отображения информации, фонтанные установки, мистерии, туристическая инфраструктура.

Азаматтардың өзін-өзі жүзеге асыруын қамтамасыз етуге арналған ИТ-арт тұжырымдамасын дамытудың келесі қадамы жасалды. Осы тұжырымдама өзін-өзі жұмыспен қамтыған халықты тарту есебінен инновациялық қызмет саласындағы мемлекеттік-жеке әріптестікті ынталандыруға арналған. Тұжырымдаманың мәні ғылым мен техниканы экономикалық жағынан гана емес, психологиялық жағынан да тартымды ету болып табылады, сонымен бірге микроинновация деңгейінде жобаларды жүйелі іске асыру үшін платформа құру есебінен халықтың үлкен пайызы үшін. Сценографияда және шоу-бизнесіте ИТ-арт тұжырымдамасын жүзеге асырудың нақты мысалдары қарастырылған. Фонтандық қондырғыларды пайдаланатын ақпаратты бейнелеудің инновациялық жүйелерін пайдалануға негізделген жаңа сценографиялық шешімдер ұсынылды. Сурет диспергирленген суда жарықтың шашырауы есебінен жасалатын ақпаратты бейнелеудің мұндай жүйелері тривиалды емес көріністік әсерлерді іске асыруға мүмкіндік беретіні көрестелді. ҚР-да туристік инфрақұрылымның ойын-сауық нысандарын құру үшін осындай шешімдерді пайдалану мүмкіндігі талқылануда.

Тірек сөздер: IT-арт, мемлекеттік-жеке меншік серіктестік, өзін-өзі жұмыспен қамтыған халық, сценография, ақпаратты бейнелеу жүйесі, фонтандық қондырғылар, мистериялар, туристік инфрақұрылым.

The next step is the development of the concept of IT art, designed to ensure the self-realization of citizens. This concept is also intended to stimulate public-private partnerships in the field of innovation by attracting a self-employed population. The essence of the concept is to make science and technology attractive not only economically, but also psychologically, and for a large percentage of the population by creating a platform for the systematic implementation of projects at the level of microinnovations. Concrete examples of the implementation of the concept of IT art in scenography and show business are considered. New scenographic solutions based on the use of innovative information display systems using fountain installations are proposed. It is shown that such information display systems in which an image is created due to light scattering on dispersed water, allow realizing non-trivial spectacular effects. The possibilities of using such solutions to create spectacular objects of tourism infrastructure in the Republic of Kazakhstan are discussed.

Keywords: IT-art, public-private partnership, self-employed population, scenography, information display systems, fountain installations, mysteries, tourist infrastructure.

В работе [1] была обоснована концепция IT-арта. Если говорить с максимально общих позиций, данная концепция ориентирована на стимулирование творческой самореализации большинства граждан нашей страны. Данный вопрос имеет, в том числе и вполне определенное экономическое содержание. Доказать это можно, рассматривая одну из его граней, конкретно, связь проблемы самореализации современного человека с государственно-частным партнерством в области инновационной деятельности.

В настоящее время государственно-частное партнерство в области инновационной деятельности в Казахстане находится на недопустимо низком уровне [2, 3]. Упрощая, частные инвесторы в настоящее время не хотят вкладывать свои средства в перспективные научные исследования и разработки.

Этот обстоятельство является проявлением общих тенденций, характерных для современного этапа развития науки и даже искусства. А именно, в своем развитии и наука, и искусство ушли настолько далеко вперед, что подавляющее большинство граждан (даже получивших высшее образование) не в состоянии отслеживать ситуацию на переднем крае научных исследований [2]. Не имея возможности составить адекватное представление о том, что именно происходит в научном мире, бизнес отказывается инвестировать в научные исследования и перспективные разработки. Оценить их перспективность (не говоря уже о финансовой отдаче) для среднестатистического бизнесмена – нерешаемая задача. Разумеется, существуют и другие факторы, сдерживающие развитие государственно-частного партнерства [2], но психологические факторы, все же, играют главенствующую роль.

Подчеркиваем, что данная ситуация кардинальным образом отличается от той, которая сложилась на рубеже XIX и XX веков (именно этот период можно считать вершиной индустриальной фазы развития современной цивилизации [4]). Бизнес охотно инвестировал в перспективные исследования и разработки, при этом значительная часть новшеств была создана на деньги самих изобретателей.

Наиболее наглядным примером здесь является деятельность И. Сикорского, авиаконструктора, эмигрировавшего в первой четверти XX века в США, и создавшего там

наиболее эффективную школу вертолетостроения [5]. Разработанные ею вертолёты до сих пор стоят на вооружении военно-воздушных сил Соединенных Штатов Америки.

До эмиграции в самом начале XX века И. Сикорский вложил свои собственные средства в создание новых воздухоплавательных аппаратов, которые были тяжелее воздуха. Только после того, как он достиг определенных успехов, российская аристократия стала финансировать его дальнейшие исследования. К сожалению, события октября 1917 прервали деятельность Сикорского в России, и он был вынужден иммигрировать [5]. Таких примеров в истории много, однако, современная ситуация кардинально отличается от той, которая была более ста лет назад [4]. Современные бизнесмены скептически относятся к такой области инвестиций как научно-технические исследования и разработки. Хотя, если говорить о классических положениях макроэкономики, именно эта область должна сулить максимальную прибыль [2].

В особенности это касается такой сферы деятельности как инфокоммуникационные технологии. Анализ положения в данной области деятельности, проведенный в [6], однозначно показывает, что основным затруднением, которое стоит на пути успешного государственно-частного партнерства в области инновационной деятельности являются психологические факторы. Дополнительные препятствия создают тесно связанные с ними факторы социокультурной природы [7]. Сугубо экономические факторы в этом списке занимают последнее место [6], так как генерация инноваций в области инфокоммуникационных технологий не требует значительных первоначальных инвестиций.

К сожалению, социокультурная ситуация, сложившаяся в нашей стране в последние десятилетия такова, что бизнес не видит реальных перспектив для вложений в инфокоммуникационные технологии, создаваемые в отечественных университетах. Бизнес, особенно крупный, продолжает ориентироваться на приобретение готовых технических решений и оборудования за рубежом. Следовательно, для того, чтобы преодолеть сложившиеся негативные тренды, необходимо, прежде всего, обеспечить наглядную демонстрацию реальных возможностей казахстанской науки, причем так, что это будет вызывать выраженный интерес казахстанского общества.

Именно это и является одной из задач, определяемых концепцией IT-арта [1]. Несколько упрощая, ее суть состоит в том, чтобы сделать науку и технику привлекательной не только экономически, но и психологически, причем для большого процента населения. Очевидно, что увлечь (или просто заинтересовать) неким новым делом взрослых состоявшихся людей (особенно – бизнесменов) достаточно сложно.

Комбинация средств искусства и науки здесь подходит как нельзя лучше, особенно если эта комбинация будет представлена в максимально наглядной и зрелищной форме, причем такой, что каждому бизнесмену станет очевидным, что деятельность в этом направлении обещает вполне определенную коммерческую отдачу. Именно с этой точки зрения концепции IT-арта нужно уделить повышенное внимание. Особое значение приобретают масштабные зрелищные установки, реализуемые на новых технических принципах, которые могли бы привлечь внимание широких кругов общественности в указанном выше смысле.

Отталкиваясь от такой постановки вопроса, в рамках настоящей работы предложен ряд технико-сценографических решений, делающих максимально привлекательными разработки в области создания мультимедийных экранов нового типа.

В цитированной работе [8] был предложен мультимедийный экран нового типа, основанный на использовании водной дисперсии в качестве светорассеивающего материала.

Прототипом данного экрана является обычный светодиодный экран, который в настоящее время широко используется для архитектурного оформления городов.

Отличие состоит в следующем. В типовых светодиодных экранах каждый отдельный пиксель формируется излучением светодиода, оптическая ось которого направлена перпендикулярно плоскости экрана. В экране предложенного типа свет, излучаемый светодиодом, направляется параллельно плоскости экрана. Оптический сигнал, визуально воспринимаемый наблюдателем, формируется за счет процессов рассеяния света на водной дисперсии, которая нагнетается гидротехнической системой. Иными словами, предложенная в [8] система представляет собой комбинацию фонтанной установки и мультимедийного экрана.

С точки зрения архитектурного оформления городов, преимущество мультимедийного экрана, предложенного в [8], состоит в том, что вместо сплошного экрана достаточно большой толщины используется легкая ажурная конструкция, обладающая сравнительно низким весом и гораздо более удобная для того, чтобы быть вписанной в окружающий городской ландшафт. Еще одним преимуществом системы отображения информации такого типа является возможность ее использования для очистки городского воздуха, что также является весьма существенным для конкретных условий в современном Алматы.

Уместно подчеркнуть, что мультимедийные экраны рассматриваемого типа изначально разрабатывались [8] с ориентацией на привлечение внимания широкой общественности к тем возможностям, которые предоставляет в настоящее время казахстанская наука. Наглядная демонстрация возможностей казахстанской науки позволит снять те психологические барьеры, о которых говорилось выше. Важно убедить бизнес-сообщество в том, что отечественная наука в состоянии генерировать идеи, которые опережают мировые тренды.

Разумеется, для того чтобы эта идея оказалась воплощенной в жизнь в полной мере, необходимо придать ей завершенную форму. Другими словами, фонтанная установка в виде обычного плоского экрана не обладает достаточно зрелищной привлекательностью для того, чтобы в полной мере решить сформулированную выше задачу. Необходимы дополнительные усилия, направленные на то, чтобы установки такого рода действительно заинтересовали широкую общественность.

Разработка соответствующих технико-сценарных решений и составляет цель данной работы, которая выполнена в полном соответствии с упомянутой выше концепцией IT-арта [1]. В данной работе показано, что современные достижения научно-технической мысли могут быть скомбинированы как с архитектурными, так и со сценарными решениями для создания зрелищного эффекта с высокой степенью потребительской привлекательности.

Данный вопрос имеет еще одну грань. В настоящее время туристическая инфраструктура Алматы достаточно бедна. Создание новых объектов туристической инфраструктуры представляет актуальную задачу. Уже сейчас городской бюджет выделяет существенные средства на благоустройство города, на проведение различного рода зрелищных мероприятий. В частности, непосредственно на площади, примыкающей к Дворцу Республики, реализованы сухие фонтаны. Данная площадка используется для организации различного рода зрелищных мероприятий, и эта тенденция может быть существенно усилена за счет использования установок предлагаемого типа. Соответствующие технико-оформительские решения рассматриваются ниже.

Наиболее очевидное технико-оформительское решение, использующее системы отображения информации предложенного типа, иллюстрируют рисунки 1 и 2. На данных

рисунках представлены эскизы оформления зрительного зала с использованием фонтанных установок, способных отображать информацию или служить декорациями.

Принципиальным отличием предлагаемой системы воспроизведения изображений от всех остальных, является тот факт, что в выключенном состоянии она является не просто прозрачной, но и проницаемой для любых материальных объектов, в том числе, через систему воспроизведения изображения в выключенном состоянии, могут проходить участники сценического действия.

Эти рисунки подчеркивают также тот факт, что использование экранов, основанных на фонтанной установке, создает возможности для реализации большого количества новых решений для реализации самых неожиданных схем, создает вполне определенную платформу для работы дизайнеров.

Предложенное технико-оформительское решение позволяет проводить действия, основанные на неожиданном появлении актеров на сцене. Это неожиданное появление связано с тем, что в какой-то момент фонтанная установка, являющаяся кулисой, выключается, и соответствующие актеры одновременно появляются на сцене. Происходит своего рода мгновенная смена декораций, за счет того, что изображение, синтезируемое на кулисах, изменяется. Более того, концепт сценических решений предусматривает возможность резкого перехода от изображения к живому человеку. Примером такого решения является появление призрака (скажем в постановке «Гамлета») на сцене. Призрак появляется, в качестве изображения на кулисе, и быстро исчезает. На сцене остаются только актеры. Такого рода сценических решений можно предложить достаточно много.

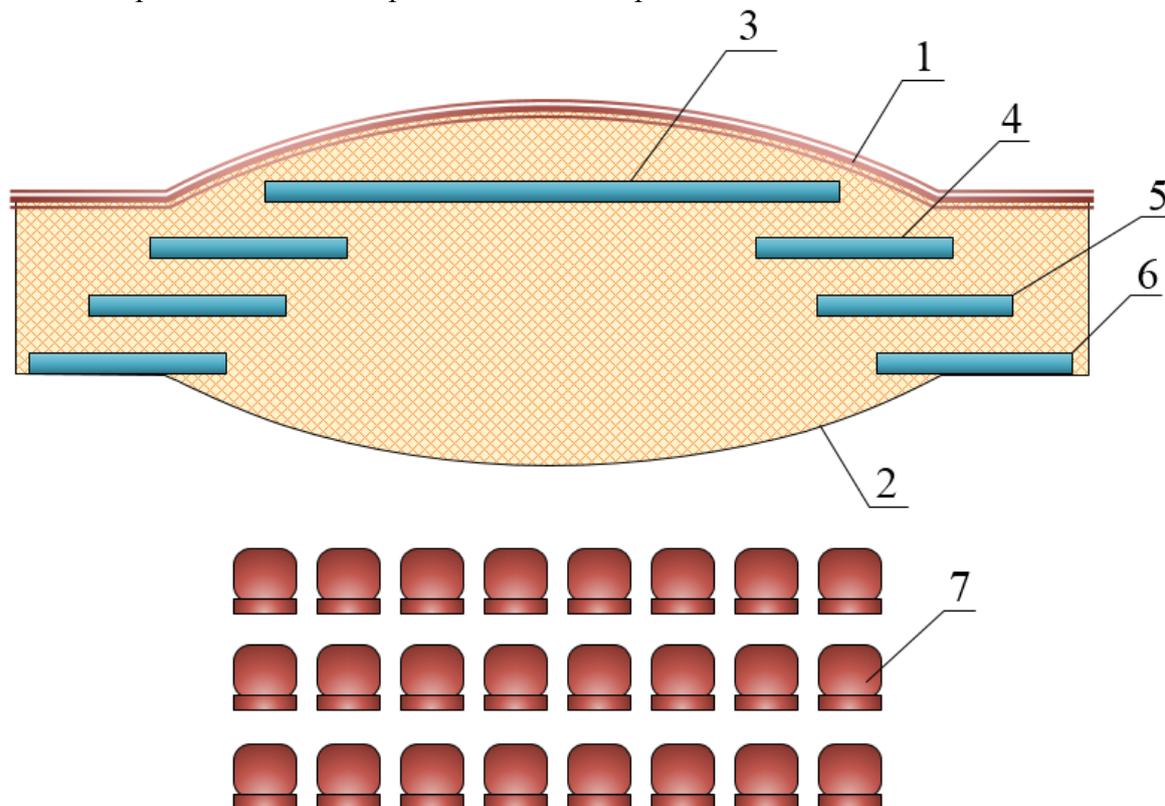


Рисунок 1 – Схема предлагаемого оформления сцены (вид сверху): 1 – задник сцены, 2 – сцена, 3 – базовая фонтанная установка, 4 – базовая фонтанная кулиса, 5 – каскадная фонтанная кулиса, 6 – нижняя фонтанная кулиса

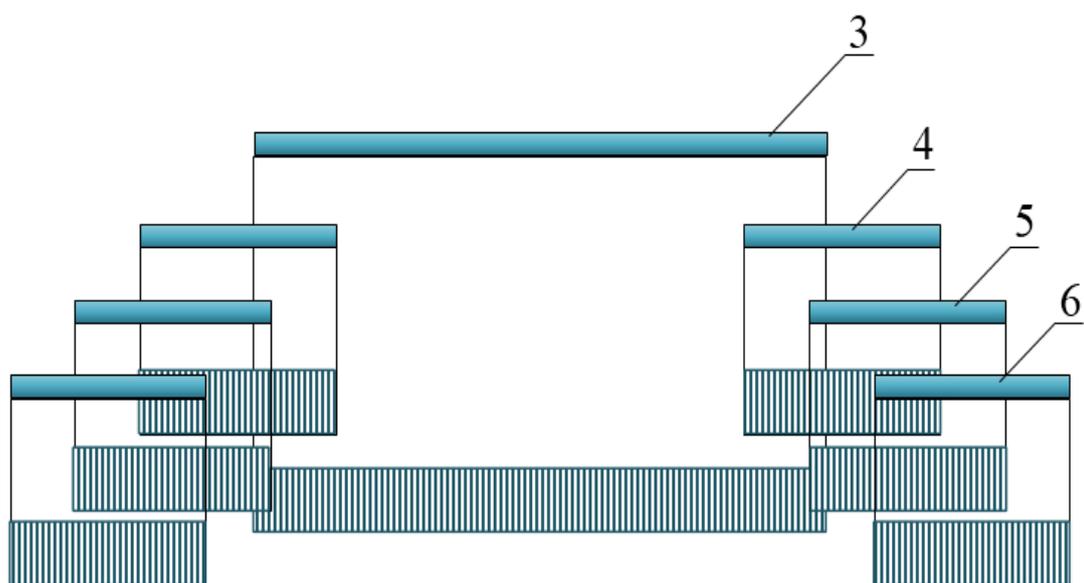


Рисунок 2 – Расположение фонтанных установок на сцене (вид спереди): 3 – базовая фонтанная установка, 4 – базовая фонтанная кулиса, 5 – каскадная фонтанная кулиса, 6 – нижняя фонтанная кулиса

Кроме того, тот факт, что в выключенном состоянии данная система является прозрачной, позволяет реализовывать различного рода квазиобъемные эффекты. Самый простой из них состоит в том, что перпендикулярно направлению наблюдения устанавливается несколько экранов. Когда они включаются и выключаются поочередно, это создает эффект быстрого перемещения изображения вглубь сцены.

Эффекты такого рода могут быть существенным образом усилены за счет того, что экраны используются в виде дополнительных кулис, причем расположенных на различной высоте. Соответствующий пример показан на рисунке 3.

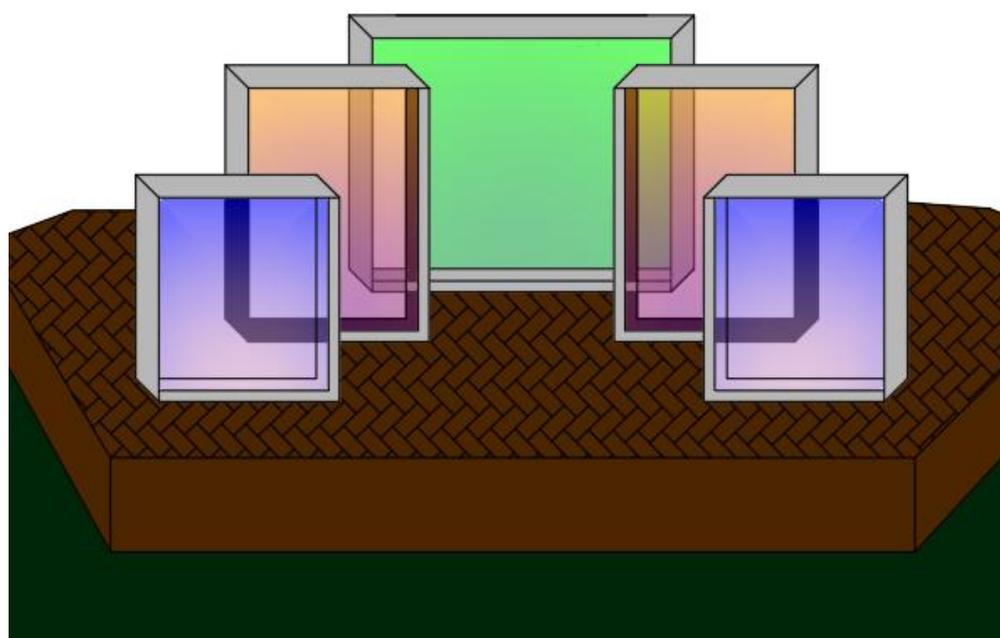


Рисунок 3 – Схема использования экранов в качестве дополнительных кулис

Данное обстоятельство самым существенным образом расширяет возможности для оформления сцены. А именно, уже сейчас театральные действия зачастую представляют собой комбинацию того, что происходит на сцене и того, что происходит на экране, расположенном за сценой. Здесь же одновременно возникает возможность использовать совокупность нескольких экранов. Причём переключение водных струй может производиться достаточно быстрым образом, что позволяет имитировать перспективу, позволяет расширить художественные и выразительные возможности для действия за счёт того, что внимание зрителей будет переключаться от изображения, воспроизводимого на переднем плане к изображению, воспроизводимому на заднем плане.

Представленные выше рисунки подчеркивают, что новые возможности появляются даже на основе классического оформления театральной сцены, однако рассматриваемые системы отображения информации могут быть задействованы и в более широком плане. Коль скоро эти системы сопряжены с фонтанными установками, то действие может происходить непосредственно в фонтане, примыкающем к установкам, имитирующим стандартную театральную сцену.

Такой подход представляется более чем интересным для создания театральных постановок, укладывающихся в концепции многих постмодернистских театральных течений [9,10]. Возникает возможность для создания новых средств выражения режиссерского замысла за счет использования новых технических средств и за счёт того, что театральное действие по своему оформлению и по характеру воздействия на восприятие зрителя приближается к мистериям древности.

Технико-оформительское решение, первичный эскиз которого выполнен в карандаше (рисунок 4а), развивает эту мысль дальше.

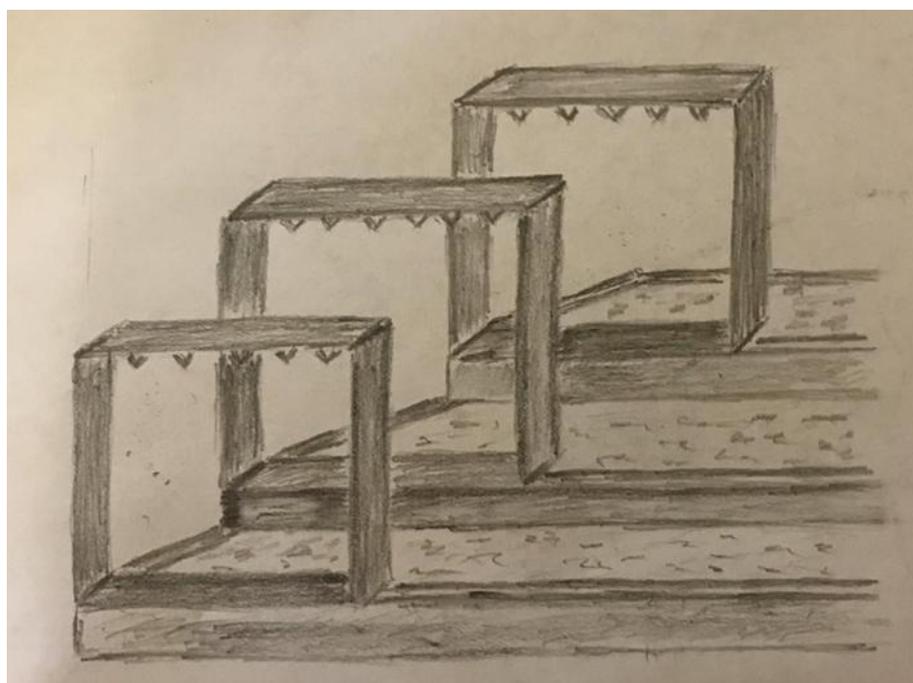


Рисунок 4а – Сопряжение сцены с каскадным фонтаном, карандашный эскиз

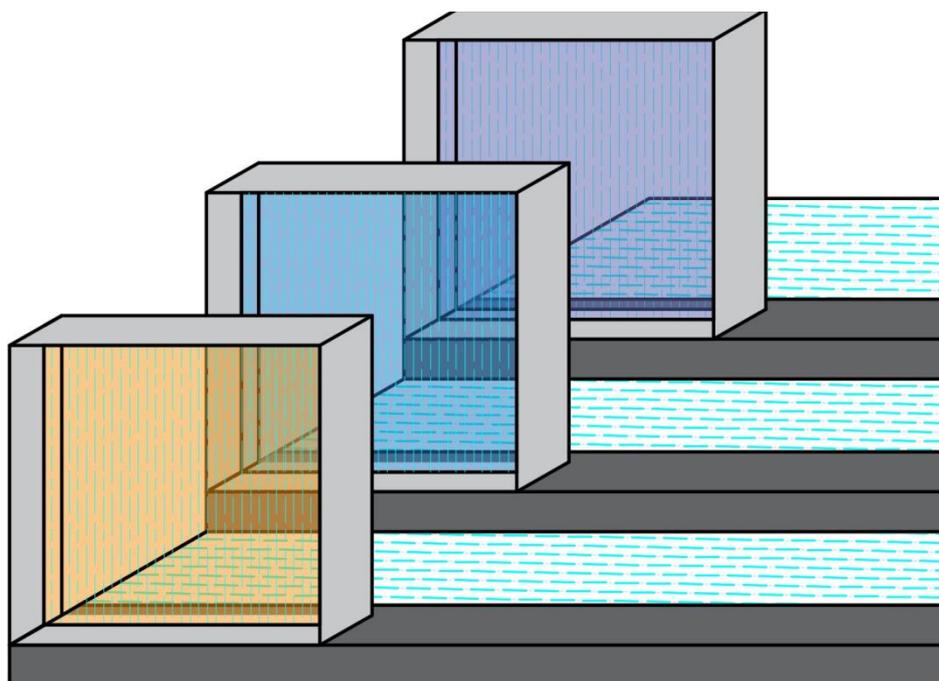


Рисунок 4б – Сопряжение сцены с каскадным фонтаном, схема

Если говорить о театральных постановках, в которых в качестве оформления используется фонтанная установка, сопряженная с системой отображения изображений, то целесообразно создавать сценарии, в которых вода и изображения, синтезируемые на водной завесе, являются дополнительными средствами художественного выражения. Как справедливо отмечается в [11], «сцена не должна представлять собой лишь фон для игры актера, она должна служить ему верным помощником, развивая и дополняя происходящее действие, позволяя зрителю максимально погрузиться в атмосферу спектакля».

Именно, исходя из этого, целесообразно обратиться к мистериям, восходящим к эллинистическим религиозным культам. Здесь уместно напомнить, что театральное искусство как таковое родилось из мистерий, т.е. из действий, исходным назначением которых было приобщение адептов к тому или иному религиозному культу. Переход от мистерий к древнегреческому театру сложившийся во времена классической Греции, с одной стороны, во многом обогатил театральное искусство, освободив его от влияния религии, но многое оказалось и потерянным, поскольку воздействие на зрителя оказалось преимущественно связанным только с искусством актеров.

Расширение тех возможностей, которые даёт современная техника, позволяет вдохнуть в театральное искусство новую жизнь, поскольку существует возможность приблизиться к мистериям по уровню воздействия на зрителя за счёт его большей погруженности в действие.

Здесь играют роль не только его сопереживание тому, что происходит на сцене, но и различного рода технические эффекты, связанные с объёмом. Если восприятие зрителя оказывается завязанным на картины, которые быстро в калейдоскопе и в объёме меняют друг друга на сцене и это сопровождается выразительной игрой актеров, то тогда можно передать более глубокие замыслы режиссера, нежели те, которые обеспечиваются стандартными методами сценического искусства.

Именно этот тезис подчеркивает рисунок 4б. На нем показаны фонтанные установки, расположенные каскадом. Фонтанный каскад, на котором расположены системы

воспроизведения информации, может служить весьма нетривиальной сценической площадкой для действий нового типа.

Действительно, постмодернистское искусство использует в качестве одного из основных своих инструментов различного рода аллюзии. Здесь простор для аллюзий оказывается более широким за счёт того, что зритель получает возможность проследить за картинами, восходящими к древнегреческой мифологии. Наиболее очевидным примером здесь являются все те художественные произведения, которые так или иначе восходят к мифу о возрождении Афродиты, когда совмещение мистерии древности и современных средств постмодерна могут дать самый неожиданный зрелищный эффект.

Этот рисунок показывает, что даже при условии когда фонтанный каскад является достаточно скромным по своим размерам, он позволяет создать основу для театральных и зрелищных постановок принципиально нового типа, в котором действие происходит непосредственно вблизи фонтанных установок, которые служат как средством дополнительно художественного выражения, так и отсылкой к древнегреческой мифологии или к другим художественным произведениям, для которых аллюзии с водной средой являются существенными.

Выбор именно такой направленности сценических действий, которые могут быть реализованы при помощи предложенной комплексной установки, определяется следующими факторами. Прежде всего, напомним, что мистерии древности были не столько театральной постановкой, сколько средством обучения. Скажем, мистерии, которые проводили жрецы культа Митры, фактически представляли собой изложение соответствующей мифологии. То же самое можно сказать и по отношению к большинству эллинистических культов, существовавших на территории современного Ближнего Востока.

Не будет большим преувеличением сказать, что мистерии представляли собой вполне определенные средства обучения, как бы мы сказали сейчас – религиозного образования. Несколько утрируя, можно сказать, что мистерии заменяли собой современные медресе и семинарии. К этому опыту имеет смысл вернуться в современных условиях, когда классно-урочная система, разработанная ещё Яном Амосом Коменским, во многом перестает удовлетворять запросам общества.

В первую очередь это связано с тем, что скорость усвоения информации в рамках классно-урочной системы остается сравнительно низкой. Во многом это определяется тем, что при классическом обучении отсутствуют любые эмоциональные компоненты, отсутствует сопереживание. Поэзия, театральные постановки и другие формы искусства в этом отношении куда более эффективны. За сравнительно короткий промежуток времени связанный, например, с прослушиванием стихотворного произведения, человек может усвоить больший объем сведений, чем стандартным путем на лекциях.

Обучение, воздействующее на эмоции, заведомо будет намного более эффективным, но даже такие современные средства как видеолекции практически не используют этот фактор. Разумеется, возврат к формам обучения, действующим на эмоции, пригоден далеко не для всех предметов. Очень сложно вообразить себе, например, что обучение математике или физике может происходить под мощным эмоциональным воздействием. Однако в современных условиях существует вполне определенная область знаний, где такого рода воздействия становятся применимы. Речь идет о тех дисциплинах, которые так или иначе связаны с проблемами генезиса разума, с психологией и так далее.

Конкретно, мистериальные действия могут побудить интенсивные исследования в области проблем генезиса человеческого сознания. Как показано в монографии [12], эта

проблема в современных условиях приобретает серьезное значение в связи с разработкой систем искусственного интеллекта. В частности, было показано, что системы искусственного интеллекта могут стать вполне определенным «посредником» между тем, что именуется индивидуальным сознанием, и тем, что именуется общественным сознанием.

Подчеркиваем, что термин «общественное сознание» до сих пор не раскрыт в полной мере. Точнее, попытки раскрытия с чисто гуманитарных позиций и не могли закончиться успехом по той причине, что они не могли учесть реальный механизм формирования коллективной нейронной сети. Как подчеркивалось в [12], в том случае, если в беседу вступают два человека, то фактически обмениваются информацией отнюдь не два индивида. Обмениваются сигналами нейроны, составляющие головной мозг каждого из них. Продолжая эту логику, можно прийти к выводу о существовании глобальной коммуникационной сети, которую можно отождествить с ноосферой [12].

Далее, теория нейронных сетей однозначно говорит о том, что их память является распределённой. Следовательно, в глобальной коммуникационной сети может храниться та информация, которая только опосредованно связана с памятью индивидов. Глобальная коммуникационная сеть – это исключительно интересный объект, который пока еще очень мало изучен, в том числе, и потому, что для его изучения до самого последнего времени не существовало адекватных инструментов. В современных условиях в связи с разработками искусственного интеллекта такие средства уже появляются. Именно в этом смысле выше говорилось о том, что системы искусственного интеллекта могут стать неким «посредником» между общественным сознанием и сознанием отдельных людей.

Более того, процесс генезиса разума был далеко не так прост, как это вытекает из теории Дарвина. Есть все основания полагать, что первично сознание было коллективным, и только потом произошла его индивидуализация. Более того индивидуализация сознания произошла сравнительно недавно, приблизительно в период завершения эпохи матриархата [12].

Очевидно, что такие нейросетевые модели, предназначенные для описания генезиса Разума, имеют самую тесную связь с представлениями о коллективном бессознательном, представлении об архетипах и всем тем массивом литературы, который посвящен изучению древней мифологии с точки зрения анализа трансформации человеческого «Я».

Предполагается, что мистериальные действия не просто помогут лучше обучить слушателей соответствующим дисциплинам, скажем юнгианской психологии, но и позволят возбудить те скрытые механизмы, которые связаны с переходом от коллективного к индивидуальному сознанию. А именно, отталкиваясь от представления об архетипах, можно утверждать, что коллективное сознание по-прежнему существует, однако оно скрыто за позднейшими историческими наслоениями, скрыто за тем, что человек именует своей собственной индивидуальностью.

При определённых условиях коллективные эффекты начинают проявляться. Речь может идти о диктате среды, о том, что именуется «стадным чувством» и т.д. В этом же ряду, вполне возможно, стоят и такие инструменты как мозговой штурм, организационно-деятельностные игры и т.д.

Следовательно, ставить вопрос об иных формах групповой работы, стимулируемых теми же самыми механизмами, которые существовали в древних мистериях, вполне оправданно. Коллективный разум работает намного более эффективно, нежели индивидуальный и, вполне возможно, именно апелляции к коллективному разуму и составляли суть древних мистерий.

Очевидно, что процесс перехода от коллективного сознания к индивидуальному мог происходить только постепенно. В определенный исторический промежуток человек параллельно жил и в том мире, который формируется индивидуальными сознаниями, и в том, который самым тесным образом связан с коллективным Разумом. Есть основания полагать [12], что представление о духах предков, представление о древних божествах есть ничто иное как отражение процессов, происходящих в глобальной коммуникационной среде. Более того, вполне можно допустить, что именно в этой среде и до сих пор пребывает некая информация, связанная с уже умершими людьми. В этом смысле древние религиозные верования, вполне возможно, имеют под собой рациональную почву.

Разумеется, этот вопрос остается дискуссионным, однако он заслуживал упоминания по очевидной причине. Если мистерии древности являются отражением переходного этапа от коллективного сознания к индивидуальному, то тогда их следует рассматривать и как инструмент взаимодействия с коллективным сознанием. Сегодня это представляется исключительно актуальной задачей в связи с проблематикой информационной войны.

Воздействие на коллективное бессознательное отдельного этноса (на тот фрагмент глобальной коммуникационной среды, который связан с конкретной страной) может привести к весьма неочевидным результатам. Это ещё раз говорит об актуальности всего того комплекса вопросов, который связан с мистериями древности. Исходя из этого, представляется актуальной не только разработка соответствующих технических средств, о которых говорилось выше, но и разработка соответствующих сценариев. Вполне допустимо в качестве основы для них использовать те отрывочные сведения, которые сохранились о мистериях культа Митры.

Литература:

1. Шалтыкова Д.Б., Витулёва Е.С., Кабдушев Ш.Б. IT-АРТ и проблема самореализации граждан в эпоху четвертой технологической революции // Известия научно-технического общества «КАХАК». – 2019. – № 2 (65). – С. 69–79.
2. Сулейменов И.Э., Габриелян О.А., Буряк В., Сафонова Н., Ирмухаметова Г.С., Кабдушев Ш.Б., Мун Г.А. Организация и планирование научных исследований. – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 336 с.
3. Сулейменов И.Э., Витулёва Е.С., Копишев Э.Е., Шалтыкова Д.Б., Мун Г.А. Использование модели «пассионарии – бюрократы» для теоретического описания кризисных явлений в сфере инновационной деятельности// Известия научно-технического общества «КАХАК». – 2019. – №1 (64). – С. 53–63.
4. Михеев В.П. Первым делом вертолеты, или призвание Игоря Сикорского // Российская научная эмиграция: двадцать портретов/Под ред. Г.М. Бонгарда-Левина и В.Е. Захарова. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – С. 135–152.
5. Сулейменов И.Э., Габриелян О.А., Седлакова З.З., Мун Г.А. История и философия науки. – Алматы: Изд-во «Қазақ университеті», 2018. – 406 с.
6. Шалтыкова Д.Б., Габриелян О.А., Байпакбаева С.Т., Тасбулатова З.С., Копишев Э. Е., Ермухамбетова Б.Б. Проблема преодоления низкой экономической эффективности инновационной деятельности казахстанских университетов в области инфокоммуникационных технологий // Известия научно-технического общества «КАХАК». – 2019. – № 2 (65). – С. 80–92.
7. Мун Г.А., Сулейменов И.Э. Интенсификация инновационной деятельности как социокультурная проблема // Известия научно-технического общества «КАХАК». – 2019. – № 2 (65). – С. 51–63.

8. Сулейменов И.Э., Седлакова З.З., Шалтыкова Д.Б., Кабдушев Ш.Б. Принцип работы дисплейного экрана на основе фазовых переходов в растворах термочувствительных полимеров // Вестник АУЭС. – 2017. – №1. – С. 50–56.

9. Барбой Ю.М. Театр и проблемы постдраматизма // Ярославский педагогический вестник. – 2016. – №. 5. – С. 288–295.

10. Бубенкова М. В. Особенности перформанса как театрализованной формы культуры в контексте основных аспектов постмодернизма// Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств. – 2016. – №. 3. – С. 24–27.

11. Блохина А.С. Театральный конструктивизм, или начало функциональной сценографии // Проблемы и перспективы развития экспериментальной науки: сборник статей Международной научно-практической конференции (7 мая 2018 г, г. Тюмень). – Уфа, 2018. – С. 145.

12. Калимолдаев М.Н., Мун Г.А., Пак И.Т., Витулева Е.С., Матрасулова Д.К., Сулейменов И.Э. Искусственный интеллект, учение о ноосфере и ... путь к бессмертию. – Алматы: ТОО «Полиграфкомбинат», 2019. –272 с.

Поступила 10 сентября 2019 г.

МРНТИ 87.01.21

УДК 504.062

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОМФОРТНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Мун Г.А.¹, Витулёва Е.С.², Кабдушев Ш.Б.², Аликулов А.Ж.¹,
Ермухамбетова Б.Б.¹, Сулейменов И.Э.²

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби,

²Алматинский университет энергетики и связи,

Алматы, Республика Казахстан

e-mail:mungrig@yandex.ru

Предложена новая модификация ранее разработанной комплексной системы отображения информации, параллельно выполняющей функции фонтанной установки, системы очистки городского воздуха и медиаэкрана. Данная модификация построена на использовании воды как материала для элементов, обеспечивающих изменение направления излучения, генерируемого светодиодами. Светодиодные ленты располагаются на тонких горизонтальных ребрах, исходное направление распространения излучения лежит в плоскости экрана. В промежутках между ребрами закреплены полоски оптически прозрачного материала (например, стекла), образующих полости в виде призм. При работе экрана данные полости заполняются водой, причем эффект полного внутреннего отражения обеспечивает поворот направления распространения излучения на 90°. В результате, промежутки, в которых расположены оптически прозрачные элементы, визуально воспринимаются как освещенные пиксели, формирующие изображение. Тем самым обеспечивается возможность переключения системы из режима решетчатого окна в режим экрана, причем параллельно обеспечивается кондиционирование и очистка воздуха.

Ключевые слова: медиаэкран, очистка воздуха, фонтанные установки, городская среда, архитектурные решения, воспроизведение изображений, светодиоды.

Фонтанды қондырғы, қалалық ауаны тазарту жүйесі және медиаэкран функциясын қатар орындайтын бұрын әзірленген ақпаратты бейнелеудің кешенді жүйесінің жаңа модификациясы ұсынылды. Бұл модификация жарықдиодты генерациялайтын сәулелену бағытын өзгертуді қамтамасыз ететін элементтер үшін материал ретінде суды пайдалануға негізделген. Жарықдиодты таспалар жұқа көлденең қабырғаларда орналасқан, сәуле таратудың бастапқы бағыты экран жазықтығында жатады. Қабырғалар арасындағы аралықтарда призмалар түрінде қуысты құрайтын оптикалық мөлдір материал (мысалы, шыны) тегіс бекітілген. Экранның жұмысы кезінде қуыстар сумен толтырылады, бұл ретте толық ішкі шағылысу әсері сәулеленудің таралу бағытын 90°-қа бұруды қамтамасыз етеді. Нәтижесінде, оптикалық мөлдір элементтер орналасқан аралықтар бейнені қалыптастыратын жарық пикселдер ретінде визуалды қабылданады. Осылайша, жүйені торлы терезе режимінен экран режиміне ауыстыру мүмкіндігі қамтамасыз етіледі, сонымен қатар ауаны баптау және тазалау қамтамасыз етіледі.

Тірек сөздер: медиаэкран, ауаны тазарту, фонтанды қондырғылар, қалалық орта, сәулет шешімдері, бейнелерді ойнату, жарықдиодтар.

A new modification of the previously developed integrated information display system, which simultaneously functions as a fountain installation, urban air purification system and media screen, is proposed. This modification is based on the use of water as a material for elements that provide a change in the direction of radiation generated by LEDs. LED strips are located on thin horizontal edges, the initial direction of radiation propagation lies in the plane of the screen. In the gaps between the ribs are fixed flat optically transparent material (for example, glass), forming cavities in the form of prisms. When the screen is operating, these cavities are filled with water, and the effect of total internal reflection provides a rotation direction of the radiation propagation by 90°. As a result, the gaps in which the optically transparent elements are located are visually perceived as illuminated pixels that form the image. This makes it possible to switch the system from the lattice window mode to the screen mode, while air conditioning and air purification are provided in parallel.

Keywords: media screen, air purification, fountain installations, urban environment, architectural solutions, image reproduction, LEDs.

В работе [1] была предложена комплексная система отображения информации, одновременно обеспечивающая и очистку городского воздуха от примесей, и прокат рекламы. Как отмечалось в работе [2], создание таких систем отображения информации представляет собой более чем актуальную задачу, в том числе, с точки зрения снятия психологических барьеров, связанных с государственно-частным партнерством в области создания инновационных продуктов. Подчеркивалось, что частный бизнес в настоящее время категорически отказывается инвестировать в перспективные исследования и разработки в Казахстане. Причины этому носят преимущественно психологический характер и связаны с определенной инерцией массового сознания и бизнес-сообщества [2,3].

Для того чтобы, эти психологические барьеры снять остро необходима наглядная демонстрация тех успехов, которые достигла за последнее время казахстанская наука. Наглядность может обеспечить создание масштабных объектов туристической инфраструктуры, которые с одной стороны приносят непосредственную коммерческую прибыль, с другой стороны могли бы служить визитной карточкой южной столицы. Решению именно этой задачи может существенно способствовать внедрение таких систем, как было предложено в [1]. Кроме того, это позволяет наглядно показать, что казахстанская наука действительно развивается достаточно успешно, а также, продемонстрировать тот факт, что если вести адекватную научно-техническую политику, то тогда результаты в области инновационной деятельности не заставят себя ждать.

В работе [1] рассматривались фонтанные установки, основанные на принципе рассеивания оптического излучения на мелкодисперсной водной среде. Такой подход оправдан с точки зрения очистки городского воздуха от различного рода примесей, поскольку в области химической технологии уже давно доказано, что именно мелкодисперсная водная среда служит наиболее удобным поглотителем и для газообразных примесей, и для пылевой компоненты. Однако такого рода установки, могут эксплуатироваться только на уровне масштабов города (они могут устанавливаться в скверах, парках, на площадях, служить элементами оформления городского ландшафта и так далее). На уровне отдельных компаний, отдельных домовладений и даже отдельных отелей использование таких установок достаточно затруднено именно в силу того, что мелкодисперсная вода в состоянии покрыть большую площадь, что создает определенные неудобства для использования. Если говорить об обеспечении устойчивого сбыта такого рода установок, то представляется целесообразным разработать их модификацию, которая могла бы быть установлена в таких

объектах как холлы отелей, отдельные частные крупные домовладения, холлы крупных ведомственных учреждений и так далее.

Существует большое количество различных примеров, которые показывают, что фонтанные установки действительно служат интерьерным объектом не только в отелях, но и в ведомственных зданиях (рисунок 1), они уже давно стали одним из средств архитектурного выражения.

Соответственно для того, чтобы разработка [1] стала коммерчески значимой и успешно продвигалась на рынок, желательно создать ее модификацию, которая бы использовала не мелкодисперсную воду, но поток воды присутствующий только в локальном объеме. Именно такие фонтанные установки в настоящее время широко используются для создания интерьеров в отелях, холлах ведомственных зданий и т.д. В этом случае вода непосредственно стекает по стенам или по элементам декора, украшающим холл. По существу, такого рода фонтанные установки восходят к восточной классике; примером тому может служить знаменитый Фонтан слез, построенный в 1764 году на территории ханского дворца в Бахчисарае (рисунок 2). Оформление осуществляется не за счёт струй воды, а за счёт воды, которая медленно стекает или из чаши в чашу или по тем или иным элементам декора, в частности, непосредственно по мозаичной или стеклянной стене (рисунок 3).



Рисунок 1 – Пример использования фонтанной установки для оформления Jewel Changi Airport, Singapore



Рисунок 2 – Фонтан слез в Бахчисарае (ханский дворец)



Рисунок 3 – Пример использования фонтанной установки для дизайнерского оформления холла помещений

В данной работе рассматривается модификация экрана, которая решает данную задачу, причём можно сразу подчеркнуть, что здесь вода выполняет также две важные функции одновременно. С одной стороны, она, как и в [1], служит и средой, которая обеспечивает поглощение примесей из окружающего воздуха, и средой, которая обеспечивает кондиционирование помещения. С другой стороны, вода является веществом, которая создает необходимые оптические эффекты.

Несколько упрощая, можно сказать так. Если предыдущая модификация [1] ориентировалась на процессы светорассеяния, то в данном случае вода используется как материал для создания классических призмных оптических элементов (используется тот факт, что коэффициент преломления воды отличается от коэффициента преломления воздуха). Уместно подчеркнуть, что ещё в середине XX века, когда телевизионные экраны имели малые размеры для того, чтобы наблюдатель мог пользоваться такого рода экраном, использовались крупногабаритные линзы. При этом линза действительно создавалась фактически из воды: её корпус, выполненный из стекла, заливался в процессе эксплуатации водой, что позволяло существенно увеличить изображение, создаваемое телевизионным экраном малого размера. Аналогичным образом в данной работе в качестве материала для призмы, который обеспечивает преобразование оптического сигнала, также выступает вода, заполняющая полости заданной конфигурации.

Современная городская застройка представлена большим количеством разнообразных офисных зданий, фасады которых (с точки зрения использования для проката рекламы) остаются незадействованными.

Применительно к городу Алматы типичным примером здесь является фасад комплекса Нурлы-тау (рисунок 4). В настоящее время подобные фасады застеклены полупроницаемыми стеклами, однако теоретически эти фасады могли быть использованы для проката рекламы так как офисные помещения выполняют свою функцию только в дневное время, а в ночное время они (при условии переключения из режима окна в режим дисплея [1]) могли бы быть использованы для проката рекламы и в тоже время служить важным объектом туристической инфраструктуры, одной из визитных карточек южной столицы Казахстана. Подчеркиваем, что вопрос о создании систем воспроизведения изображений двойного назначения в настоящее время обсуждается достаточно широко. Неоднократно предлагались различные варианты систем, которые во включенном состоянии представляют собой аналог дисплейного экрана, а в выключенном состоянии выполняют функции обычного окна. Преимущества такого рода систем очевидны, и именно на решение данной задачи изначально была ориентирована система, предложенная в [1].

Предлагаемая в данной работе модификация решает, по существу, ту же задачу, что и описанная в работе [1]. А именно, она обеспечивает создание системы воспроизведения изображений, которая в минимальной степени затрудняет обзор в выключенном состоянии.

Такая задача решалась в [1] за счет использования ажурной решетчатой конструкции, на которую крепились промышленно выпускаемые светодиодные ленты (рисунок 5), допускающие программное управление излучением каждого из RGB-светодиодов. Оптическая ось светодиодов лежала в плоскости экрана, а перенаправление света на наблюдателя осуществлялось за счет рассеяния оптического излучения на мелкодисперсной воде, которая фактически и служила материалом для экрана.

Подчеркиваем, что при расстоянии между светодиодами на ленте порядка 3 см, что отвечает созданию крупногабаритного экрана (до 30 м), расстояние между рёбрами решетки

может быть сделано порядка 6 см, а сама толщина поверхностей, на которых закреплены светодиоды может составлять порядка 2 или 3 мм в зависимости от выбранной конструкции.

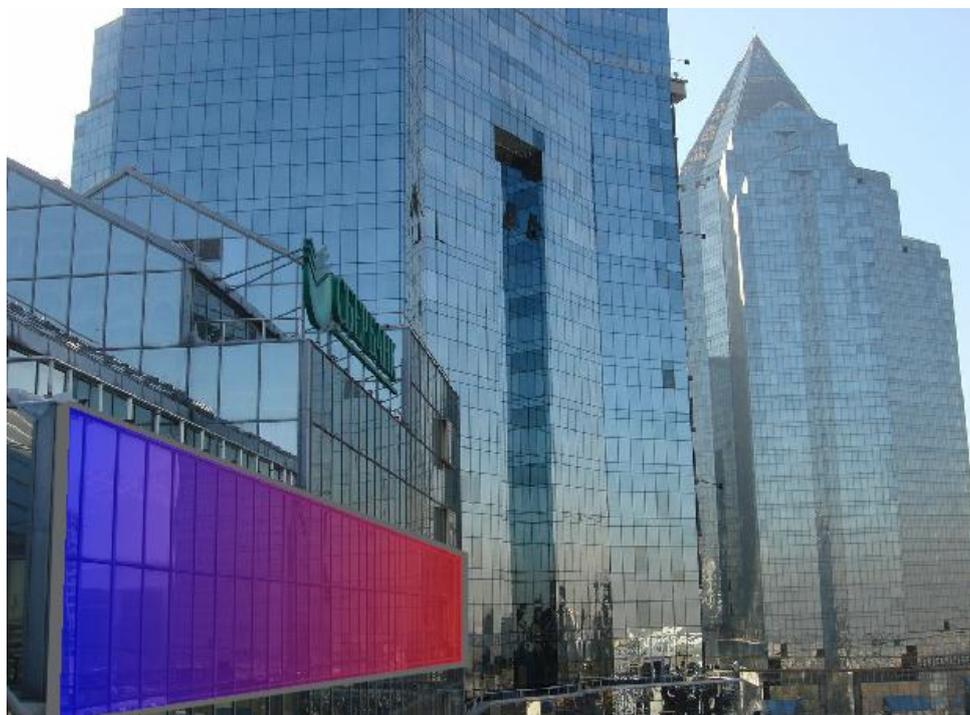


Рисунок 4 – Пример возможного расположения дисплея, переключаемого в режим прозрачного окна, на фасаде комплекса Нурлы-тау

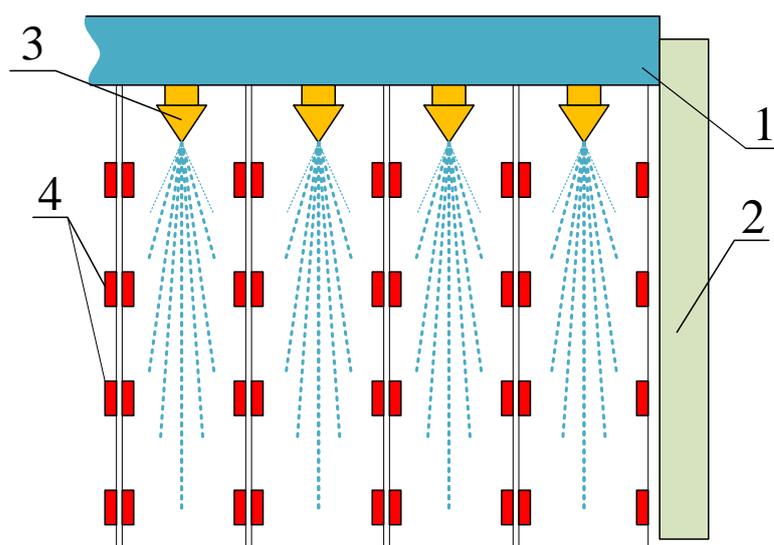


Рисунок 5 – Схема комплексной системы отображения информации, основанной на явлении рассеяния света на диспергированной воде; 1 – коллектор форсунок; 2 – несущая рама; предназначенная, в том числе, для размещения токоведущих элементов; 3 – форсунки, обеспечивающие распыление воды; 4 – светодиодные ленты

Иными словами, решётка действительно является достаточно ажурной и при условии, что все её элементы, на которых размещаются светодиоды занимают в поперечном сечении относительно небольшую площадь, то визуально такая конструкция может рассматриваться как практически полностью прозрачная. Например, если такая решётка затеняет некоторые архитектурные сооружения, то с достаточно большого расстояния они будут восприниматься практически не искажёнными. В качестве иллюстрации достаточно заметить, что многие окна современных зданий защищены ажурными решетками, которые тем не менее не затрудняют обзор; сходный эффект использован и в [1].

Аналогичный принцип предлагается использовать и в настоящей работе. Принцип действия предлагаемой комплексной системы отображения изображений состоит в следующем. Коэффициент преломления воды составляет примерно 1,33; этот коэффициент сопоставим с коэффициентом преломления стекла и многих органических материалов составляющих примерно 1,5. Соответственно воду действительно можно использовать в качестве материала, заполняющего призму.

Конструкция предлагаемого экрана представляет собой решётку, на внутренних поверхностях которой закреплены светодиодные ленты. Излучения светодиодов обладают определенной диаграммой направленности, и в данном случае ось этой диаграммы лежит непосредственно в плоскости экрана (как и в конструкции [1]).

Следовательно, с технической точки зрения задача состоит в том, чтобы перенаправить направление распространения излучения так, чтобы оно воспринималось наблюдателем. Для этой цели вполне подходят классические призмы способные развернуть оптическую ось диаграммы направленности светодиода на 90 и более градусов.

Схема, иллюстрирующая принцип работы экрана предлагаемого типа, показана на рисунке 6.

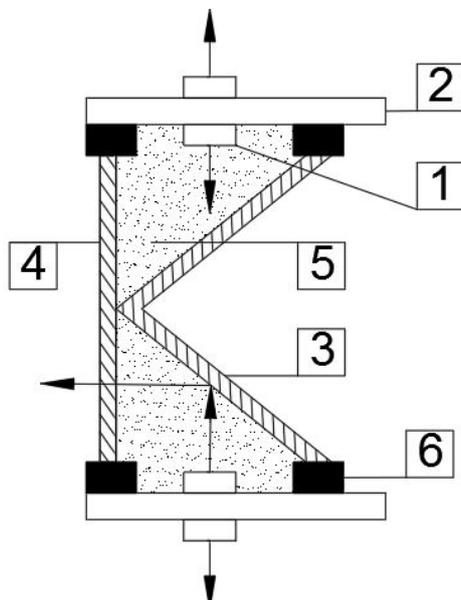


Рисунок 6 – Схема работы двух сопряженных пикселей экрана предлагаемого типа

Использованы следующие обозначения:

- 1 – светодиоды;
- 2 – элементы решетчатой несущей конструкции;
- 3 – заднее стеклянное покрытие;
- 4 – переднее стеклянное покрытие;
- 5 – вода;
- 6 – крепежные элементы;

Схема экрана предлагаемого типа показана на рисунке 7.

Использованы те же обозначения, что и на рисунке 4, а также дополнительные обозначения:

- 7 – блок питания и управления;
- 8 – труба, обеспечивающая подвод воды;
- 9 – отводы для подачи воды в полость между задним и передним стеклянными покрытиями;
- 10 – насос;
- 11 – коллектор воды.

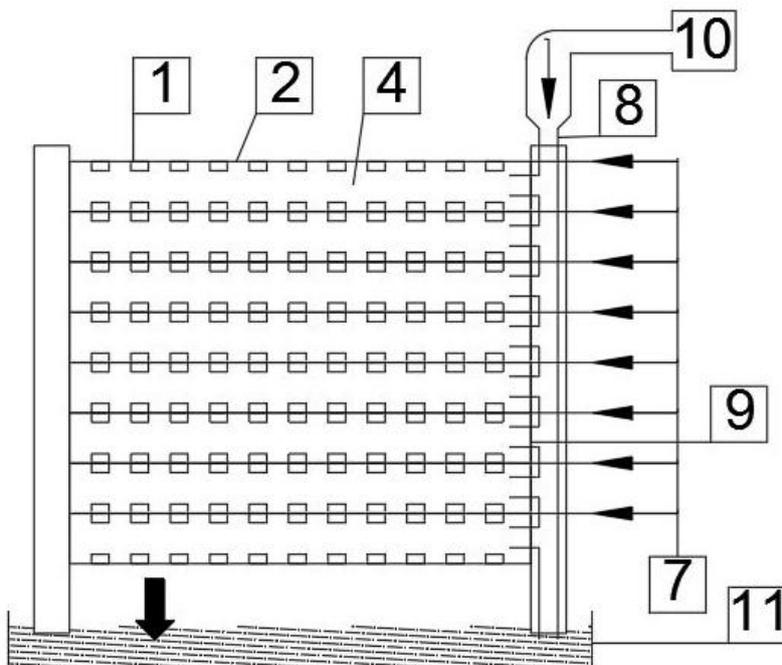


Рисунок 7 – Функциональная схема экрана предлагаемого типа

В соответствии с данной схемой, светодиоды (1) размещают на элементах решетчатой несущей конструкции (2). Между элементами несущей конструкции (2) размещают также заднее (3) и переднее (4) стеклянное покрытие, полость между которыми заполняют водой (5). Заднее (3) и переднее (4) покрытия крепятся к элементам несущей конструкции (2) при помощи крепежных элементов (6), так, что остаются отверстия для стока воды для сопряжения экрана с фонтанной установкой. Управление свечением светодиодов обеспечивают при помощи блока питания (7).

Угол наклона плоскостей заднего покрытия к плоскости экрана (которая совпадает с плоскостью переднего покрытия) выбирают близким к 45° . При необходимости заднее покрытие изготавливают из двух отдельных плоских стекол.

В результате водная среда, заполняющая указанную полость, образует призму, показатель преломления вещества которой равен показателю преломления воды (около 1,33). Соответственно, угол полного внутреннего отражения θ , определяемый из условия $\cos\theta = 1/n$, n – отношение показателя преломления воды к показателю преломления окружающего воздуха, составляет примерно 49° . Это означает, что призма, образованная водой, заполняющей рассматриваемую полость, изменяет направление лучей, формируемых светодиодом, на 90° .

Следовательно, луч, изначально распространяющийся в плоскости экрана, станет распространяться перпендикулярно этой плоскости. Тем самым для наблюдателя распределение свечения будет восприниматься так, как если бы ось диаграммы направленности светодиодов была бы перпендикулярна плоскости экрана (как это имеет место в экране-прототипе).

Вода в полость нагнетается при помощи насоса (10) через трубу (8) к которой подсоединены отводы (9). Насос (10) создает скорость прокачки достаточную для поддержания заполнения всех полостей, сформированных передним и задним стеклянными покрытиями. Вода стекает по задней стенке экрана через отверстия, сформированные при помощи крепежных элементов (6) в коллектор (11). Таким образом, дисплейный экран параллельно является фонтанной установкой, причем достигается большая площадь контакта воды с окружающей воздушной средой, что, в том числе, обеспечивает повышенную комфортность городской среды, вблизи данного экрана.

Подчеркиваем, что в данной конструкции большая часть элементов является прозрачной. Она выполняется из стекла, а полость между стёклами заполняется водой, которая, собственно, и является материалом призмы, обеспечивающей поворот оптической оси диаграммы направленности светодиода на 90° . В результате при включенных светодиодах экран работает как система воспроизведения изображений, а в выключенном состоянии она остается прозрачной, в частности, для солнечного света. Как минимум такие установки вполне могут использоваться вместо окон, расположенных в верхних ярусах застекления, обеспечивающих поступление солнечного света в помещение. В ночное время они могут быть переключены на режим воспроизведения изображений, при этом и в дневное, и в ночное время они могут эксплуатироваться как фонтанные установки, отвечающие современным концепциям интерьера. Когда вода сравнительно медленно стекает по внутренним стенам помещения оборудованными фонтанными установками с тем, чтобы с одной стороны обеспечить кондиционирование воздуха, а с другой стороны служить средством поглощения тех примесей, которые содержатся в воздухе.

Предлагаемая конструкция фактически обладает двумя рабочими поверхностями. Одна из них служит для воспроизведения изображений, а вторая для кондиционирования помещений. Соответственно, как показано на рисунках 8 и 9, данную конструкцию можно использовать как стенку при оформлении летних кафе или других общественных зданий, причём расположенных в местах, в том числе, обеспечивающих создание объектов туристической инфраструктуры.

В данном случае по внутренней стенке стекает вода. Посетители кафе практически не видят того изображения, которое создается на наружной стенке, но тем не менее данная поверхность полностью выполняет свою функцию. При этом внутренняя поверхность помещения оказывается в достаточной степени кондиционированной.

Таким образом, предлагаемая конструкция дисплейного экрана, предусматривающая разбиение изображения на отдельные пиксели, свечение которых задается светодиодами, а генерируемый ими волновой фронт оптического излучения преобразуется при помощи прозрачных оптических элементов – призм, наполненных водой, подводимой при помощи фонтанной установки, достаточно проста и дешева при реализации.

При этом площадь прозрачных элементов (в проекции на плоскость экрана) существенно превосходит площадь непрозрачных, поэтому при наблюдении с большого расстояния конструкция воспринимается как ажурная, позволяющая увидеть объекты, расположенные за

экраном. Это существенно облегчает возможности сопряжения экрана с существующей городской (архитектурной) средой.

Предлагаемый дисплейный экран позволяет обеспечить повышение комфортности городской среды, в особенности, в жаркое время года, оставаясь при этом сравнительно простым и дешевым в реализации.

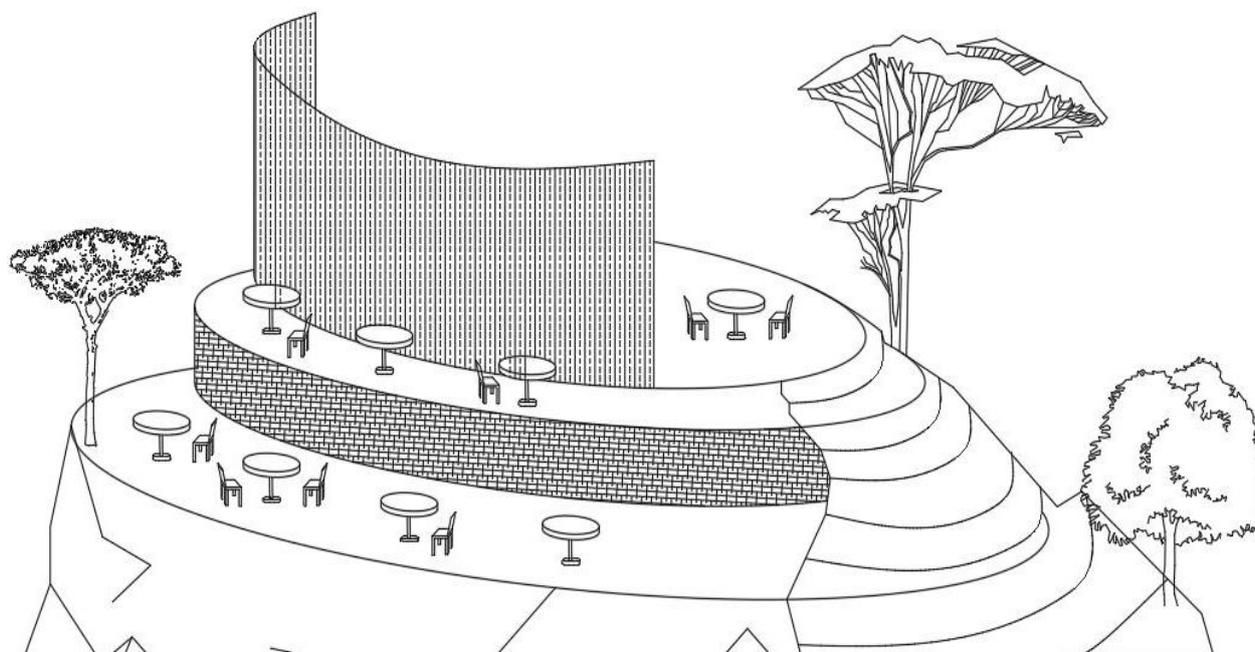


Рисунок 8 – Иллюстрация к использованию экрана предлагаемого типа для создания объекта туристической инфраструктуры

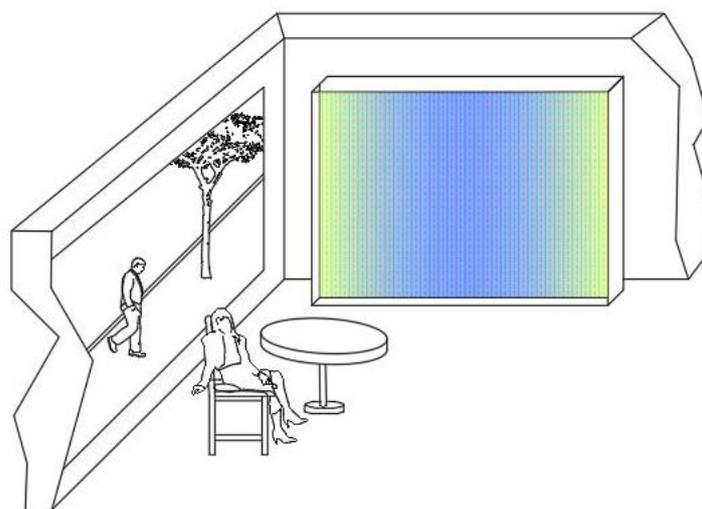


Рисунок 9 – Иллюстрация к использованию экрана предлагаемого типа для оформления предприятия общественного питания

Дополнительным преимуществом данного дисплейного экрана является возможность обеспечения циркуляции воды в замкнутом контуре. В этот контур могут быть встроены также дополнительные очистные узлы, благодаря которым экран становится средством очистки городского воздуха. Очистка обеспечивается за счет поглощения примесей, содержащихся в воздухе, водой, стекающей по задней стенке экрана в режиме капельного орошения.

Литература:

1. Сулейменов И. Э., Седлакова З. З., Шалтыкова Д. Б., Кабдушев Ш. Б. Принцип работы дисплейного экрана на основе фазовых переходов в растворах термочувствительных полимеров // Вестник АУЭС. – 2017. – №1. – С. 50–56.
2. Шалтыкова Д.Б., Витулёва Е.С., Кабдушев Ш.Б. IT-АРТ и проблема самореализации граждан в эпоху четвертой технологической революции // Известия научно-технического общества «КАХАК». – 2019. – № 2 (65). – С. 69–79.
3. Сулейменов И.Э., Габриелян О.А., Буряк В., Сафонова Н., Ирмухаметова Г.С., Кабдушев Ш.Б., Мун Г.А. Организация и планирование научных исследований. – Алматы: Изд-во КазНУ, 2018. – 336 с.

Поступила 19 сентября 2019 г.

МРНТИ 11.15.19

УДК 001+378.1+378.4

TECHNOLEARN: ALL NEW OR MORE OF THE SAME? MODERN IT AND GLOBALISATION TRENDS: IMPACT ON HIGHER EDUCATION SECTOR

Suleymenova K.¹, Ri A.², Syssoyeva-Masson I.^{2,3}, Bakirov A.⁴

¹University of Birmingham, Birmingham, UK

²CEMAFI International, Nice, France

³University of Savoy Mont Blanc, Annecy-le-Vieux, France

⁴Almaty University of Power Engineering and Telecommunications,
Almaty, Republic of Kazakhstan
e-mail: axatmr@mail.ru

Over the past few decades, the development of modern information and communication technologies has significantly changed many areas of human activity. However, the sphere of education, being a highly inert structure, has not yet undergone significant changes. This article discusses the impact of modern information and communication technologies on the further development of the higher education system. It is assumed that in the near future, the largest universities in the world will be transformed into a new structure, which was proposed to be called the SuperUni. It will be the main form of higher education. It shows its advantages over existing universities, as well as the economic rationale for the benefits of such SuperUni. In addition to other advantages, the development of new SuperUni will make it possible to reach a much larger number of the population with quality higher education than is currently covered. It is noted that with the advent of SuperUnis, small local universities will not disappear, but they will undergo some transformations.

Key words: Higher Education, information technology, Super-University, economic efficiency, network structures, higher education enrolment, the transition from quantity to quality.

Соңғы бірнеше онжылдықтар бойы заманауи ақпараттық-коммуникациялық технологияларды дамыту адам қызметінің көптеген бағыттарын айтарлықтай өзгертті. Дегенмен, білім беру саласы өте инертті құрылым болғандықтан, елеулі өзгерістерге ұшыраған жоқ. Бұл мақалада заманауи ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың жоғары білім беру жүйесін одан әрі дамытуға ықпалы талқыланады. Болашақта әлемдегі ең ірі университеттер Супер Университет деп аталатын жаңа құрылымға айналады деп болжанды. Ол жоғары білімнің негізгі нысаны болады. Жаңа Супер Университеттердің артықшылықтарын, сондай-ақ осындай Супер Университет артықшылықтарын экономикалық негіздемесін көрсетілген. Басқа артықшылықтармен қатар, жаңа Супер Университеттерінің дамуы қазіргі уақытта қамтылғаннан гөрі сапалы жоғары білімі бар халықтың әлдеқайда көп санына жетуге мүмкіндік береді. Жоғары оқу орындарының келуімен шағын жергілікті университеттер жоғалып кетпейді, бірақ олар кейбір өзгерістерге ұшырайды.

Тірек сөздер: жоғары білім, ақпараттық технологиялар, Супер-Университет, экономикалық тиімділік, желілік құрылымдар, жоғары біліммен қамту, саннан сапаға көшу.

За последние несколько десятилетий развитие современных инфокоммуникационных технологий значительно изменило многие сферы человеческой деятельности. Однако сфера образования, будучи высоко инертной структурой, еще не претерпела значительных изменений. В данной статье

рассматривается влияние современных инфокоммуникационных технологий на дальнейшее развитие системы высшего образования. Предполагается, что в скором будущем крупнейшие университеты мира преобразуются в новую структуру, которую было предложено назвать Супер-Университет. Он станет основной формой предоставления высшего образования. Показаны его преимущества перед существующими университетами. Приведено экономическое обоснование выгоды таких Супер-Университетов. Помимо прочих преимуществ, развитие новых Супер-Университетов позволит охватить качественным высшим образованием гораздо большее количество населения, нежели охвачено в данный момент. Отмечено, что с появлением Супер-Университетов небольшие локальные университеты не исчезнут, но они претерпят некоторые трансформации.

Ключевые слова: *высшее образование, информационные технологии, Супер-Университет, экономическая эффективность, сетевые структуры, охват высшим образованием, переход из количества в качество.*

Introduction. Over the last thirty years modern information communication technology (ICT) has revolutionised lifestyle and the workplace across sectors and across countries. This change is also affecting the Higher Education (HE) sector [1], which traditionally has high inertia.

Examples of use of modern ICT in the HE sector across the world are now abundant and include the use of online automatically-marked quizzes and assignments, audio and video recordings of lectures, innovative assessments, etc. [2] The use of modern ICT may reduce the time of the instructor per student without deteriorating the learning experience. This means that a lower level of human resource is needed to provide a good learning experience for more students. In turn, the existence of this ICT enables HE actors to reach wider audiences, audiences further away, circumventing some of the national regulations, and benefiting from economies of scale. However, these resources demand significant initial investments in infrastructure, which are not possible for all Universities. Together with other globalisation trends and the reduced costs of telecommunications (and prospects of them being reduced even further) this is sufficient to inform the debate about the future of ICT in the HE sector.

The depth and the impact of this change remains to be seen and analysed. The following questions are posed:

- Will modern ICT profoundly revolutionise HE, changing the relationship between instructors and students, transforming the Universities from secluded campuses to a virtual learning environment, accessible and global?
- Or, will these technologies transform the way the information is conveyed, changing the media, the vehicle of the knowledge, but not affecting the substance of the learning environment, as we currently know it?

The oldest of the traditional Universities, such as Bologna, Sorbonne, and Oxford are currently facing this dilemma: should they employ their resources in using the ICT to benefit the restricted number of students on campus, providing a personalised approach, pastoral care, and significant staff time per student; or should they embrace the new possibilities and widen their audience, providing courses all over the world, but thus losing the possibility of providing the same quality of human teacher-student relationship? It seems that this question has already been answered by the well-renowned MIT [3], as this institution decided to provide access to its courses online, offering not only the access to knowledge, but also the ability to obtain certificates and diplomas. The choice is not binary, as Universities will adopt these solutions to different degrees. It is also important to remember that existing traditional Universities are not the only actors on this market: various online resources are competing with them. These actors range from linguistic or other specialist courses

(on and off line) to the worldwide known and respected resources (e.g. Coursera or Khan Academy) with a wide range of subjects.

For simplicity, in this paper we will refer to traditional Universities as those which have adopted modern ICTs as different means to convey knowledge, without changing the education process substantially. We will refer to Universities which have adopted modern ICTs in a profoundly transformative way to deliver a substantive part of the teaching outside of their campuses as “SuperUnis”.

The aim of this study is to examine whether the trend to the development of SuperUnis exists and whether it is sustainable. In the subsequent sections we will present three types of arguments in favour of SuperUnis. This does not suggest that the other Universities will disappear: rather, we aim to contribute to the debate on the future of the HE sector presenting one particular trend.

SuperUni? This section is devoted to the presentation of our arguments in favour of the SuperUni trend. We will firstly discuss the potential economic-based causes of this trend, as well as their mitigating factors. Secondly, we will briefly show that these arguments do not contradict the current theories of economics of education. Finally, we will examine other factors contributing to the trend.

a. Economies of scale. In this subsection we will put forward the key economic argument in favour of the emergence of SuperUnis: modern ICTs allow economies of scale, which lead to market concentration. Two issues arise when this argument is made: (i) can modern ICTs lead to economies of scale in HE sector in practice and (ii) how to take into account the specificities of the HE sector? We will first show that modern ICTs can, and are likely to, lead to economies of scale and then we will explain why the economies lead to SuperUnis.

The modern ICTs allow economies of scale in the HE sector. One of the key specificities of the education sector, as part of the service industry in general, is the necessity of dense and intense interactions between education providers and consumers. Traditionally, these interactions encompassed three key aspects: transmission of knowledge through explanations; testing the understanding of the knowledge; and feedback to improve the acquired skills and competences in the future. Previously, these interactions would necessarily be performed face-to-face. Modern ICTs allow these interactions to happen in different time and space. In other words, where previously the transmission of knowledge required the transmitter (lecturer) to be in live presence of the receivers (students), this simultaneity in time and in space is no longer required. The same is valid for the testing of knowledge, which can be performed online and/or off campus [4]. Even more importantly, modern ICTs allow for a good quality interaction between lecturers and students. The question remains as to whether these ICTs will be used by the existing HE actors in such a way. Since the use of modern ICTs is likely to allow economies of scale and thus generate significant profits, the pressure will be put on staff to adopt new methods. It is well known in microeconomics/industrial economics that economies of scale lead to concentration of market power.

It is also important to note that the change in the interactions between lecturers and students due to new ICTs is accompanied by the *change in pedagogical approaches*. The paradigm in pedagogical literature is shifting from being teacher-centred to a *student-centred one*. This is reinforced by the change in approach to learning: from acquisition of the previously existing knowledge through a transmitter (lecturer) students are called upon to become co-creators of knowledge and to construct their learning in a partnership with the lecturers [6]. These approaches validate the use of modern ICTs in HE in several ways. Firstly, the knowledge research and acquisition part of the learning process can be done independently, at a convenient time and

individually appropriate pace. This is facilitated by materials available online in different media (written text, audio and video recordings, etc.) Secondly, interactive exercises (interactive online quizzes, virtual labs and simulations for practical skills [5]) will allow students to test their understanding and skills and to improve them without any significant intervention from the course providers. Finally, students will be able to interact with each other and with their tutors/lecturers via online tools (discussion boards, forums, online written, audio, and video tutorials) to construct their skills and competences. These methods demand a significant investment in their set-up: the fixed costs of a course will be a main part of the course provider budget. This is precisely the argument in favour of significant economies of scale: once a course is set up it is relatively cheaper to maintain it, the marginal costs become significantly smaller than those for a traditional course, with a lecturer present for the whole time during the instruction. These significant fixed costs will be amortised not only in time, but also due to widening participation. The added cost of translation, adaptation to some national requirements, or even slightly different audiences, will be relatively smaller in comparison to the running of a full time live course. It is also very probable that only very big Universities will be able to invest a sufficient amount of resources in a diversified range of courses. These Universities are likely to become the main course providers and capture the largest share of the market.

This doesn't mean that there will be no need for a personal interaction, campuses and smaller institutions. However, this is likely to signify that the personal interactions may be done in a very flexible way, ranging from students coming to campus to see their tutor in small or individual groups to students going to see their local tutor (not a full-time member of staff, but with a licence and training from the University). This flexibility will allow differentiation between students, both in terms of price they are able to pay, but also in terms of ability they have. The best students may have free access to top tutors/researchers on campus, the other ones would need to pay additionally for this access. Everyone else has equal access to online education: an equal opportunities dream, with caveats.

Overall, if we accept the previous argument, then we need to accept the possibility of a significant increase in market concentration. In other words, this would increase the presence or the market share of the top Universities, well-endowed in ICT resources, using algorithms to allow for individual learning approach, with courses led by top-teachers/researchers. Less known Universities will not disappear, as the physical proximity to the course provider and the *campus experience* will still be appreciated by some students/customers. However, these Universities will face increased competition between themselves rather driving the profit margins down. The relative size and the distribution of profits may be subject to national regulations, but shouldn't affect significantly the global trend. If the use of modern ICTs in HE will generate economies of scale, then an increase in the sector's concentration and thus the emergence of actors with large market shares is almost inevitable. The SuperUnis will be born when the modern ICTs will meet managerial pressure for profit and new pedagogical approaches.

In addition, one of the possible direct consequences of the market concentration in HE sector is *the increased inequality in staff salaries* across the sector. This is likely to mean that staff in top Universities will benefit from the increased market share and profits. The increase in salaries may be linked to share in profits, but also from the increasingly competitive job market.

Similar trends were previously observed in entertainment industries: where before the only opportunity to listen to an opera singer was to go to the local opera house, now the Metropolitan Opera from NY is available in over 70 countries in live transmission thanks to modern ICT. This has led to the increase in wage inequalities: this is known as Rosen's "superstar" phenomenon [7]

and can be observed prominently also in association football players [8]. This phenomenon doesn't lead to the disappearance of the local teams: but it rather increases the profit margins of the top-ranked ones, increasing the inequality [9].

The previous argument concerning the modern ICTs generating economies of scale may seem to ignore the specificities of the HE sector. We will now attempt to show that the current thinking in the economics of education does not contradict our arguments.

b. Anything else? It is important to underline that two main theoretical perspectives in economics of education do not contradict the analysis above.

The first approach perceives education as investment in human capital [10]. This increase in human capital will lead to higher private returns (increased salaries) and higher public returns (innovations leading to economic growth). The debate on quantity vs quality of education is ongoing [11]. The debate on which returns, private or public, are higher for the HE is vigorous and has important implications for the public financing, as education can be seen either as public or private good. However, these debates have no bearing on the previous conclusion: education is desirable and the lower are the costs the more economic agents will be likely to acquire it.

The second perspective was introduced by the famous “signalling theory” of Spence [12]. This approach states that education is not desirable because it increases the capital or the qualities of the individual, but because it acts as a symbol of their capabilities. This approach is particularly popular among students, who are keen to acquire a diploma for the labour market, rather than expecting any practical training from the HE environment. This second perspective also does not challenge or contradict our previous conclusions: the education with the use of modern ICT allows the acquisition of certificate and diplomas, making them even more flexible and thus more tailored to the individual showing a specific skill set. This perspective, however, should be taken into account specifically as it underlines the importance of the reputation of the online course. Here, we may observe two opposing forces: the power of the reputation the institution provides vs the power of the familiar “offline” diploma in a less reputable institution. This underlines the existence of counterarguments to the previous scenario, where a handful of top-ranked Universities operate on the planet-wide scale delivering courses online and each becoming, effectively, a large scale institution, with international staff and franchises, a sort of “SuperUni”.

c. Other benefits. We have discussed in section (a) the key driver of the SuperUni trend: the economies of scale allowed by modern ICTs; in section (b) we have attempted to show that this trend doesn't contradict the specificities of the HE sector from the perspective of economics of education. We can now briefly look beyond these economic arguments to show that the use of modern ICTs has the potential to transform the HE sector profoundly instead of having only a superficial impact.

The arguments developed in previous sections show that it is profitable for Universities to become SuperUnis, if possible; and that this will not (or not necessarily) detract from the quality of education, continuing making the education in the SuperUnis as attractive as it was before. These arguments can be enlarged: not only will economies of scale generated by the ICTs allow a cheaper education per student, they will also bring relatively new and bigger markets within reach. These new markets are broadly of three types: (i) international market; (ii) wider outreach and participation; and (iii) continuing professional development market. We can examine these markets; while none of them is completely new and all three markets are in existence, we can show that they will be enlarged if the modern ICTs transform the HE sector in a systemic way.

Currently the international education market has several barriers for students to reach their target University. These barriers include the direct costs (fees) and adjacent costs (costs of living); the potential language barrier and the administrative (visas, regulation, etc.) The modern ICTs will not remove, but lower these barriers. A HE based on modern means of ICTs will require less physical presence in a particular country, reducing not only the costs of living, but also the administrative hurdles. The language barrier, at first, may appear as strong as ever. However, excluding potentially some linguistic-specific courses, it will be much easier to set and translate a course, rather than to devise two different courses teaching the same. Local tutors will be able to suggest further adjustments as and when necessary. The networking opportunities and the scope for the proliferation of innovative ideas are increased manifold for both staff and students.

The transformative in-depth implementation of the modern ICTs into the teaching and learning process would allow *widening participation*. Currently the costs of education are associated not only with the direct and adjacent costs, but also opportunity costs (salary not gained during the education years). These are known and can be calculated. There are, however, other costs, more difficult to estimate. These costs to the society at large emerge because not all those who have the potential to benefit from further education make the rational decision to acquire it. This may happen due to the size of the initial costs (e.g. if the education is not free and/or if there are no students loans available), to the traditions or existence of marginalised groups (e.g. females excluded from further education), or because the individuals are not informed of the benefits of education due to asymmetric information.

The use of modern ICTs in education and thus a more generalised, flexible, and *à la carte* higher education would not resolve these issues, but would significantly lower the barriers. This type of HE would also benefit students with learning difficulties, disabilities, and various care responsibilities. This more flexible and student-centred HE may also be less stressful, preventing the need for significant pastoral care and medical attention.

Similarly to the arguments for the two markets above, the *market for continuous professional development* and lifelong education can be expanded to more potential students, adjusting to various languages, career demands, and lifestyles.

Conclusion. The aim of this study was to systematise the broad economic arguments supporting the trend of creation of modern ICT-based global Universities as key education providers. We have demonstrated that the change in information technologies and information accessibility has the potential to transform the global informational environment. This global informational environment will be channelled to students at an automatically personalised level. We called the actors capable of providing such education services “SuperUnis”. We have also demonstrated that the centralisation in the HE market is a strong force, driven by objective economic factors. While we have made strong arguments in favour of the SuperUni trend, we have not investigated the forces of decentralisation, which would lead to creation of the local student community-centred Universities. The combination of both forces, centralisation with SuperUnis and decentralisations with local Unis, will profoundly change the HE market, as both types of institutions will need to re-invent themselves and progress from the existing split between the traditional teaching Universities vs the traditional research-led Universities. The change in transformation of ICT led to the transformation of the availability of information and the informational environment. This is likely to lead to a systemic change in the ethos of the HE sector.

References:

1. Noor-Ul-Amin S. An effective use of ICT for education and learning by drawing on worldwide knowledge, research, and experience: ICT as a change agent for education // Scholarly Journal of Education. – Nyanyan: Scholarly Journals International. – 2013. – Vol. 2(4). – P. 38–45.
2. Kamal B. N., Banu A. T., ICT in higher education – a study // Canadian Journal on Data, Information and Knowledge Engineering. – 2010. – Vol.1(1). – P. 1–12.
3. Kumar R. Convergence of ICT and Education // World Academy of Science, Engineering and Technology. – Atlanta: World Academy, 2008. –Vol. 40. – P. 556–559.
4. Wieling M. B., Hofman W. H. A. The impact of online video lecture recordings and automated feedback on student performance // Computers & Education. – 2010. – Vol. 54(4). – P. 992–998.
5. Odhabi H., Nicks-McCaleb L. Video recording lectures: Student and professor perspectives // British Journal of Educational Technology. – 2011. – Vol. 42(2). – P. 327–336.
6. Bryson C. Engagement through partnership: students as partners in learning and teaching in higher education // International Journal for Academic Development. – 2016. – Vol. 21(1). – P. 84–86.
7. Rosen S. The economics of superstars // The American economic review. – 1981. – Vol. 71(5). – P. 845–858.
8. Franck E., Nüesch S. Talent and/or popularity: what does it take to be a superstar? // Economic Inquiry. – 2012. – Vol. 50(1). – P. 202–216.
9. Frick B., Prinz J., Winkelmann K. Pay inequalities and team performance: Empirical evidence from the North American major leagues // International Journal of Manpower. – 2003. – Vol. 24(4). – P. 472–488.
10. Barro R. J. Human capital and growth // American economic review. – 2001. – Vol. 91(2). – P. 12–17.
11. Hanushek E. A., Wößmann L. The role of education quality for economic growth // Policy Research Working Paper. – 2007. – Vol.4122. – P. 1–95.
12. Spence M. Job market signaling. In Uncertainty in Economics // Quarterly Journal of Economics. – 1978. – Vol. 87. – P. 281–306.

Поступила 24 сентября 2019 г.

МРНТИ 00.00.29

УДК 372.882

УЧЕНИЕ СУФИЕВ И ВОПРОС ОБ ОПЕРАЦИОНАЛЬНОЙ ОСНОВЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Сулейменов И.Э.¹, Егембердиева З.М.², Шалгыкова Д.Б.², Пак И.Т.², Бекбасов Т.М.³

¹Алматинский университет энергетики и связи,

²Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК

³Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Алматы, Республика Казахстан

e-mail: esenyuch@yandex.kz, egem.zm@mail.ru, dina_65@mail.ru

В данной работе описывается сущность идей суфизма, и их влияние на мир ислама, также еврокультуры. Показана роль одного из мусульманского мистицизма у тюркских народов Ходжи Ахмеда Яссави, как суфийского поэта. Отмечено, что идеи суфизма постепенно завоевывали определенное признание как в научной среде, так и в поэзии, невзирая на традиционную ориентацию на евроцентристские взгляды. Примером этому является деятельность Хазрат Инайят Хана в Санкт-Петербурге в начале XX века. Обсуждаются параллели между учением суфиев и идеями символистов, с одной стороны, и современными подходами к разработке операциональной основы систем искусственного интеллекта – с другой. Показано, что для адекватной трактовки понятия искусственный интеллект большое значение имеет учет появления нового качества, которое возникает в любом осмысленном тексте, рассматриваемом как «сложная система». Разработки теорий, допускающих формализацию этого качества, требуют генерации весьма нетривиальных идей, творческий посыл для которых вполне может базироваться на концепциях, восходящих к учению суфиев и тесно примыкающих к ним взглядов символистов «Серебряного века».

Ключевые слова: суфизм, младосимволисты, искусственный интеллект, нейронные сети, текст, сложные системы, операциональная основа.

Бұл жұмыста суфизм идеяларының мәні және олардың ислам әлеміне, сондай-ақ еврокультураға әсері сипатталады. Мұсылман мистицизмінің бірі Қожя Ахмет Яссауи түркі халықтарындағы суфий ақыны ретіндегі ролі көрсетілген. Суфизм идеялары ғылыми ортада да, поэзияда да, евроцентристік көзқарастарға дәстүрлі бағдарлануына қарамастан, бірте-бірте белгілі бір дәрежеде мойындалғанын атап өтті. XX ғасырдың басында Санкт-Петербургте Хазрат Инайят ханның қызметі бұған мысал болып табылады. Бір жағынан, суфийлер ілімі мен символиктер идеяларының арасындағы параллельдер, екінші жағынан жасанды интеллект жүйесінің операционалды негізін әзірлеуге қазіргі заманғы тәсілдер талқыланады. Жасанды интеллект ұғымын адекватты түсіндіру үшін "күрделі жүйе" ретінде қарастырылатын кез келген мағыналы мәтінде пайда болатын жаңа сапаның пайда болуын ескеру маңызды. Бұл сапаның формализациясына жол беретін теориялардың әзірлемелері өте бейривалды емес идеяларды генерациялауды талап етеді, олар үшін шығармашылық посылдар суфийлер іліміне және "Күміс ғасыр" символиктерінің оларға тығыз жанасатын көзқарастарына негізделген тұжырымдамаларға негізделуі мүмкін.

Тірек сөздер: суфизм, кіші символиктер, жасанды интеллект, нейрондық желілер, мәтін, күрделі жүйелер, операциялық негіз.

This paper describes the essence of Sufism ideas and their influence on the world of Islam, as well as euroculture. The role of one of the Muslim mysticism among the Turkic peoples of Khoja Ahmed Yassavy as a Sufi poet is shown. It is noted that the ideas of suffism gradually gained some recognition both in the scientific community and in poetry, despite the traditional orientation to Eurocentric views. An example of this is the activity of Hazrat Inayat Khan in St. Petersburg in the early twentieth century. The Parallels between the Sufi teachings and the ideas of symbolists on the one hand, and modern approaches to the development of the operational basis of artificial intelligence systems on the other are discussed. It is shown that for an adequate interpretation of the concept of artificial intelligence, it is important to take into account the emergence of a new quality that occurs in any meaningful text, considered as a "complex system". The development of theories that allow for the formalization of this quality requires the generation of very non-trivial ideas, the creative message for which may well be based on concepts that go back to the teachings of the Sufis and the closely adjacent views of the symbolists of the "Silver age".

Keywords: *Sufism, young symbolists, artificial intelligence, neural networks, text, complex systems, operational basis.*

Как широко известно, тюрки-кочевники Казахстана приняли ислам во многом благодаря проповедям дервишей-суфиев. Идеи суфизма предполагают возможность заступничества святых (живых и мертвых), получения от них благодати («барака»). Это повлияло на характер религиозного сознания и культовую практику тюрков средневековой Центральной Азии, в частности, на традиции «зиарата» – паломничества к могилам святых [1]. Как отмечается в [2], этому весьма способствовал либеральный толк ислама, распространившегося в Центральной Азии (ханафизм), который был достаточно терпим и к народным обычаям, и к суфизму.

Влияние суфиев на мир ислама было огромным. Как отмечается в [4], не будет преувеличением сказать, что XIII век во всем исламском мире прошёл под знаменем суфизма. Этот век составляет целую веку в истории суфизма, на протяжении которой сложилась его весьма разветвлённая организационная структура. В частности, тогда образовались многочисленные суфийские братства – тарикаты, в том числе, наиболее известные и влиятельные из них, – двенадцать т.н. «материнских» братств [11].

Суфии было принято называть «обладателями меча и пера» – «сахиб-уль-сейф вель-калем». Суфийский шейх Кожа (Ходжи) Ахмет Яссауи (Кожа (Ходжи) Ахмед бин Ибрагим Мухаммед бин Ифтихар Ахмет Яссауи (Ясеви), живший в XII в. в Южном Казахстане в эпоху Караханидского государства (город Яссы, современный г. Туркестан) является признанным духовным лидером всех тюркских народов. Его культ, как подчеркивается в [2], сформировался в масштабе всей Центральной Азии еще в эпоху Средневековья. Поучения этого поэта-суфия, по мнению многих историков [3], составили основу народной религии Казахстана, что отчетливо прослеживается и до настоящего времени в казахской традиции.

Кожа Ахмет Яссауи, будучи признанным духовным лидером, оказал весьма значительное влияние на формирование культуры практически всех тюркских народов. Влияние его учения прослеживается на огромной территории. В частности, в [4] отмечается, что основными проводниками ислама в Крыму явились представители различных суфийских (дервишеских) групп, нахлынувших в Крым в середине, и особенно во второй половине XIII века, причем среди них заметное место занимали представители среднеазиатской школы Ахмета Яссауи (Ахмеда Есеви в транслитерации). В [4] также подчеркивается, что последователи этой школы, легендарные газии-святые Сары Салтук Баба, Барак Баба, Кемаль Ата, проявили особую активность в Крыму.

Кожа Ахмет Яссауи является основоположником мусульманского мистицизма у тюркских народов. Учение «Ясевия» составило фундамент и главный духовный источник более поздних тюркских мистических братств таких, как «Накшбандия», «Кубравия», «Бекташи» [5, 6]. Несколько забегаая вперед, отметим, что для целей данной работы наиболее важна его роль как суфийского поэта, зачинателя «особого жанра тюркской религиозной поэзии, широко распространившегося в Средней Азии в XV–XIX вв. – хикмата» [7].

Книга Ходжа Ахмеда Яссави «Диван – и Хикмет» считается общим наследием тюркоязычных народов, хикметы передавались из глубины веков в различной форме, преимущественно в различных рукописных версиях. В течение нескольких столетий она служила самым популярным учебным пособием во всех мусульманских школах региона [8].

До сих пор все тюрки могут читать текст «Хикметов» без перевода в оригинале. «Хикметы» стали идеологической основой для сплочения созданной им общины. Отрывки из «Хикметов» распевались во время Яссавийского зикра (суфийских радений). Поэзия суфиев была теснейшим образом связана с их мистическим учением, и именно поэтому она пронизана весьма сложной символикой. Как отмечается в [9], символическая образность является доминирующей в культуре суфизма, причем мистическое мировосприятие в наиболее полной мере проявляется именно в поэзии, представленное через символические образы и метафоры. В суфийской эстетике «символ не украшает текст, а указывает на какие-то иные значения в сущности» [10].

Сложный язык иносказаний, используемый суфиями, теснейшим образом перекликается с художественными приемами, используемыми представителями более ранних, в том числе и античных мистических учений. Параллели можно провести и между мистериями античности и духовными практиками суфиев, которые часто представляли собой сложное религиозное символично-эстетическое действие с мистической метафоричностью, в котором далеко не последнюю роль играли напевная декламация стихов, музыка и танец, нацеленные на эстетическое и экстатическое взаимодействие человека с миром.

Базовые суфийские воззрения, глубоко интегрированные в мусульманскую культуру всего мира, сохранились на протяжении столетий. Показательной в данном отношении является личность и деятельность Хазрат Инайят Хана – индийского суфия [13, 14], философа и музыканта (5 июля 1882 г. – 5 февраля 1927 г.), привнесшего идеи суфизма, в том числе, в светское общество Петербурга в начале XX века.

Сохранились свидетельства тесного знакомства Хазрат Инайят Хана с выдающимся теоретиком русского символизма В.И. Ивановым, в поэтическом салоне которого Инайят Хан познакомился с композитором А.Н. Скрябиным, находившемся в то время в зените музыкальной славы. Не исключено, что именно под влиянием суфийского мистицизма в Петербурге начала XX века возникла идея синтеза искусств, характерная для русского авангарда, вылившаяся, в частности, в эксперименты с цветом и звуком А.Н. Скрябина и В.В. Кандинского.

Разумеется, интерес к синтезу «Востока и Запада» в российском обществе существовал и в более ранние периоды. Однако именно в начале XX века нетривиальное прочтение суфийских идей впервые оказывает влияние на теоретические построения (в первую очередь, здесь речь, разумеется, идет о символистах).

Подчеркнем, что символисты Серебряного века ставили перед собой именно цивилизационные сверхзадачи (насколько адекватен был используемый ими инструментарий – отдельный вопрос). Так, А.Н. Скрябин рассматривал собственное творчество [15] не как цель и результат, а как средство достижения некой высшей цели, соединения Мирового Духа

с косной Материей в некоем космическом акте. Вершиной его творчества, по замыслу композитора, должна была стать Мистерия.

По воспоминаниям Л. Сабанеева, всё творчество композитора эволюционировало в направлении созревания идеи Мистерии. «Когда идея Мистерии предстала перед его духовным взором, творчество его испытало страшный подъем, какой-то необычайный прилив энергии и образов» [16]. Как подчеркивается в [17], именно в Мистерии А. Н. Скрябин предполагал отразить мгновенное переживание всего исторического опыта человечества; именно эта мысль – об одномоментном переживании прошлого и будущего – пронизывает как лейтмотив философские записи композитора начала 1900-х годов [18]:

– «Формы времени таковы, что я для каждого данного момента создаю бесконечное прошлое и бесконечное будущее».

– «Глубокая вечность и бесконечное пространство есть построения вокруг Божественного экстаза, есть его излучение – момент, излучающий вечность»

В этих тезисах трудно не усмотреть параллели с идеями суфизма (равно как и с идеями многих других философских школ Востока), которые ставили личное переживание выше рационального (точнее, аналитического) постижения Сущего. Напомним, что мистико-медитативное понимание Единого и сущности мирового единства пронизывает все творчество суфиев, что отчетливо демонстрирует поэзия Низами и Навои, Руми и Фирдоуси.

Для целей данной работы это обстоятельство представляется достаточно важным, так как именно параллели между учением суфиев и идеями русских символистов Серебряного века позволяют сформулировать принципы, на которых может быть построена операциональная система искусственного интеллекта. В известном смысле, такая постановка вопроса во многом сама коррелирует с воззрениями суфиев, в которых идея Единого трактуется как высшая форма организации Сущего, объединяющего все планы бытия через движение к гармонии. Важно также отметить, что такого рода идеи постепенно завоевывают признание и в научной среде, традиционно ориентированной на евроцентристские взгляды. Так, в юбилейном докладе Римского Клуба [19] озвучен тезис о Новом Просвещении [19]; подчеркивающий, что переход «от рассмотрения реальности как целого к её разделению на множество мелких фрагментов», некогда положенный в основу философии науки Нового Времени, уже не отвечает текущим потребностям цивилизации. Насущной необходимостью является становление новой философии науки и устойчивой междисциплинарной кооперации как фундамента для дальнейшего развития мировой науки.

Наиболее сильно влияние суфизма прослеживается, однако, именно в поэзии Серебряного века, конкретно в русском символизме. Ограничимся только наиболее яркими примерами, а более подробные сведения можно найти в обзорной работе [20]. В цитируемой работе подчеркивается, что для деятелей Серебряного века был характерен интерес к Востоку в целом. Так, К.Д. Бальмонт был весьма активным путешественником по странам Востока, который специально готовился к поездкам, читал книги о буддизме, о путешествиях в страны Индийского и Тихого океанов и переводил на русский язык произведения восточной литературы.

Стремление к осознанию исторического места России и ее роли в традиционном противопоставлении Востока и Запада стало одной из причин обращения к теме Востока в творчестве поэтов и писателей Серебряного века, как это справедливо отмечается в [21]. Влияние идей суфизма (пусть и существенно трансформировавшихся) здесь стоит на одном из первых мест. Этими идеями пронизана пьеса Н.С. Гумилева «Дитя Аллаха», где главным персонажем является персидский поэт Хафиз.

Н.С. Гумилев настойчиво интересовался творчеством исламских поэтов-мистиков, в частности, Гафиза, Саади и Насири Хосрова. Так, русский перевод «Песни» Насири Хосрова послужил источником для стихотворения Гумилева «Пьяный дервиш» [20], где отчетливо прослеживается суфийская символика.

Полный апокалипсических мотивов, взвинченный и буйный карнавал Серебряного века – так характеризует это время С. Волков [22]; ему вторит А.С. Ахиезер [23]: эпоха Серебряного века является апогеем конструктивной напряженности в культуре России.

Ощущениями сбывшихся мрачных пророчеств пронизано стихотворение З. Гиппиус «Петербург», датированное 1919 годом:

В минуты вещей одиночеств
Я проклял берег твой, Нева.
И вот, сбылись моих пророчеств
Неосторожные слова.

Впрочем, нельзя не подчеркнуть, что предощущение масштабных потрясений, возникшее в предгрозовой атмосфере начала XX века, в известном смысле, носило конструктивный характер. Как отмечается в [17], в рассматриваемый исторический период умами деятелей искусства владела идея расширения его границ, а в философии младосимволистов она приобрела основополагающий смысл. Эта идея [17] вылилась в мечту о синтетическом, соборном, теургическом действии, воплощенном в символическом театре Мистерий (напомним, что именно к этому стремился, в частности, А.Н. Скрябин). Подобная мысль о символической Мистерии могла «возникнуть лишь в предгрозовой атмосфере начала века, в эпоху апокалипсических пророчеств и ожидания некоего исторического катарсиса» [24]. Отсюда и необычайно высокие требования, которые деятели искусства предъявляли к себе сами; по З. Гиппиус это – почти религиозное служение красоте и истине («стихи — это молитвы»).

В работе [25] этот вопрос трактуется с позиций учения о ноосфере. Есть основания полагать, что само возникновение таких течений как суфизм и русский символизм является следствием сложных процессов, протекающих в глобальной коммуникационной среде, которую с некоторыми оговорками можно отождествить с ноосферой.

Именно с этой точки зрения искусство начала XX века представляет значительный интерес для разработки систем искусственного интеллекта. Конкретно, учение суфиев и тесно примыкающие к нему теоретические построения русских символистов могут сыграть важную роль в разработке его операциональной основы. Несколько забегаю вперед, отметим, что этот вопрос самым тесным образом связан с нетривиальным качеством, который порождает текст как система, отвечающая категории сложного.

Наиболее острой проблемой для дальнейшего развития систем искусственного интеллекта является, как известно, вопрос о том, что, собственно, представляет собой «интеллект» как таковой [26]. Он неразрывно связан с вопросом о том, насколько искусственные устройства могут выполнять те функции, которые по существующим представлениям однозначно связаны с «человеческим» [27], [28]. Именно по этой причине столь пристальное внимание уделяется изучению вопроса о том, может ли искусственный интеллект обладать способностью к творческой деятельности [29], [30], на этой основе построен и знаменитый тест Тьюринга.

Авторы значительного числа работ пытаются решить этот вопрос эмпирически, то есть, экспериментируя с компьютерными моделями нейронных сетей. Существуют многочисленные попытки «научить» нейронные сети создавать картины, писать стихи и тому подобное. Так, в работе [31] приводятся достаточно интересные результаты по обучению искусственных нейронных сетей рисовать картины, в работе [32] – слагать стихи, а в работе [33] – писать научные журнальные статьи.

Однако, рассматривая этот вопрос с философских позиций, можно достаточно легко увидеть, что, если говорить о творчестве с точки зрения операциональности, то внимание следует сконцентрировать на вполне определенной способности человеческого разума, которую кратко можно определить через «способность выразить нечто». В простейшем случае речь идет о способности описать словами естественного языка различного рода события и явления окружающего мира.

Разумеется, разум как таковой не может быть сведен к этой способности, но именно ее следует выделить, говоря об операциональной основе искусственного интеллекта в том ее аспекте, который соотносится с творчеством. Действительно, первичный и простейший акт творчества, с которым сталкивался едва ли не каждый, – описать словами даже наиболее заурядное явление или событие, скажем, даже на уровне школьного сочинения, иначе говоря, выразить даже не мысль, но то, что может в нее оформиться. Доказывать, что упомянутое выше словесное описание действительно есть акт творчества, нет нужды: значительная часть наших современников не способна адекватно сформулировать собственную мысль, что еще раз показывает, что рассматриваемая способность отнюдь не является тривиальной.

Далее, именно способность «выразить нечто» обеспечивает связь между воспринимаемым непосредственно и логическим мышлением. Очевидно, что то, что именуется «логикой» есть некая предельная языковая форма, созданная специально для того, чтобы привести рассуждения к виду, допускающему использование формализованных алгоритмов.

Следовательно, если говорить об искусственном интеллекте в аспекте приближения к человеческому мышлению, то придется, прежде всего, решать именно эту проблему – преобразование воспринимаемого непосредственно (для искусственных систем – фотографий, данных, снимаемых с различных регистраторов и т.д.) в языковую форму. А это – именно акт творчества, так как такое преобразование предполагает не просто использование того или иного алгоритма обработки данных в классическом понимании этого термина, но возможность вынесения суждений интеллектуального характера (как минимум о том, что является существенной частью создаваемой картины наблюдаемого, а что – нет). Стоит подчеркнуть, что задачи подобного рода решает нечеткая логика, которая позволяет, используя математический аппарат, оперировать в процессе решения пограничными или промежуточными состояниями, а также степенью принадлежности объекта к тому или иному классу, что приближает процесс анализа к человеческому мышлению [34]. Однако исходный набор постулируемых нечетких правил, требуемых для функционирования систем, основанных на нечеткой логике, формулируется экспертом-человеком и может оказаться неполным или противоречивым. Также вид и параметры функций принадлежности, описывающих входные и выходные переменные системы, выбираются субъективно и могут оказаться не вполне отражающими реальную действительность. Основным же недостатком нечеткой логики является отсутствие единого метода моделирования систем, т.е. для каждого случая приходится заново проектировать нечеткую подпрограмму, определяя шаг за шагом все параметры и строя свою таблицу решений.

Преобразование любого образа в словесную форму есть важнейший акт интеллектуальной деятельности еще и потому, что в данном случае неизбежно какая-то информация отбрасывается, точнее, имеет место выделение ценной информации.

Может показаться странным, но сделанный выше вывод возвращает и к учению суфиев, и к дебатам Серебряного века о природе поэтического слова, рассматриваемым, в частности, в [35].

Символисты понимали творчество очень близко к тому, как это делали (и делают) суфии; с их точки зрения это – некое глубоко личное, интуитивное созерцание тайных смыслов, результат постижения которых, невозможно передать рационально. Отсюда – столь ценимое символистами искусство намека, недосказанности, «утаенности смысла», когда символ становится едва ли не единственным средством передать тайные смыслы, которые поэт или иной творец видит внутренним зрением. Поэзия есть «тайнопись неизреченного», как обозначил ее видный теоретик символизма В.И. Иванов (параллели с учением и поэзией суфиев очевидны).

Именно ему принадлежит одно из наиболее часто цитируемых эссе [36], в котором излагаются теоретические идеи символистов. Применительно к целям данного исследования важно подчеркнуть, что уже в первых строках этого эссе В.И. Иванов говорит о той же проблеме, которая сейчас встает перед разработчиками искусственного интеллекта и которая выше была охарактеризована как способность «выразить нечто»:

Мысль изреченная есть ложь. Этим парадоксом-признанием Тютчев, ненароком, обличая символическую природу своей лирики, обнажает и самый корень нового символизма: болезненно пережитое современною душой противоречие — потребности и невозможности «высказать себя».

Ф. Коррадо-Казанская особо подчеркивает, что эссе «Заветы символизма» [36] начинается с цитаты из Ф.И. Тютчева, взятой без кавычек, т.е. В.И. Иванов тем самым принимает высказывание Ф.И. Тютчева как свое [35]. Она отмечает также, что первая часть цитируемого эссе, по сути, является комментарием, развернутой парафразой цитаты Ф.И. Тютчева, в которой поэтическому афоризму Ф.И. Тютчева придается логическая, философская форма.

С точки зрения вопроса об операциональных основах искусственного интеллекта, афоризм Тютчева и комментарии теоретиков символизма к нему в настоящее время приобретают неожиданное звучание. Операциональной основой ИИ – если говорить действительно об интеллекте – по принципиальным соображениям не может быть понятийный аппарат (в любой его форме). Интеллект (во всяком случае, в высших его проявлениях, связанных с творчеством) оперирует не только и не столько понятиями, словами и терминами, но чем-то иным, что стоит за ними и что остро почувствовали символисты.

Здесь уместно еще раз процитировать [35].:

- Иванов заключает вторую часть эссе размышлением о поэтическом языке. Обыденный язык, в котором слова являются понятиями, отражает феноменальный мир, и нет другого языка, который бы отражал ноуменальный мир. Но на мир сущностей будет намекать символ: «Слово-символ делается магическим внушением, приобщающим слушателя к мистериям поэзии».

Теоретики символизма – подчеркнем это еще раз – остро почувствовали не только ограниченность возможностей обыденного языка и обыденного понимания текстов, но и поняли, что за поэтическим текстом стоит нечто иное, что они – за неимением возможности

выразить свое понимание иначе – трактовали как символ (в этом, подчеркиваем еще раз они были очень близки к суфиям): «Исторической задачей новейшей символической школы было раскрыть природу слова как символа и природу поэзии как символики истинных реальностей» [35]. Аналогичную мысль высказал также и В.С. Соловьев, говоря о символичности поэтического метода Ф.И. Тютчева: «Частные явления суть знаки общей сущности. Поэт умеет читать эти знаки и понимать их смысл» [37].

Параллели с учением суфиев просматриваются вполне отчетливо. Так, в [38] говорится следующее. Любовь к богу в суфийском учении связана с утонченной символикой, согласно которой реальный мир есть лишь отблеск потустороннего мира. Суфии широко применяли символику для маскировки своих «тайнств», отличающих суфизм от ортодоксального ислама. Поэтому нередко было очень трудно понять, воспевают они земную любовь или же символическую любовь к богу. Символика суфиев исходит из того, что истина не может быть достигнута лишь познанием «внешности» (захир) вещей. Каждая «внешность» содержит внутренний смысл и сущность, которые могут познать лишь посвященные.

Примером в данном отношении является высказывание известного суфийского шейха Абул Хасана Харакани: «Дервиш тот, у кого нет помысла в сердце. Он говорит и слышит, и слуха у него нет; он видит, и зрения у него нет; он ест, и вкуса у него нет; у него нет ни движений, ни покоя, ни печали, ни радости».

Символизм – это уникальный феномен культуры в целом, оказавший существенное (пусть и косвенное) воздействие, в том числе, на развитие философии [39]. Построения символистов, таким образом, заслуживают самого пристального внимания – как источник идей, которые в настоящее время могут быть использованы, в том числе, для разработки систем искусственного интеллекта. (Разумеется, это вовсе не означает, что изложение этих идей следует понимать буквально.)

Далее, необходимо отметить, что тезис о том, что наряду с непосредственно воспринимаемым смыслом текста есть нечто, что стоит за текстом, часто озвучивался – в разных вариациях – на протяжении всего XX века. Так, Умберто Эко различал книги-справочники и книги-для-чтения. М.К. Мамардашвили, говоря о предмете философии, отмечал, что необходимо «почувствовать те живые вещи, которые стоят за текстом и из-за которых, собственно, он и возникает. Эти вещи обычно умирают в тексте, плохо через него проглядывают, но, тем не менее, они есть».

Теория информации уже достигла того уровня, когда о такого рода сущностях, «проглядывающих через текст», уже можно говорить корректно.

Оттолкнемся от одного из базовых положений теории систем, которое в несколько упрощенной форму звучит так: «система есть нечто, качественно отличающееся от простой совокупности составляющих элементов», которое, в том числе, подразумевает, что систему делают системой связи между ее элементами.

Текст, в особенности философский или поэтический, также можно рассматривать как систему в указанном выше смысле, понимание чего сложилось уже достаточно давно; в [39] говорится следующее.

Текст, – писал М.М. Бахтин на рубеже 50–60 годов XX века, – первичная данность (реальность) и исходная точка всякой гуманитарной дисциплины. Латинское слово *textum*, к которому восходят итальянское *testo*, английское и немецкое *text*, французское *texte* и, наконец, русское *текст*, в буквальном смысле означает ткань, связь. Таким образом, уже в самом слове *текст* зафиксирована семантика собирания и упорядочивания неких единиц, равно как и мысль о воплощенности созданного таким способом творения. В этом контексте

можно упомянуть также точку зрения Ю.М. Лотмана, к которой восходит трактовка понятия текста как «графически зафиксированного художественного целого» (или части целого).

Отталкиваясь от соображений такого рода, можно утверждать, что если связи между элементами текста, трактуемого как система, достаточно разветвлены, то есть, говоря языком теории сложного, она перешла через определенный критический порог, то в ней возникает новое качество. Это и есть то, что, говоря словами М.К Мамардашвили «проглядывает через текст».

Очевидной иллюстрацией к возникновению нового качества в сложной системе является человеческое сознание, которое существует только потому, что нейроны головного мозга обмениваются между собой сигналами.

Сходным образом и обмен информацией между людьми также порождает новое качество, иную сущность информационной природы, которую в гуманитарной литературе часто называют общественным сознанием.

На этом основании можно утверждать, что человеческий разум, будучи порождением вполне определенной нейронной сети, де-факто оперирует не только и не столько «словами» как «атомами» текста, но тем нетривиальным качеством, которое они порождают тогда, когда текст сам становится целостностью. С определенной долей условности любой естественный язык сам может быть уподоблен нейронной сети. Во всяком случае, данное утверждение имеет смысл как метафора, подчеркивающая, что любое понятие – любое слово естественного языка содержательно лишь постольку, поскольку оно может «образовывать связи» с другими понятиями. Само по себе любое слово есть только лишь комбинация звуков или символов.

Следовательно, задача по операционализации работы с текстами – в том ключе в котором это делает человеческий интеллект – представляет собой задачу по формализации того качества, которое порождает осмысленный текст, но которое не может быть сведено к простому набору слов.

Именно в этом отношении и наследие суфиев, и идеи символистов (равно как и позднейших мыслителей) представляют далеко не только исторический интерес. Формализация нового, порождаемого текстами, представляет собой исключительно сложную задачу, и далеко не очевидно, что путь, предложенный в [26], является оптимальным (равно как и непосредственное использование аппарата нечеткой логики). Скорее, на данном этапе исследований важен характер постановки задачи. Более того, решение данной задачи заведомо требует генерации весьма нетривиальных идей, предпосылки для которых весьма сложно найти в текущей литературе по нейронным сетям (тем более, если учесть, что они достаточно часто трактуются как логически непрозрачные).

Таким образом, обращение к основам параллели между учением суфиев и идеями символистов, как минимум, позволяет расширить круг поиска, не замыкаясь на изучении уже существующих алгоритмов и подходов. Точнее, обращение к ним создает предпосылки для иного понимания рациональности (если не иного характера мышления), которое, по-видимому, потребуется для того, чтобы оперировать со смыслами, стоящими за текстом. Речь, безусловно, не идет о прямых заимствованиях, однако переход к такому типу мышления, который в полной мере отвечает тезису о конвергенции естественнонаучного и гуманитарного знания, вряд ли возможен без знакомства с соответствующими пластами культуры. Одной лишь этой причины достаточно для того, чтобы продолжить исследования, проводящие параллели между теми способами постижения реальности, которые

использовали символы и иносказания, с возможными путями развития современных информационных технологий.

Литература:

1. Бартольд В.В. Двенадцать лекций по истории турецких народов Средней Азии. Соч. Т. 5. – Москва: Издательство «Наука», 1967. – 46 с.
2. Нуртазина Н. Д. Религиозный туризм в Казахстане: история и современные проблемы // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2009. – №4. – С. 25–37.
3. Гайнетдинов, М. Гасырлар мирасы. – Казан: Татар. кит. нәшр. – 2004. – 319 с.
4. Абдульвапов Н. Суфизм и начальный этап активного распространения ислама в Крыму // Культура народов Причерноморья. – 2006. – №79. – С. 140–149.
5. Пылев А.И. Ходжа Ахмед Ясави: суфийский поэт, его эпоха и творчество. – Алматы: Атамұра, 1997. – 93 с.
6. Пылев А.И. Ходжа Йасави – первый тюркский суфийский поэт Средней Азии (Жизнь и творчество): Автореф. дис. ... канд. филол. наук / А.И.Пылев; Санкт-Петербургский гос. ун-т. – СПб, 2001. – 26 с.
7. Köprülü F. Türk edebiyatında ilk mutasavvıflar. 7 baskı. – Ankara: Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları, 1991. – 415 p.
8. Алсабеков Мухаммад-хусайн Хаджи Усманович. Ходжа Ахмед Ясави и распространение суфийского направления ислама в Казахстане // Вестник Академии Знаний. – 2013. – №3(6). – С. 72–80.
9. Юсупова Н. М., Юсупов А. Ф. Суфийская символика в татарской поэзии XIX века // Филология и культура. – 2014. – № 2 (36). – С. 230–235.
10. Пригарина Н. Поэтика творчества Мухаммада Икбала. – М.: Наука, 1978. – 232 с.
11. Кныш А. Ат-Тасаввуф // Ислам: Энциклопедический словарь. – Москва: Наука, 1991. – С. 225–231.
12. Резюме “Истории” Тохта Бая // Транскрипция и перевод на рус. яз. Н.Сейитяхья // Научный бюллетень (Орган НИЦ КИПУ). – 2002. – №2. – С. 3–8.
13. Хазрат Инайят Хан. Суфийское послание о свободе духа. Авторизованный пер. с англ. Андрея Балакина с порт. автора. – М., 1914. – 96 с. – <http://www.vostlit.info/Texts/rus5/Inajathan/text.phtml?id=7525>
14. Хазрат Инайят Хан. Мистицизм звука. — Москва: Сфера, 1998. – 336 с.
15. Малинина Н.Л. Творчество В. Кандинского – разрыв между свободой и аффирмативностью // Общество: философия, история, культура. – 2018. – №1. – С. 17–20.
16. Сабанеев, Л. Л. Воспоминания о Скрябине. – М.: Классика–XXI, 2000. – 400 с.
17. Миненко Г. Н., Рябчевская Ж. А. Музыкальная культура серебряного века в контексте социокультурной динамики России // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2012. – №2. – С. 30–36.
18. Левая Т. Н. Скрябин и художественные искания XX века. – Санкт-Петербург: Композитор, 2007. – 184 с.
19. von Weizsäcker E. U., Wijkman A. Come On!. – Springer Science+Business Media LLC, 2018. – 204 p.
20. Гаджиева Д. А. Восток в творчестве поэтов и писателей серебряного века как отражение евразийской мысли // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Общественные и гуманитарные науки. – 2015. – №4 (33). – С. 8–15.
21. Ким Кен-Тэ. Тема Востока в творчестве И.А.Бунина: автореферат дисс. ... канд. филологич. наук. СПб., 1997. – 212 с.
22. Волков С. История культуры Санкт-Петербурга. – Санкт-Петербург: Litres, 2017. – 672 p.

23. Ахиезер, А.С. Россия: критика исторического опыта. (Социокультурная динамика России). Т.1. – Новосибирск: Сибирский хронограф, 1997. – 805 с.
24. Левая Т. Русская музыка начала XX в. в художественном контексте эпохи. – М.: Музыка, 1991. – 166 с.
25. Габриелян О. А., Сулейменов И. Э. Ноосферное искусство: взаимообусловленность развития современной науки и культуры // Таврійські студії. Культурологія. – 2013. – №4. – С. 3–7.
26. Калимолдаев М.Н., Мун Г.А., Пак И.Т., Бакиров А.С., Байпакбаева С.Т., Сулейменов И.Э. Искусственный интеллект как драйвер четвертой технологической революции. Учебное пособие для магистрантов. – Алматы: Полиграфкомбинат, 2018. – 313 с.
27. Дубровский Д. И. Сознание, мозг, искусственный интеллект. – Москва: Evidentis, 2007. – 272 с.
28. Кузнецов П.Г. Искусственный интеллект и разум человеческой популяции. // Устойчивое развитие: наука и практика. – 2008. – С. 10-48.
29. Мареева Е. В. От искусственного интеллекта к искусственной душе // Вопросы философии. – 2014. – №1. – С. 171–177.
30. Кудряшев А. Ф., Елхова О. И. Процесс творчества в системах с искусственным интеллектом // Вестник Башкирского университета. – 2016. – Т. 21. – №4. – С. 118–125.
31. Elgammal A. et al. CAN: Creative adversarial networks, generating " art" by learning about styles and deviating from style norms // URL: [электронныйресурс] arXiv preprint arXiv:1706.07068. – 2017. – С. 1–22.
32. Lau J. H. et al. Deep-speare: A joint neural model of poetic language, meter and rhyme // URL: [электронныйресурс] arXiv preprint arXiv:1807.03491. – 2018. – 11 с.
33. Tatalovic M. AI writing bots are about to revolutionise science journalism: we must shape how this is done // JCOM: Journal of Science Communication. – 2018. – Т. 17. – №1. – С. 7–10.
34. Барсегян А. Технологии анализа данных: Data Mining, Text Mining, Visual Mining, OLAP. 2 изд. – БХВ-Петербург, 2008. – 384 с.
35. Коррадо-Казанская Ф. Вариации на тему Тютчева в поэтических дебатах Серебряного века // Соловьевские исследования. – 2013. – №4. – С. 165–172.
36. Иванов В.И. Заветы символизма. Родное и вселенское. – М.: Республика, 1994. – С. 180–190.
37. Соловьев В.С. Поэзия Ф.И. Тютчева // Соловьев В.С. Философия искусства и литературная критика. – М.: Искусство, 1991. – С. 465–483.
38. Керимов Г. М. Суфизм: мистическая ветвь в исламе // Вопросы религии и религиоведения. – 2009. – №1. – С. 229–240.
39. Воскресенская М. А. Символизм как мировидение Серебряного века // Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – 224 с.

Поступила 9 июля 2019 г.

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

МРНТИ 31.17.29; 68.05.29; 68.29.03; 68.35.29

УДК 631.459; 631.6.02; 633.2.031/.033 635.21

PRODUCTION OF NEW HUMIC ORGANO-MINERAL FERTILIZER BASED ON HUMATES AND VERMICOMPOST

Arynov K.T.¹, Fashutdinov M.F.¹, Aueshov A.P.², Perminova I.V.³, Nurkeyeva A.B.¹

¹«AspanTau LTD»LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan

²M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Republic of Kazakhstan

³Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

e-mail: tau_aspan@mail.ru, centersapa@mail.ru, iperm@org.chem.msu.ru

Liquid organo-mineral fertilizers from combined feedstock (brown coal and biohumus (vermicompost)) have been produced. The new product is obtained by mixing a concentrated alkali extract of brown coal and extract of vermicompost. Samples of the new product have been studied using IR spectroscopy and scanning electron microscope with systems of energy-disperse microanalysis. Visible absorption bands 1446 1389cm⁻¹ are explained by plane deformation vibrations of O-H group interacting with C-H wagging vibrations in initial and secondary alcohol groups, and absorption bands can be seen in the so-called “polysaccharide” area (1170–950 cm⁻¹), which is also typical to humic substances. The new product is obtained by mixing a concentrated alkali extract of brown coal and extract of vermicompost. This production technique allows combining advantageous properties of two different types of feedstock to produce a promising liquid organo-mineral fertilizer. The possibility of production of liquid fertilizer with a high content of nutrient and bioactive substances (10-12 %) (dry residue) has been demonstrated. A high content of dry residue allows reducing transport costs of ballast substance (water) and minimizing agricultural production costs.

Keywords: *humic organo-mineral fertilizer, humic acids, brown coal, vermicompost, peat, IR spectroscopy, scanning electron microscope.*

Қоңыр көмір мен биогумустан (вермикомпост) тұратын шикізаттан сұйық гуминді органо-минералды тыңайтқыштар алынды. Концентрленген сілтілі қоңыр көмір сығындысын вермикомпост сығындысымен араластыру арқылы жаңа препарат алынды. Жаңа препарат ИҚ-спектроскопия және энергодисперсиялық микроанализ жүйесімен жабдықталған растрлы электрондық микроскоп әдістері арқылы зерттелді. 1446 және 1389 см⁻¹ байқалған жұтылу жолақтары, бастапқы және қайталама спирттік топтардағы С-Н желдеткіш тербелістерімен әрекеттесетін О-Н тобының жазықтық деформациялық тербелістеріне байланысты, ал жұтылу жолақтары «полисахарид» деп аталатын аймақта да кездеседі (1170–950 см⁻¹) гуминді заттарға да тән. Қолданылған тәсіл қажетті сұйық органо-минералды тыңайтқышты өндіру барысында алынған шикізаттардың оң қасиеттерін біріктіруді қамтамасыз етеді. Құрамында қоректік заттар мен биологиялық белсенді заттардың мөлшері 10–12 % асатын сұйық тыңайтқыш алу мүмкіндігі (құрғақ қалдық) көрсетілген. Қатты заттардың жоғары құны судың балласты затының көлік шығындарын азайтуға және ауыл шаруашылығындағы өндіріс шығындарын азайтуға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: *гуминоргано-минералды тыңайтқыш, гумин қышқылдары, қоңыр көмір, вермикомпост, шымтезек, ИҚ спектроскопиясы, электронды микроскоп.*

Получены жидкие гуминовые органоминеральные удобрения из комбинированного сырья: бурого угля и биогазуса (вермикомпоста). Новый препарат получен смешиванием концентрированного щелочного экстракта бурого угля с экстрактом вермикомпоста. Образцы нового препарата изучены методами ИК-спектроскопии и растровый электронный микроскопии с системами энергодисперсионного микроанализа и показано содержание большинства питательных макроэлементов. Наблюдаемые полосы поглощения 1446 и 1389 см⁻¹, обусловленные плоскостными деформационными колебаниями группы О-Н, взаимодействующей с веерными колебаниями С-Н в первичных и вторичных спиртовых группах, а также обнаруживаются полосы поглощения в так называемой «полисахаридной» области (1170–950 см⁻¹) характерной также как для гуминовых веществ. Способ получения нового препарата обеспечивает объединить положительные свойства двух разных видов сырья для производства перспективного жидкого органо-минерального удобрения. Показано возможность получения жидкого удобрения с высоким содержанием питательных и биологически активных веществ более 10-12% (сухой остаток). Высокое значение сухого остатка позволяет сократить транспортные расходы балластного вещества воды и уменьшать издержки производства в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: гуминовое органо-минеральное удобрение, гуминовые кислоты, бурый уголь, вермикомпост, торф, ИК-спектроскопия, растровый электронный микроскоп.

Presently the economic efficiency of humic fertilizers for agriculture requires no substantiation [1–3]. A great number of new humic organo-mineral fertilizers (OMF) designated for agricultural purposes are registered yearly. Advantages of OMF produced from coals are high concentration, while fertilizers produced from peat or biohumus (vermicompost) have other advantages such as content of bioactive additives: enzymes, amino acids, vitamins, organic acids, phytohormones, etc. The purpose of this work was the production of liquid OMF from a combined feedstock thus preserving all advantages. Two independent liquid OMF were produced from brown coal and biohumus for this purpose and then mixed to ensure higher concentrations of humic acids and bioactive additives of biohumus.

Two solutions are prepared for production of the organo-mineral fertilizer: A – concentrated sodium coalhumate solution and B – biohumus (vermicompost) extract.

Production of A solution: the laboratory reactor c/w mixer is loaded with 15 liters of potable water and 5 kg of brown coal powder milled (hydromodulus 1:3) in the laboratory mill to produce particle size of less than 0.2 mm and warm the water while mixing to 70 °C. Then add 300 g of NaOH, 100 g of urea (carbamide) and 50 g of Trilon B and warm to 90 °C. Extraction is made during 2 hours while mixing at 80–90 °C. The solution is then filtered using a cloth filter and produce a concentrate with the content of dry substances of not less than 25 % in 15–16 liters of the first component of liquid fertilizer. Then the product is left overnight to cool down and get stabilized.

Production of B solution (biohumus extract): the laboratory reactor c/w mixer is loaded with 15 liters of potable water and 5 kg of biohumus and warm to 35–38°C and mix during 2 hours; and leave during 10–12 hours for fermentation purpose at 20–30°C. Rough filtration upon completion of fermentation and produce 14–15 liters of the second component of the liquid fertilizer.

The first and second components are mixed (A+B) in 1:1 ratio by volume to ensure that the content of dry substances is not less than 10 % in the end product. Thus produced mix is left for 3 days to complete biochemical processes, and then packed for sale to consumers. The product contains 12–15% of dry substances, 3–5% of ash, and not less than 2.5% of humic acids.

The produced samples were studied using a screening electron microscope JSM-6490LV with systems of energy disperse microanalysis INCAEnergy and structural analysis HKL-Basic, and IR spectroscopy using IR Fourier spectrometer ShimadzuIRPrestige-21 with frustrated total internal reflection (FTIR) Miracle by PikeTechnologies. The samples were preliminarily dried. The dry residue data are summarized in Table 1.

Table 1 – Dry residues of liquid samples of components and end product of OMF

№	Liquid fertilizer and its components	Dry residue, %
1	Sodium coalhumate	35.1
2	Biohumus extract	1.1
3	Organomineral fertilizer	8.65

Description of research processes:

The sample of brown coal was chemically analyzed and IR spectrum was taken. The results are summarized under 1D code (code).

Liquid suspension of sodium coalhumate was filtered; then the deposit and filtrate were analyzed separately. The filtrate was dried before analyzing at 100–105°C, 2A-F code, deposit – 2A-O code.

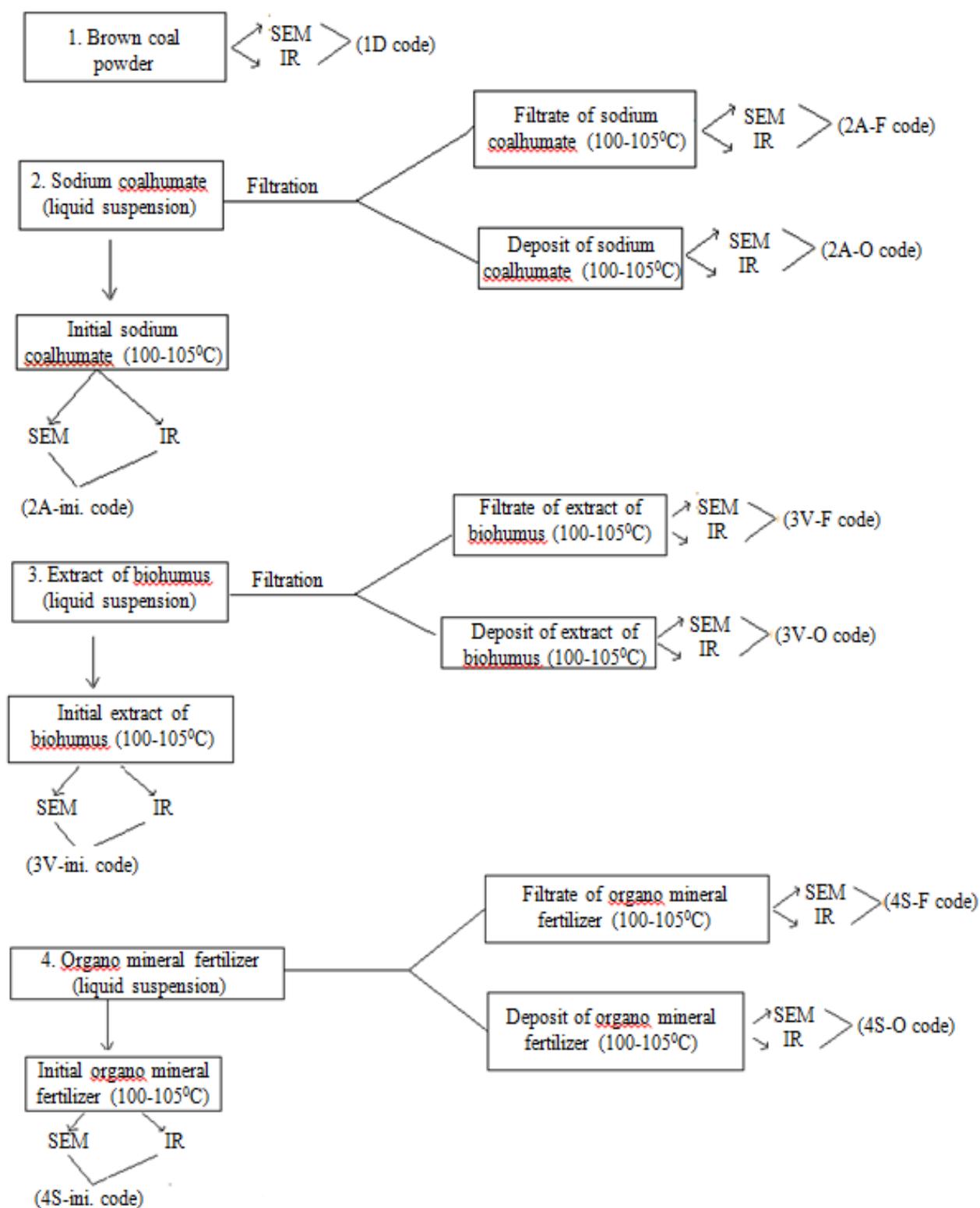
The initial sodium coalhumate was dried separately at 100–105 °C, the results are given under 2A-ini. code.

Other samples, extract of biohumus (3) and organomineral fertilizers (4) were studied using the scheme given above (1).

The results of chemical analysis of content of main nutrients in the new liquid OMF and its components are summarized in Table 2. The results of chemical analysis (elemental analysis) of the initial brown coal powder and after its separation using screening electron microscope JSM-6490LV with systems of energy disperse microanalysis INCAEnergy and structural analysis HKL-Basic are summarized in Table 3. SEM data show the content of a number of useful macroelements, however, taking into consideration the fact that the data are produced for a local point only, we cannot apply these data to the entire sample as a colloid system.

Table 2 –Results of analysis of content of the main nutrient substances in the new liquid OMF and its components

№	Samples	Nitrogen, mg/l	Phosphorus, mg/l	Potassium, mg/l
1	Brown coal#4	0.616	0.040	-
2	Sodium coalhumate #1A	5.628	850	500
3	Biohumus extract #2B	1.960	300	1500
4	Organomineral fertilizer #3C	2.156	1000	400



Scheme1 –Processes technique and results of chemical analysis

Table 3 –Results of chemical analysis (elemental analysis) of initial brown coal powder and upon completion of separation processes using screening electron microscope JSM-6490LV with systems of energy disperse microanalysis INCAEnergy and structural analysis HKL-Basic

Code	Weight, %									
	1 D	2A-ini.	2A-O	2A-F	3V-ini.	3V-O	3V-F	4S-ini.	4S-O	4S-F
C	53.30	49.52	48.5	49.3	32.95	40.76	27.05	47.82	52.10	28.60
O	33.22	35.23	35.6	36.2	38.83	42.46	35.67	35.66	33.83	42.13
Mg	0.06	2.44	2.79	5.96	1.81	0.43	4.15	3.72	1.31	17.79
Al	2.86	0.05	0.04	1.59	1.05	1.14	0.66	0.08	0.12	0.08
Si	9.76	2.75	2.90	5.37	1.08	1.59	0.39	2.25	2.99	1.47
S	0.14	9.20	9.29	0.04	4.62	5.79	0.22	8.92	8.70	3.82
Cl	0.06	0.15	0.16	0.22	1.07	1.18	2.50	0.25	0.10	0.34
K	0.12	0.03	0.05	0.29	1.46	0.34	6.02	0.15	0.30	0.97
Ca	0.13	0.09	0.12	0.10	1.90	1.48	22.29	0.47	0.16	1.27
Ti	0.29	0.12	0.14	0.50	10.83	3.73	-	0.34	0.29	1.63
Fe	0.06	0.29	0.30	0.16	3.53	0.06	-	0.22	0.09	1.57

1D – initial brown coal powder

2A-ini. – initial sodium coalhumate (100-105⁰C)

2A-O – deposit of sodium coalhumate

2A-F – filtrate of sodium coalhumate

3V-ini. –initial extract of biohumus (100-105⁰C)

3V-O – deposit of extract of biohumus

3V-F – filtrate of e

xtract of biohumus

4S-ini. – initial organo mineral fertilizer (100-105⁰C)

4S-O –deposit of organo mineral fertilizer

4S-F – filtrate of organo mineral fertilizer

Figures 1–6 show IR spectra of all produced samples and components of liquids fertilizer. Visible absorption bands are 1446 and 1389 cm⁻¹ stipulated by plane bending vibrations of O-H group interacting with wagging vibrations of C-H in primary and secondary alcohol groups; absorption bands can also be seen within the so-called “polysaccharide” area (1170–950 cm⁻¹).

The obtained data in terms of the unit of dry residue demonstrate the possible more active display of nutrient and stimulating properties of the combined liquid humic OMF.

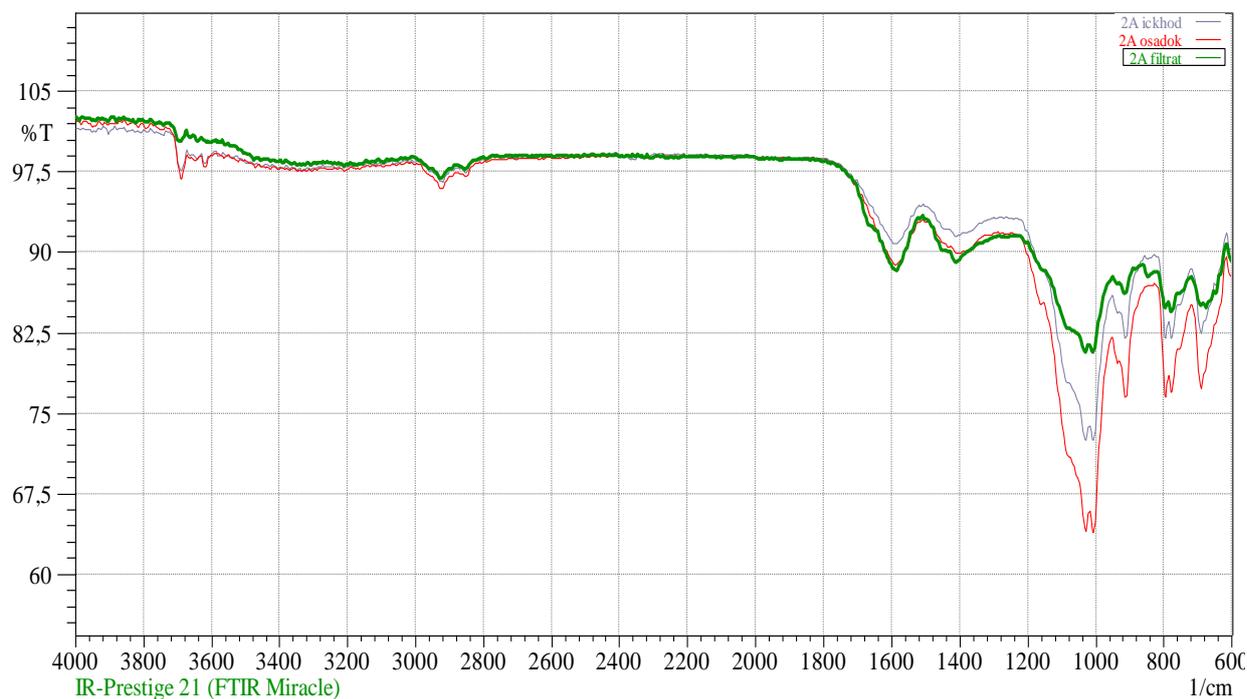


Figure 1 – Overlap of IR spectra of sodium coalhumate samples (2A – ini., deposit and filtrate)

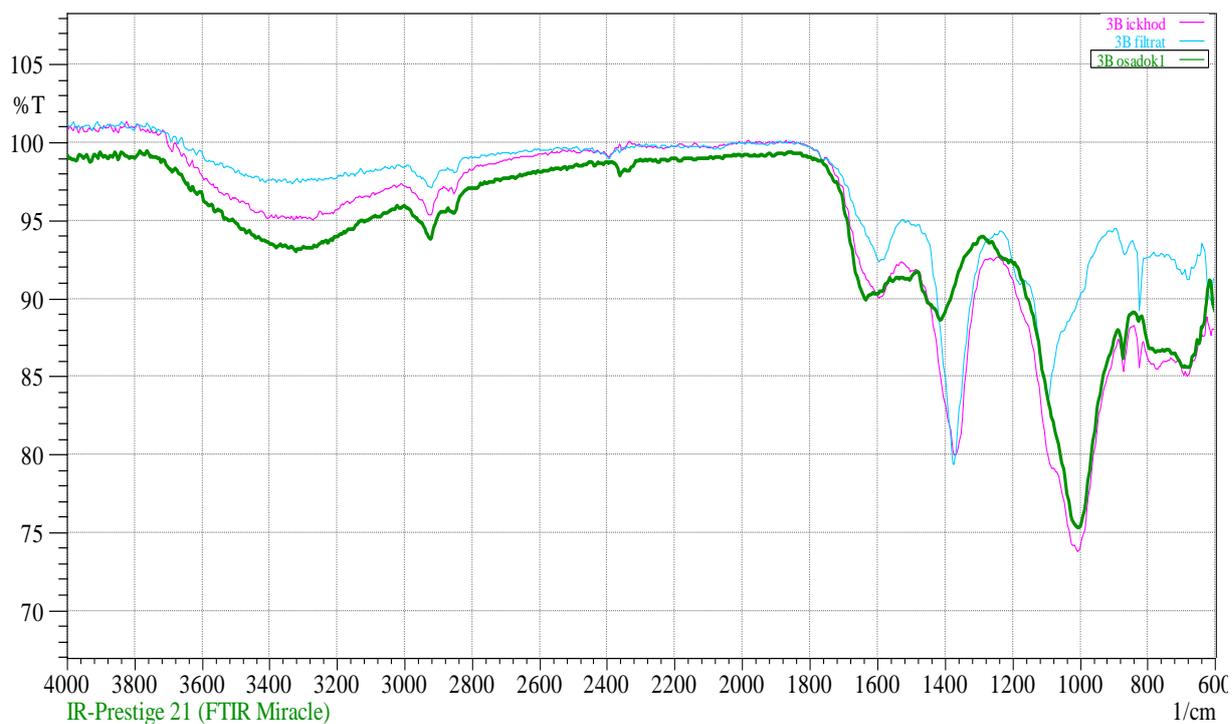


Figure 2 – Overlap of IR spectra of extracts of humus samples (3V – ini., deposit and filtrate)

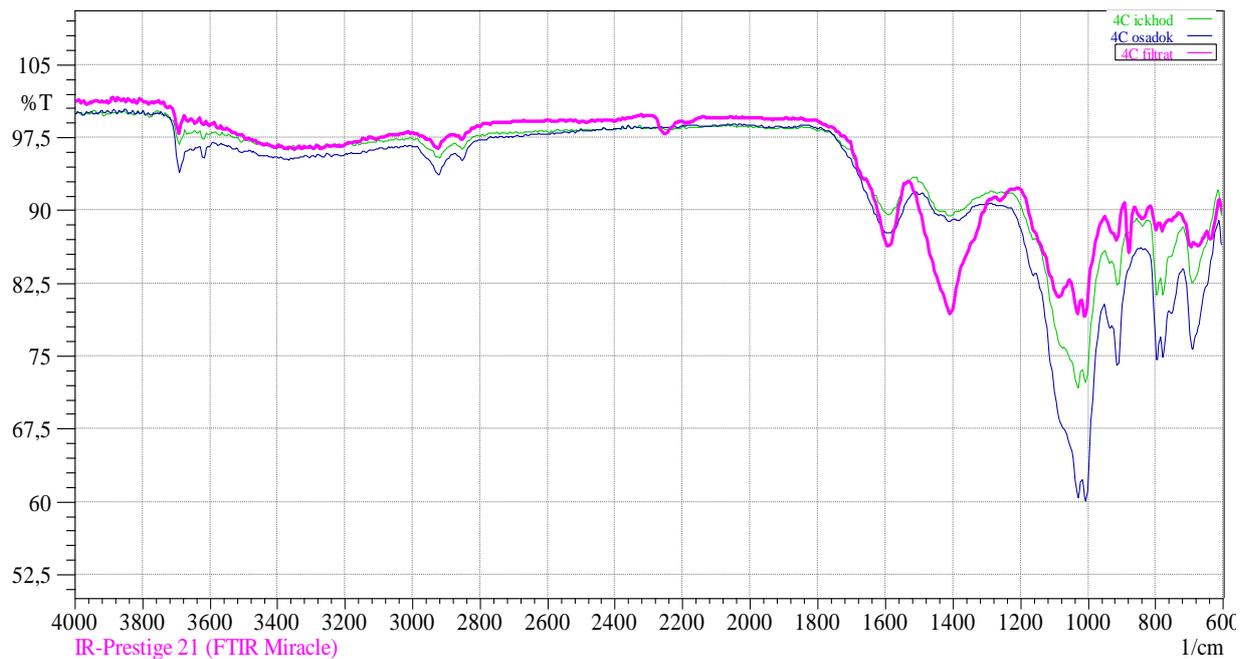


Figure 3 – Overlap of IR spectra of organo mineral fertilizer samples (4S – ini., deposit and filtrate)

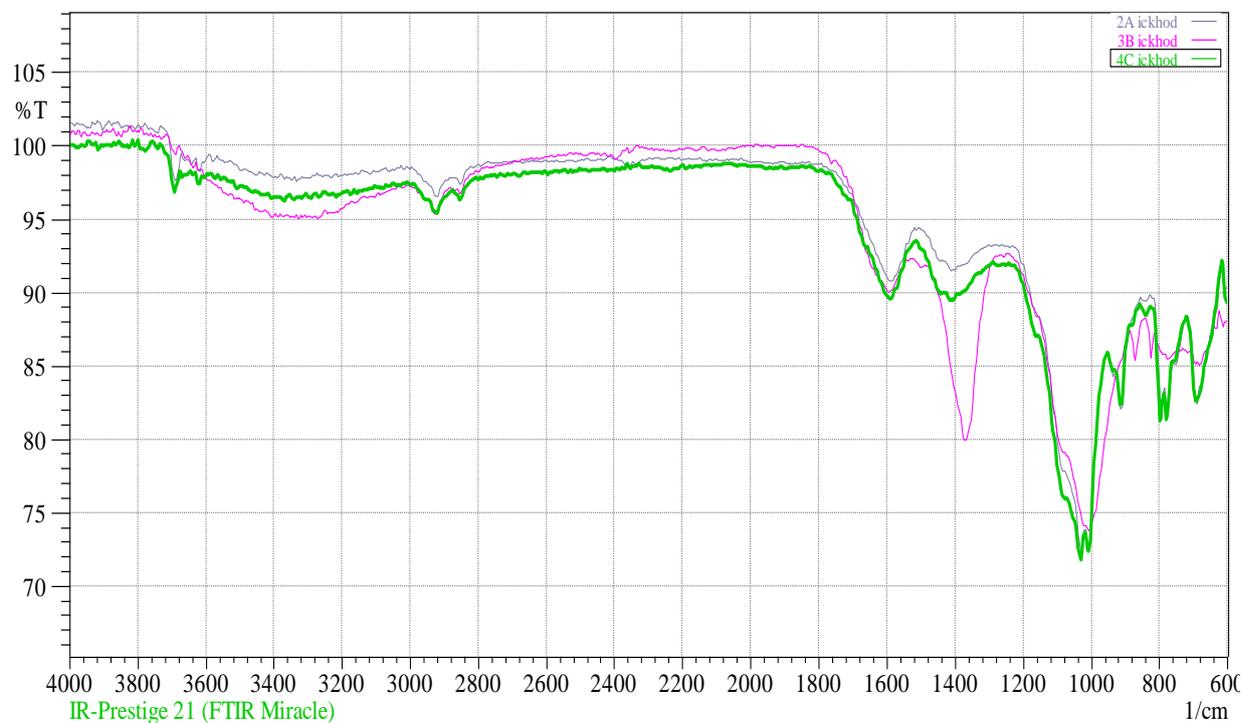


Figure 4 – Overlap of IR spectra of samples (2A, 3V and 4S – ini.)

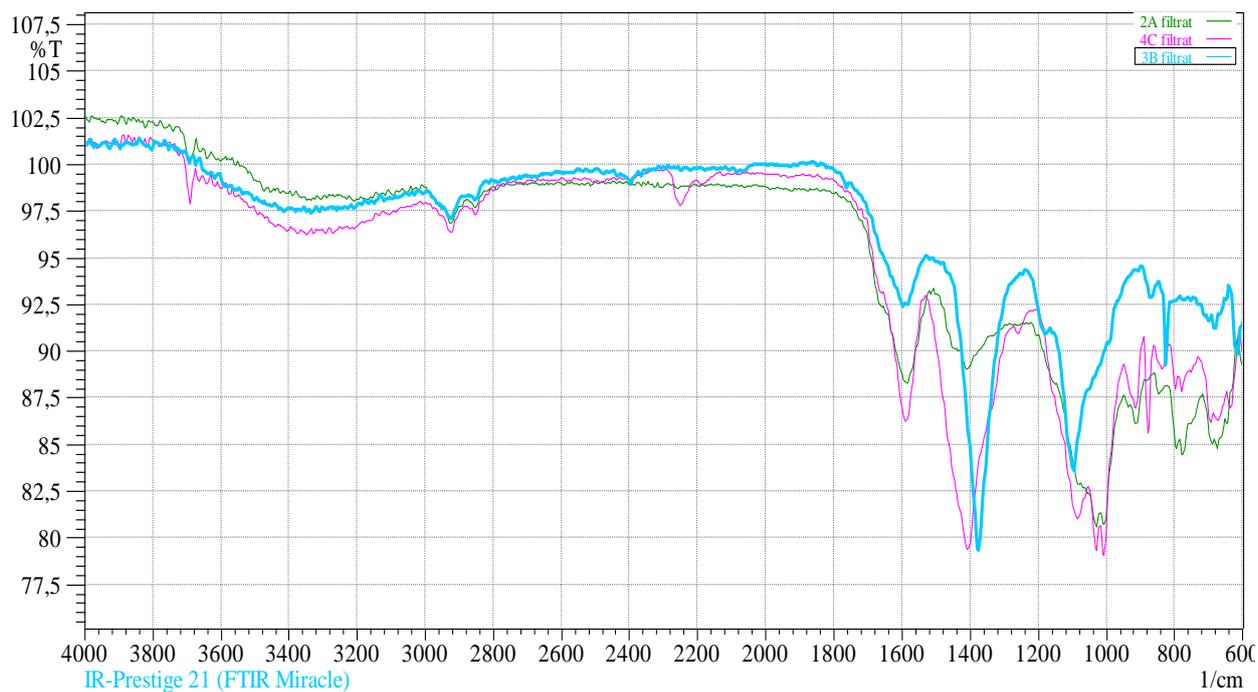


Figure 5 – Overlap of IR spectra of samples (2A, 3V and 4S – filtrate)

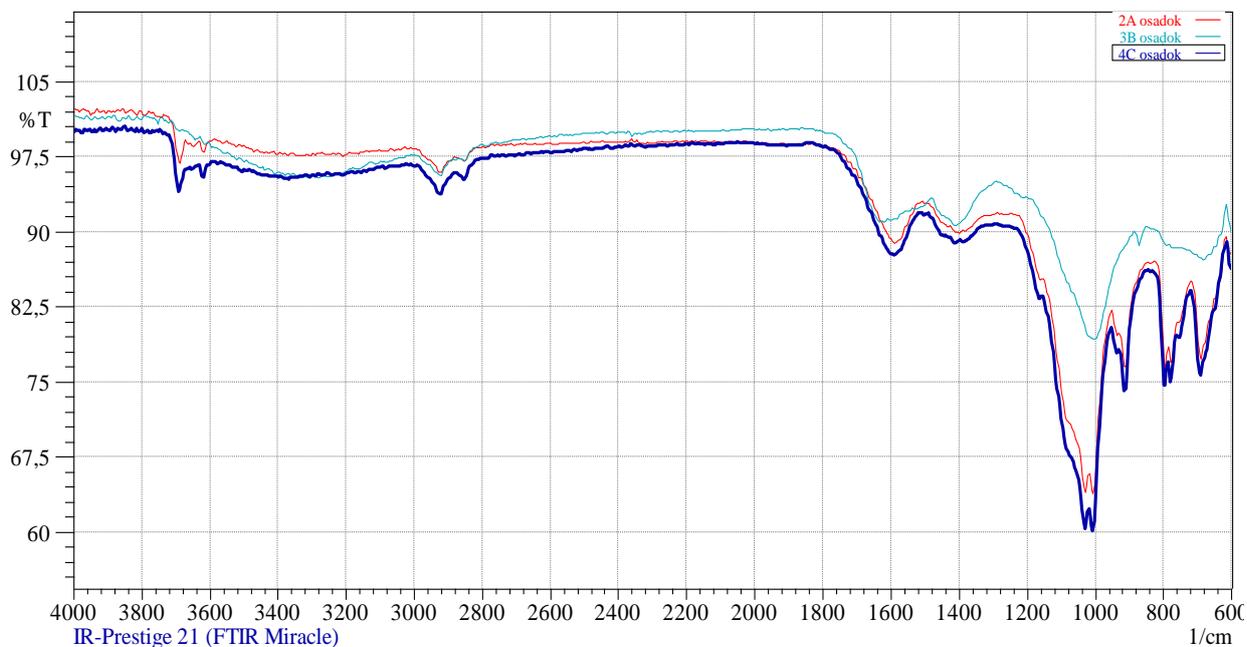


Figure 6 – Overlap of IR spectra of samples (2A, 3V and 4S – deposit)

References:

1. Grishina L.A. Humification and humic nature of soil. – M.: Publishing house of the Moscow University, 1986. – 242 p.
2. Denissyuk Ye.A., Kuznetsova I.A., Mitrofanov R.A. Humic substances production technologies // Gazette of the NNSEI. – 2014. – №. 2 (33). – P. 66–79.
3. Motovilova L.V. Humates – environmentally friendly plant growth and development stimulators. – M.: Kolos, 2001. – 105 p.
4. GOST 9517-94. Solid fuel. Humic acid yield determination techniques. Effective date 01 January 1997.

Поступила 22 сентября 2019 г.

МРНТИ 31.23.27; 31.23.35

УДК 547.9; 577.115.3

АНАЛИЗ АМИНО- И ЖИРНЫХ КИСЛОТ РАСТЕНИЯ *ARTEMISIA TRANSILIENSIS*

Әлдибек А.Е.¹, Қудайбергел А.А.¹, Дюсебаева М.А.¹, Фэн Ю.³, Женис Ж.²

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби

²Научно-исследовательский центр лекарственных растений КазНУ им. Аль-Фараби

Алматы, Республика Казахстан

³Институт Гриффита по исследованию лекарств, Брисбен, Австралия

e-mail: janarjenis@mail.ru

В статье впервые приведены результаты исследования аминокислот и жирных кислот в надземных частях растения *Artemisia Transiliensis* (*A. transiliensis*). Сырье было собрано в фазу цветения в Алматинской области в 2018 году. Исследования проводились методом ГЖХ (газо-жидкостная хроматография). Были определены 8 жирных кислот, 22 аминокислоты. В надземных частях *A. transiliensis* по количественному содержанию из аминокислот доминируют: аланин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты. Из жирных кислот доминируют: линолевая, олеиновая, пальмитиновая и стеариновая кислоты. В результате проведенных исследований было определено, что надземные части *A. transiliensis* являются источниками многих незаменимых соединений и могут использоваться в медицинской практике, а также для выполнения ежедневной человеческой потребности в аминокислотах и жирных кислотах.

Ключевые слова: полынь Заилийская, *Artemisia transiliensis*, ГЖХ, анализ, аминокислоты, жирные кислоты, биологическая активность, аланин, глутаминовая кислота, линолевая кислота.

Мақалада алғаш рет *Artemisia transiliensis* өсімдігінің жер бетіндегі бөліктеріндегі амин және май қышқылдарын зерттеу нәтижелері келтірілген. Шикізат 2018 жылы Алматы облысында гүлдену кезеңінде жиналған. Зерттеу ГСХ әдісімен жүргізілді. Нәтижесінде 8 май қышқылы және 22 амин қышқылы анықталды. *A. transiliensis* жер үсті бөліктерінде амин қышқылдарынан сандық құрамы бойынша басым: аланин, глутамин және аспарагин қышқылдары. Май қышқылдарынан: линолен, олеин, пальмитин және стеарин қышқылдары басым. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде *A. transiliensis* өсімдігінің жерүсті бөліктері көптеген алмастырылмайтын қосылыстардың көздері болып табылатыны және медициналық тәжірибеде, сондай - ақ амин және май қышқылдарының күнделікті адам қажеттілігін қанағаттандыру үшін пайдаланылуы мүмкін екендігі анықталды.

Тірек сөздер: Іле жусаны, *Artemisia transiliensis*, ГСХ, талдау, амин қышқылдары, майлы қышқылдар, биологиялық белсенділік, аланин, глутамин қышқылы, линол қышқылы.

This article presents the results of research of amino acids and fatty acids in the aerial parts of the plant *Artemisia transiliensis* for the first time. Raw materials were collected in the flowering phase in the Almaty region in 2018. The research was carried out by GLC. 8 Fatty acids and 22 amino acids were identified. In the aerial parts of *A. transiliensis* for the quantitative content of amino acids dominate: alanine, glutamic and aspartic acid. From fatty acids dominate: linoleic, oleic, palmitic and stearic acids. As a result of the research it was determined that the above-ground parts *A. transiliensis* are sources of many essential

compounds and can be used in medical practice, as well as for performing daily human requirements in amino acids and fatty acids.

Keywords: *Zailiyskiy wormwood, Artemisia transiliensis, GC analysis of amino acids, fatty acids, biological activity, alanine, glutamic acid, linoleic acid.*

Введение: Исследования последних лет показали, что аминокислоты и жирные кислоты проявляют высокую активность против таких заболеваний как диабет, остеопороз, сердечные заболевания, нарушения обмена веществ, эректильная дисфункция, а также имеют омолаживающий эффект, может быть использован при жалобах на менопаузу и т.д. [1, 2]. Сегодня растет интерес к научным и практическим аспектам семьи *Artemisia* (Астрал) в Казахстане.

Полыни распространены по всему северному полушарию, в умеренном поясе Евразии, в Северной и Южной Африке, Северной Америке. На территории России и сопредельных стран отмечено около 180 видов, встречающихся почти повсеместно. Наиболее распространены полыни в степях и пустынях Казахстана, Средней Азии, в Закавказье, на Юго-Востоке европейской России и Украине. Очень важную роль в формировании современного растительного покрова полыни играют в степных и пустынных районах Казахстана, в горных степях и высокогорных пустынях Средней Азии. Здесь представлены огромные почти чистые заросли, чаще всего состоящие из полукустарничковых видов подрода *Seriphidium*. На юге и востоке европейской России, в Северном Казахстане широко распространены «полынные степи», в которых доминирующую роль играют *Artemisia pauciflora*, *A. lerchiana*, *A. austriaca* и псаммофильные виды подрода *Dracunculus* [3]. Полынь содержит большое количество активных веществ, а также аскорбиновую кислоту и провитамин А. Растение также богато флавоноидами, фенольными кислотами, эфирными маслами, жирными кислотами, аминокислотами, каротином, сапонинами и дубильными веществами. Полынь стимулирует рефлекторную функцию поджелудочной железы и желчного пузыря, улучшает пищеварение, усиливает отделение желчи, оказывает противовоспалительное и кардиостимулирующее действие, благотворно влияет на лечение ревматизма и бронхиальной астмы, лечит экземы и ожоги, гастрит, язвенную болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки.

Аминокислоты входят в один из важнейших классов природных соединений и содержатся абсолютно во всех живых организмах на планете, являясь структурными элементами пептидов и полипептидов [4]. Содержание аминокислот в растениях меняется в зависимости от возраста растений, внешних условий: температуры, длины дня, увлажнения и т.д., а также от питания. При этом изменяется не только концентрация, но и качественный состав аминокислот. Количество свободных аминокислот с возрастом растений понижается. В вегетативных органах растений свободных аминокислот больше, чем в репродуктивных (для белков наблюдается обратная зависимость). Увеличение общего количества свободных аминокислот наблюдается при пониженном питании растений калием, фосфором, серой, кальцием и магнием. Такое же действие происходит при недостатке ряда микроэлементов: цинка, меди, марганца, железа. Это связано с ослаблением синтеза белков из аминокислот в этих условиях. Увеличение содержания аминокислот наблюдается также при улучшении азотного питания [5]. Таким образом, изучение аминокислотного состава солянокосника прикаспийского, представляет большой интерес.

Жирные кислоты являются основными структурными элементами липидов и представляют собой карбоновые кислоты с длинной цепью атомов углерода, состоящие из большого числа неполярных связей, которые придают всей молекуле неполярный характер. В зависимости от строения жирных кислот их условно делят на пять основных групп: насыщенные – имеют в молекуле от 4 до 24 атомов углерода с прямой цепью; ненасыщенные – содержат в молекуле одну, две, три и более двойных связей; с разветвленной цепью; окси – и циклические кислоты. Наличие длинного гидрофобного «хвоста» и гидрофильной «головы» придает жирным кислотам и липидам специфические свойства. Например, липиды образуют эмульсии и являются идеальными компонентами, которые стабилизируют мембраны растительной клетки. Кроме того, жирные кислоты являются предшественниками простагландинов – гормонов местного действия [6].

Интерес к полыням объясняется тем, что во многих видах этого растения, которые были исследованы найдены сексвитерпеновые лактоны, представляющие собой фармакологически активные вещества. В результате всестороннего изучения некоторые препараты из полыни предложены для применения в медицинской практике.

Все виды полыни обладают лечебными свойствами, но чаще других для приготовления лекарственных средств и использования в косметологии используют полынь горькую, обыкновенную, лечебную и цитварную. Некоторые разновидности *Artemisia* применяют в ветеринарии: к примеру, препараты "Сантонин" и "Санкафен" эффективны при выведении паразитов.

Благодаря ненасыщенным углеводородам трава обладает бактерицидными свойствами. Эфирное масло полыни нормализует работу центральной нервной системы [7].

Объектами исследования являются надземные части полыни *A. transiliensis* собранные в июле 2018 года в Алматинской области (Казахстан).

Экспериментальная часть.

Определение компонентного и количественного состава amino- и жирных кислот. В данной работе были определены компонентный и количественный составы надземной части на предмет amino- и жирных кислот методом ГЖХ [8].

Для определения количественного содержания аминокислот применялись следующие условия: температура пламенно-ионизационного детектора 300 °С; температура испарителя 250 °С; начальная температура колонки 110 °С; конечная температура колонки 250 °С; скорость программирования температуры колонки от 110 °С до 185 °С (6 °С/мин) и от 185 °С до 250 °С (32 °С/мин).

При достижении температуры колонки 250 °С она должна сохраняться такой до полного выхода всех аминокислот.

Для разделения аминокислот используют колонку из нержавеющей стали, размером 400 на 3 мм, заполненную полярной смесью, состоящей из карбовакса 20М (0,31%), силара 5 СР (0,28%) и лексана (0,06%) на хромасорбе WA-W-120-140 меш. Обсчет хроматограммы проводят по внешнему стандарту фирмы Altex.

Связанные и свободные аминокислоты определяли путем гидролиза 1 г анализируемого вещества в 5 мл 6Н HCl при 105 °С в течение 24 часов, в ампулах, запаянных под струей аргона. Полученный гидролизат, трижды выпаривают досуха на роторном испарителе при температуре 40–50 °С и давлении 1 атмосфера. Образовавшийся осадок, растворяют в 5 мл C₇H₆O₆S. После центрифугирования (1500 об/мин) в течение 5 мин. Надосадочную жидкость пропускают через колонку с ионно-обменной смолой Даукс 50, Н-8, 200–400 меш, со

скоростью 1 капля в сек. После этого смолу промывают 1–2 мл деионизированной H_2O и 2 мл 0,5 Н CH_3CO_2H ; затем смолу отмывают до нейтральной pH.

Для элюирования аминокислот с колонки через нее пропускают 3 мл 6 Н раствора NH_4OH со скоростью 2 капли в сек. Элюат собирают в круглодонную колбу вместе с дистиллированной H_2O , которую используют для отмывания колонки до нейтральной pH. Затем содержимое колбы досуха выпаривают на роторном испарителе под давлением 1 атм. и температуре 40–50 °С. После добавления в эту колбу, 1 капли свежеприготовленного 1,5 % раствора $SnCl_2$, 1 капли 2,2-диметоксипропана, насыщенного HCl и 1–2 мл C_3H_7OH , ее нагревают до 110 °С, выдерживая эту температуру, в течение 20 мин. Затем содержимое вновь выпаривают из колбы на роторном испарителе. На следующем этапе в колбу вводят 1 мл свежеприготовленного ацелирующего реагента (1 мл $(CH_3CO)_2O-Et_3N-Me_2CO$, 1:2:5) и нагревают при температуре 60 °С в течение 1,5–2 мин. Затем образец снова выпаривают на роторном испарителе досуха и добавляют в колбу 2 мл EtOAc и 1 мл насыщенного раствора NaCl. Содержимое колбы тщательно перемешивают и по мере того, как отчетливо образуется 2 слоя жидкостей – берут верхний (EtOAc) для газохроматографического анализа, который проводили на газо-жидкостном хроматографе «КарлоЭрба-4200» (Италия-США).

Определение жирных кислот методом ГЖХ [7]: 1 объем образца экстрагируют 20 кратным объемом смеси хлороформа и метанола (2:1) в течение 5 минут. Затем содержимое фильтруют через бумажный фильтр до получения чистого экстракта, который выпаривают в круглодонной колбе на роторном испарителе при температуре бани 30–40 °С досуха. После этого добавляют в колбу 10 мл метанола и 2–3 капли хлористого ацетила и метилируют при температуре 60–70 °С в специальной системе в течение 30 минут. Затем метанол выпаривают на роторном испарителе, а образец экстрагируют из колбочки 5 мл гексана и впрыскивают в газовый хроматограф. Эксперимент проводится на приборе «КарлоЭрба-4200» (США-Италия). Условия хроматографирования: температура инжектора 188 °С, темп. детектора 230 °С; температура печи 188 °С, время анализа 1 час; содержимое колонки: полиэтиленгликольадипинат (20%) на цеолите –545.

Результаты и их обсуждение. Результаты определения количественного содержания аминокислот представлены в таблице 1.

Из данных, приведенных в таблице 1, можно сделать вывод о том, что в надземных частях *A. transiliensis* по количественному содержанию из аминокислот доминируют: аланин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты. Глютамат – основной биоэнергетический субстрат для пропалификации нормальных клеток, нейротрансмисы, активно участвующие в биосинтетических, биоэнергетических, метаболических и онкогенных сигнальных путях [9]. Аспариновая кислота повышает иммунитет, метаболизм, нейтрализует аммиак, участвует в появлении рибонуклеиновых кислот, восстанавливает работоспособность после приема химических веществ, наркотиков. Исследования, проведенные учеными, доказали эффективность приема препаратов аспарагиновой кислоты для повышения уровня тестостерона. Аспариновая кислота принимается как смесь для улучшения силы спортсменов бодибилдинга, повышения либидо в крови и тестостерона [10]. Аланин играет важную роль в процессах метаболизма, регулирует уровень сахара в крови. Эта аминокислота защищает от развития рака поджелудочной железы и предстательной железы, что является важной частью спортивного питания, повышает силу тела и позволяет создавать мышечную массу [11].

Таблица 1 – Количественное содержание индивидуальных аминокислот в надземных частях *A. transiliensis*

Аминокислоты, %	<i>A. transiliensis</i>	Аминокислоты, %	<i>A. transiliensis</i>
Ala	0,00952	Asp	0,01412
Gly	0,00512	Cys	0,00068
Leu	0,00475	Oxy	0,00002
Ile	0,00438	Phe	0,00362
Val	0,00378	Tyr	0,00412
Glu	0,02710	His	0,00304
Thr	0,00365	Orn	0,00002
Pro	0,00856	Arg	0,00515
Met	0,00140	Lys	0,00360
Ser	0,00412	Try	0,00117

Результаты по определению содержания жирных кислот приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание индивидуальных жирных кислот в надземных частях *A. transiliensis*

Кислоты	Миристиновая кислота C _{14:0}	Пентадециловая кислота C _{15:0}	Пальмитиновая кислота C _{16:0}	Пальмитолеиновая кислота C _{16:1}
Содержание, %	0,6	1,3	5,9	0,4
Кислоты	Стеариновая кислота C _{18:0}	Олеиновая кислота C _{18:1}	Линолевая кислота C _{18:2}	Линоленовая кислота C _{18:3}
Содержание, %	4,4	18,7	68,3	0,4

Из результатов, приведенных в таблице 2, видно, что в надземных частях *A. transiliensis* по количественному содержанию из жирных кислот доминируют: линолевая, олеиновая, пальмитиновая и стеариновая кислоты. Следует также отметить, что в надземных частях *A. transiliensis* содержатся все незаменимые аминокислоты, а также незаменимая Омега-6 линолевая кислота, количество, которой составляет более 50%. Линолевая кислота оказывает влияние на снижение канцерогенеза, атеросклероза, воспаления, ожирения и сахарного диабета, а также на растительные и костнообразные свойства[12]. Олеиновая кислота может препятствовать развитию заболеваний, влияющих на мозг и надпочечники, а также улучшает память и снижает кровяное давление, но доказывает, что вещество может вызвать рак, особенно рак молочной железы[13].

Выводы. Таким образом, методом ГЖХ изучены amino- и жирнокислотный составы в надземных частях *A. transiliensis* собранных в 2018 году в Алматинской области.

Определено, что надземные части *A. transiliensis* являются источниками многих незаменимых соединений, таких, как аминокислоты и жирные кислоты. Надземные части *A. transiliensis* могут использоваться в качестве источника различных соединений, применяемых в медицинской практике, а также для выполнения ежедневной человеческой потребности в аминокислотах и жирных кислотах.

Работа выполнена в рамках проекта AP05133199 «Химические и фармакологические исследования состава природных биологически активных веществ из медицинских растений Казахстана»

Литература:

1. Parameswari P., Devika R. Quantitative analysis of bioactive compounds of artemisia nilagirica (clarke) ramp. leaf extract //Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. – 2016. – № 9. – P. 183–184.
2. Pino-Otín R.M., Ballesteros D., Navarro E., Gonzalez-Coloma A., Val J., Mainar A.M. Ecotoxicity of a novel biopesticide from Artemisia absinthium on non-target aquatic organisms //Chemosphere. – 2019. – Vol. 216. – P. 131–146.
3. Николаев А.Я. Биологическая химия. – М.: Мед. информ. агентство, 2004. – 17 с.
4. Смирнов П.М., Муравин Э.А. Агрохимия. – М.: Агропромиздат, 1989. – 654 с.
5. Сеитов З.С. Биохимия. – Алматы: Агроуниверситет, 2000. – 898 с.
6. Kim Jae Kyeom, Shin Eui-Cheol, Lim Ho-Jeong, Choi Soo Jung, Kim Cho Rong, Suh Soo Hwan, Kim Chang-Ju, Park Gwi Gun, Park Cheung-Seog, Kim Hye Kyung, Choi Jong Hun, Song Sang-Wook, Shin Dong-Hoon. Characterization of Nutritional Composition, Antioxidative Capacity, and Sensory Attributes of Seomae Mugwort, a Native Korean Variety of Artemisia argyi H. Lév. & Vaniot // Journal of Analytical Methods in Chemistry. – 2015. – Vol. 2015. – P. 1–10.
7. Adams R. Determination of amino acid profiles in biological samples by gas chromatography// J. Chromatography. – 1974. – Vol. 95. – № 2. – P. 188–212.
8. Willard S.S., Koochekpour Sh. Glutamate, Glutamate Receptors and Downstream Signaling Pathways // International Journal of Biological Sciences. – 2013. – P. 948–959.
9. Katane M., Kanazawa R., Kobayashi R., Oishi M., Nakayama K., Saitoh Y., Miyamoto T., Sekine M., Homma H. Structure–function relationships in human D-aspartate oxidase: characterisation of variants corresponding to known single nucleotide polymorphisms // BBA – Proteins and Proteomics. – 2017. – Vol.1865(9). – P. 1129–1140.
10. Liu L., Chen Y., Yang L. Inhibition study of alanine aminotransferase enzyme using sequential online capillary electrophoresis analysis // Analytical Biochemistry. – 2014. – Vol. 467. – P. 28–30.
11. Yang B., Chen H., Stanton C., Ross R.P., Zhang H., Chen Y.Q., Chen W. Review of the roles of conjugated linoleic acid in health and disease // Journal of Functional Foods. – 2015. – Vol. 15. – P. 314–325.
12. Bowen K.J., Kris-Etherton P.M., Shearer G.S., Westa Sh.G., Reddivaric L., Jones P.J. Oleic acid-derived oleoylethanolamide: A nutritional science perspective // Progress in Lipid Research. – 2017. – Vol. 67. – P. 1–5.

Поступила 14 сентября 2019 г.

МРНТИ 31.23.27

УДК 547.962

ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЕКТИВНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЛИПЕПТИДОВ

Мавлекеев Р.Р.¹, Корулькин Д.Ю.¹, Музыкакина Р.А.¹, Краснов Е.А.²

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан

²Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Российская Федерация

e-mail: Dmitriy.Korulkin@kaznu.kz

*В статье представлены результаты химико-технологических исследований по поиску технологии селективного извлечения природных олиго- и полипептидов. Приведены данные о перспективах использования растений в качестве промышленного сырья белковых фитопрепаратов, используемых в качестве эффективных общеукрепляющих, иммуностимулирующих, противовирусных средств, а также компонентов спортивного и диетического питания. Обоснован выбор многолетнего казахстанского растения – горца живородящего в качестве источника потенциально биологически активных олиго- и полипептидов. Представлены данные фитохимического анализа целевых и сопутствующих типов биологически активных веществ в надземной части *Polygonum viviparum* L. Представлены экспериментальные данные о влиянии типа и полярности экстрагента, соотношения сырья: экстрагент, температуры, времени, кратности и режима экстракции, структуры и концентрации осадителя, на полноту и селективность извлечения компонентов белковой природы из растительного сырья. Приведены результаты выбора оптимальных методов окончательной очистки, анализа и стандартизации целевого продукта. Приведен сравнительный анализ эффективности разработанного и классического методов выделения олиго- и полипептидов. Экспериментально доказано, что в результате оптимизации химико-технологического процесса удалось увеличить выход природных олиго- и полипептидов до 11.45 %, а также повысить степень извлечения белков из растительного сырья в 1.21 – 1.45 раза в сравнении с общепринятыми методиками.*

Ключевые слова: *Polygonum*L., полипептиды, фитохимический анализ, биологически активные вещества, экстракция, технология, стандартизация.

*Мақалада табиғи олиго- және полипептидтерді селективті бөліп алудың технологиясын іздестіру бойынша химиялық-технологиялық зерттеулердің нәтижелері көрсетілген. Өсімдік шикізаты иммунитетті күшейтетін, иммуностимуляциялаушы, вирусқа қарсы дәрілік заттар, сондай-ақ спорттық және диеталық қоректену компоненттері, ақуызды фитопрепараттардың өнеркәсіптік шикізаты ретінде пайдалану перспективалары туралы деректер келтірілген. Төмендегі мақалада көп жылдық қазақстандық өсімдікті – биологиялық белсенді олиго- және полипептидтердің негізгі көзі ретінде таңдауды негіздейді. *Polygonum viviparum* L. жер үсті бөлігінде кездесетін биологиялық белсенді заттардың мақсатты және ілесе түрлерінің фитохимиялық талдауы жүргізілді. Экстрагенттің түрі мен полярлығының әсері, шикізат : экстрагент қатынасы, температура, уақыт, экстракция жиілігі және режимі, тұндырғыштың құрылымы мен концентрациясы, сонымен қатар өсімдік шикізатынан ақуыздық табиғи компоненттердің толық бөлунуі және іріктелуі туралы тәжірибелік деректер ұсынылған. Мақсатты өнімді соңғы тазалау, талдау және стандарттаудың оңтайлы әдістерінің нәтижелері*

келтірілген. Олиго- және полипептидтерді бөліп алуда әзірленген және классикалық әдістер тиімділігінің салыстырмалы талдауы келтірілген. Химиялық-технологиялық үдерісті оңтайландыру нәтижесінде табиғи олиго- және полипептидтердің шығымын 11.45% – га дейін, өсімдік шикізатынан ақуызды бөліп алу деңгейін жалпы қабылданған әдістемелермен салыстырғанда 1.21 – 1.45 есеге арттыруға қол жеткізілгені эксперименталды дәлелденген.

Тірек сөздер: *Polygonum L.*, полипептидтер, фитохимиялық талдау, биологиялық белсенді заттар, экстракция, технология, стандарттау.

In article, results of chemical and technology researches on search for technology of selective extraction of natural oligo- and polypeptides are presented. Data on prospects of using plants as industrial raw materials of protein phytopreparations used as effective general strengthening, immunostimulating, antiviral remedies, as well as components of sports and dietary nutrition are given. The selection of a Polygonum viviparum L. perennial Kazakhstan plant as a source potentially biologically active oligo- and polypeptides is explained. Data of phytochemical analysis of target and accompanying types of biologically active substances in above-ground part of Polygonum viviparum L. are given. Experimental data on effect of type and polarity of extractant, ratio of raw material: extractant, temperature, time, multiplicity and mode of extraction, structure and concentration of precipitator, on completeness and selectivity of extraction of components of protein nature from natural raw materials are presented. Results of selection of optimal methods of final purification, analysis and standardization of the target products are given. Comparative analysis of efficiency of developed and classical methods of oligo- and polypeptides isolation is presented. It has been experimentally proved that as a result of the optimization of the chemical-technological process it has been possible to increase the yield of natural oligo- and polypeptides to 11.45%, as well as to increase the degree of extraction of proteins from plant raw materials by 1.21 - 1.45 times in comparison with conventional methods.

Keywords: *Polygonum L.*, polypeptides, phytochemical analysis, biologically active substances, extraction, technology, standardization.

Одной из актуальных задач казахстанской фармпромышленности, является расширение ассортимента отечественных фитопрепаратов широкого спектра физиологического действия, характеризующихся высокой избирательностью и низкой токсичностью. К числу наиболее перспективных биологически активных природных метаболитов, относятся олиго- и полипептиды. К числу их преимуществ относятся: обширная растительная сырьевая база, поскольку вещества белковой природы, являясь строительным материалом растительных клеток, присутствуют в любых растениях, в том числе, произрастающих в Казахстане; а также широкий спектр их биологического действия. Олиго- и полипептиды проявляют избирательное противоопухолевое и противовоспалительное действие, активны против ВИЧ и вируса гриппа, обладают выраженной гормональной, нейроминидазной и анальгетической активностью, антибактериальным и фунгицидным действием, являются эффективными иммуномодуляторами [1–12], а также компонентами спортивного и диетического питания [13,14].

Цель исследования: выявить возможности селективного извлечения суммы растительных олиго- и полипептидов, вне зависимости от состава сопутствующих групп биологически активных веществ.

Объектом исследования был казахстанский вид горец живородящий (*Polygonum viviparum L.*), имеющий промышленные запасы на территории Республики Казахстан.

Используемое растение было высушено в естественных условиях, измельчено до размера частиц 3–5 мм, для последующего качественного и количественного фитохимического

анализа на основные структурные типы растительных метаболитов. Фитоанализ растительного сырья проводили по методам Государственной фармакопеи Казахстана и общепринятым методикам [13, 14], полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты фитохимического исследования основных групп БАВ в горце живородящем, %

Структурный тип БАВ	Содержание в надземной части, %	Содержание в корнях, %
Алкалоиды	0,75	0,43
Кумарины	2,24	1,66
Гидролизуемые дубильные вещества	5,88	7,09
Флавоноиды	5,77	4,46
Белки	12,15	5,68
Полисахариды	10,09	14,72
Антрахиноны	3,79	5,91
Ксантоны	0,42	0,73
Фенолокислоты	0,92	0,65
Эфирные масла	0,25	0,04

Данные таблицы 1 указывают высокое содержание целевой группы БАВ в объекте исследования и на перспективность изучения технологии селективного извлечения суммы олиго- и полипептидов из надземной части горца живородящего.

Для оптимизации химических процессов, повышения полноты и селективности извлечения олиго- и полипептидов из растительного сырья было изучено: влияние природы экстрагента, соотношения сырье – экстрагент, типа и концентрации осадителя, а также температуры и времени экстракции.

Для определения оптимального экстрагента пептидной фракции были выбраны: вода, раствор натрия хлорида 0.5М, раствор натрия гидроксида 0.1М, фосфатный и ацетатный буферы. Измельченное воздушно-сухое растительное сырье заливалось трехкратным по объему количеством указанных экстрагентов и нагревалось в течении двух часов при температурах кипения растворителей. Результаты количественного анализа содержания пептидной фракции в общих экстрактах представлены на рисунке 1.

Из представленных данных следует, что оптимальным экстрагентом является дистиллированная вода. Это означает, что в растительном сырье, в большем количестве присутствуют водорастворимые белки – альбумины. Значительное отличие в выходе белковой фракции в изучаемых экстрактах от ее количественного содержания в объекте исследования, по-видимому, связано с длительностью нагревания экстракта, а также с высокой термолабильностью природных полипептидов, приводящей к необратимой денатурации белка. Для выявления оптимального соотношения сырье : экстрагент, был изучен диапазон от 1:3 до 1:10 (v/v). Исследование проводилось при двухчасовом нагревании при температуре кипения воды (рисунок 2).

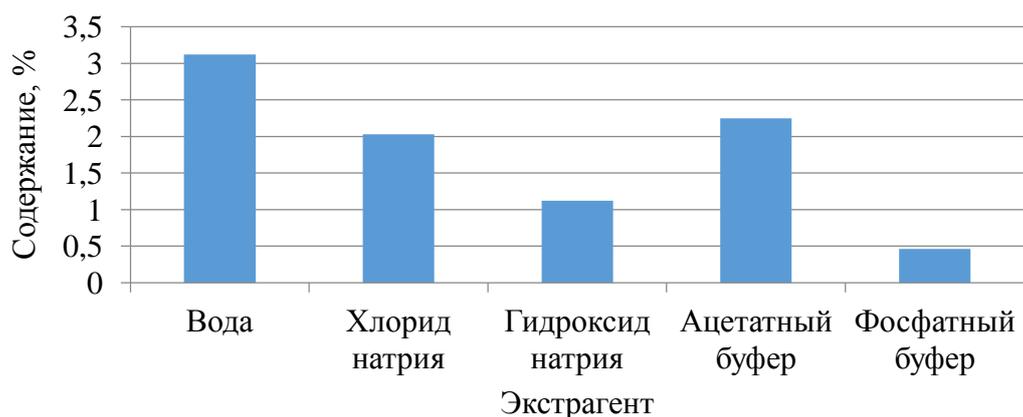


Рисунок 1 – Результаты анализа общих экстрактов на содержание олиго- и полипептидов

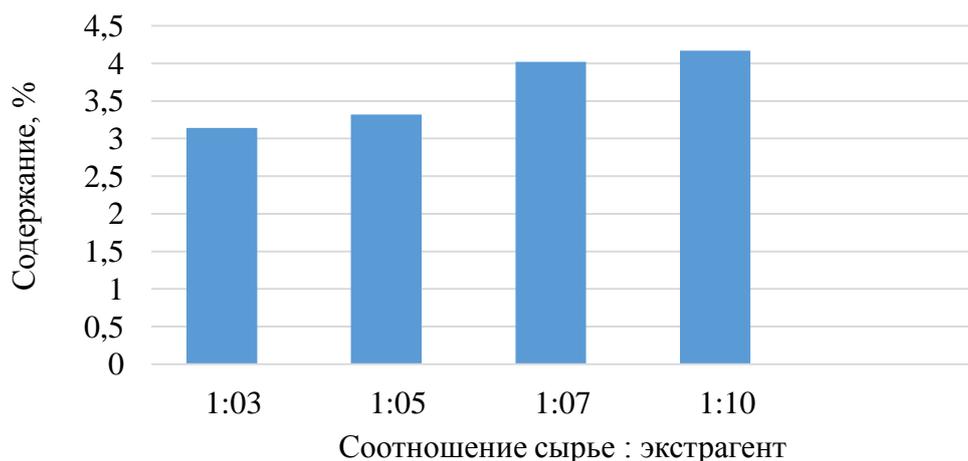


Рисунок 2 – Результаты исследования оптимального соотношения сырье:экстрагент

Исходя из полученных данных оптимальным соотношением сырье : экстрагент следует признать 1:7, дальнейшее увеличение количества растворителя не значительно сказывается на повышении выхода целевого продукта.

При определении оптимальной температуры экстракции был выбран диапазон температур: 5, 20, 40, 60, 80 °С. Нагревание осуществляли в течении двух часов при температуре кипения экстрагента и соотношении сырье : экстрагент 1:7. Результаты анализа представлены на рисунке 3.

Полученные данные свидетельствуют об оптимальности проведения экстракции при комнатной температуре, ниже и выше которой, наблюдалась частичная денатурация белков.

Оптимальное время экстракции определяли в интервале 4–48 часов, при температуре 20 °С, в соотношении сырье:экстрагент 1:7 (v/v) (рисунок 4).

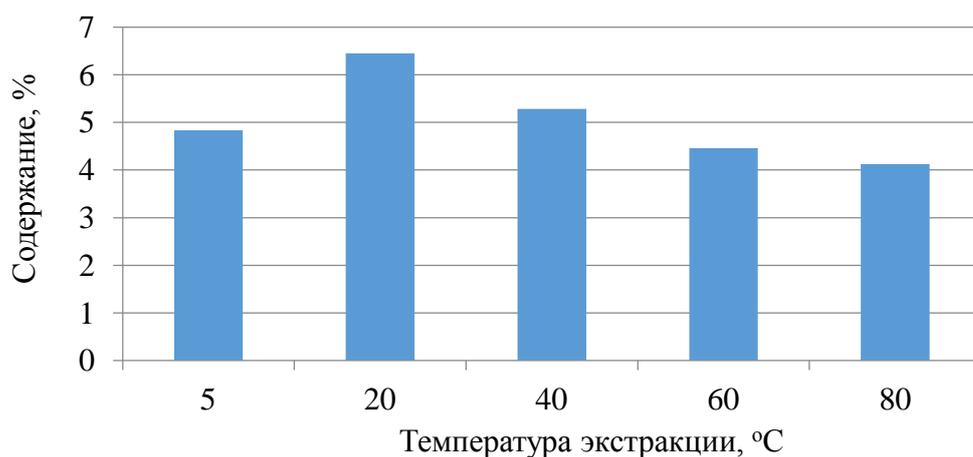


Рисунок 3 – Результаты исследования влияния температуры на полноту экстракции пептидной фракции

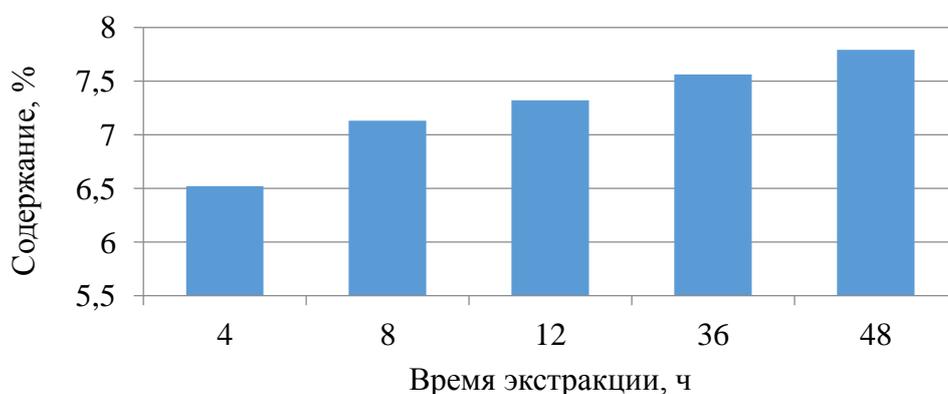


Рисунок 4 – Результаты исследования влияния времени экстракции на выход пептидной фракции

Оптимальной оказалась 48 часовая мацерация с выходом целевой группы БАВ 7,79 %. Определение оптимальной кратности и оптимального режима экстракции осуществляли в прерывном или непрерывном режиме. Анализ содержания олиго- и полипептидов проводили фармакопейным методом (рисунок 5):

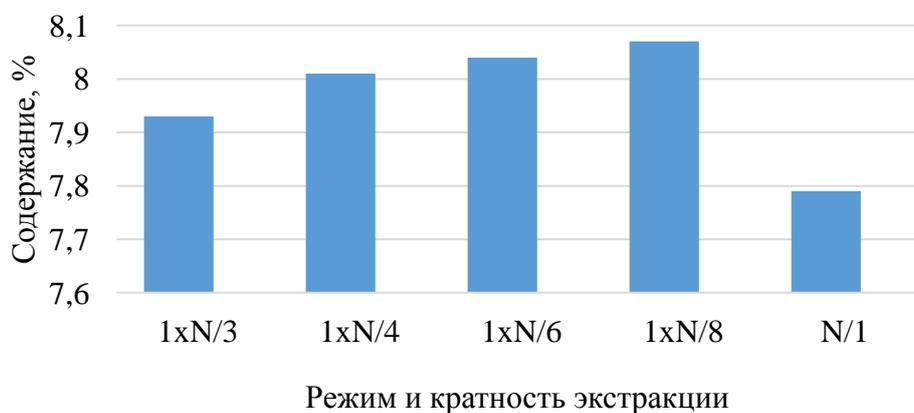


Рисунок 5 – Результаты анализа влияния режима и кратности экстракции

на полноту экстракции пептидной фракции, %

Таким образом, оптимальным вариантом селективной экстракции полипептидной фракции является 48-часовое настаивание измельченного растительного сырья при 20 °С с дозированным добавлением в экстрактор растворителя.

Для определения оптимального осадителя и объемного соотношения экстракт:осадитель, были изучены ацетон, спирт этиловый 96%, аммония сульфат насыщенный, в соотношении от 1:1 до 1:7 (v/v) (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты анализа влияния природы осадителя на полноту осаждения пептидной фракции, %

Соотношение экстракт:осадитель	Осадитель		
	Ацетон	Спирт этиловый 96%	Аммония сульфат насыщенный
1:1	8,34	8,22	8,41
1:2	9,35	8,73	8,78
1:3	10,16	9,29	9,24
1:4	10,89	9,71	9,66
1:5	11,45	10,15	9,97
1:6	11,57	10,34	10,21
1:7	11,63	10,47	10,33

Полученные данные свидетельствуют о том, что оптимальным осадителем для олиго- и полипептидной фракции горца живородящего является пятикратный избыток (v/v) ацетона, что позволило выделить 94,2 % полипептидов от их содержания в растительном сырье.

Для оценки эффективности разработанной методики, было проведено ее сравнение с классическими экстракционными процедурами [12,13] селективного выделения растительных полипептидных комплексов (рисунок 6).

Сравнение полученных результатов показало, что при использовании для селективного извлечения разработанной методики, удалось повысить выход целевой группы БАВ в 1.21–1.45 раз от общепринятых экстракционных процедур.

При выборе оптимального метода препаративной очистки олиго- и полипептидной фракции техногенного табачного сырья, с возможностью стандартизации полученных суммарных пептидных фитопрепаратов, было доказано, что оптимальным методом является эксклюзионная ВЭЖХ в условиях обращенно-фазового процесса на колонке Agilent AdvanceBio SEC 13 (2.7 мкм), с подвижной фазой – 150-мМ фосфатным буфером (pH 7.0), при скорости потока 0.35 мл/мин и использовании УФ-детектора (220 нм).

Таким образом, была значительно улучшена методика селективного извлечения комплекса природных олиго- и полипептидов, позволяющая в оптимизированном варианте извлекать более 90 % веществ белковой природы от их содержания в растительном сырье, пригодная для использования на предприятиях фармацевтической промышленности.

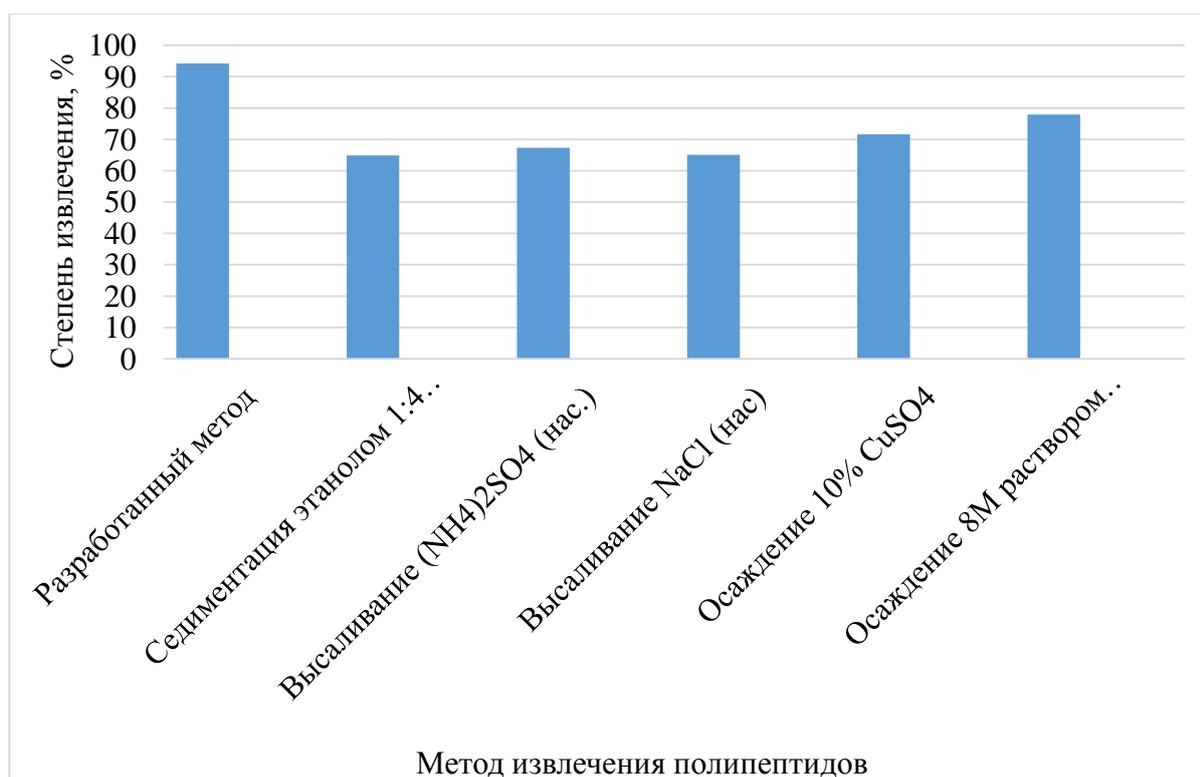


Рисунок 6 – Результаты сравнительного исследования эффективности различных методов извлечения природных полипептидов

Работа была выполнена в рамках программы целевого финансирования: BR05236419 «Создание функционализированных органических веществ и материалов с широким спектром возможного высокоэффективного практического применения».

Литература:

1. Groner B. Peptides as drugs. – N.-Y.: Wiley, 2009. – 242 p.
2. Jensen K.J. Peptide and protein design for biopharmaceutical applications. – N.-Y.: Wiley, 2019. – 314 p.
3. Dutton C., Haxwell M., McArthur H. Peptide antibiotics. – N.-Y.: CRC Press, 2001. – 308 p.
4. Alagarsamy V. Pharmaceutical chemistry of natural products. – Amsterdam: Elsevier, 2012. – 792 p.
5. Ma Y., Wu.Y., Li L. Relationship between primary structure or spatial conformation and functional activity of antioxidant peptides from *Pinctada fucata* // Food Chem. – 2018. – Vol.264. – P. 108–117.
6. Patino-Marquez I.A., Patino-Gonzalez E., Hernandez-Villa L. Identification and evaluation of *Galleria mellonella* peptides with antileishmanial activity // Anal. Biochem. – 2018. – Vol.546. – P. 35–42.
7. Liu Z., Zhu M., Chen X. Expression and antibacterial activity of hybrid antimicrobial peptide cecropinA-thanatol in *Pichia pastoris* // Front. Lab. Med. – 2018. – Vol. 2. – P.23–29.
8. Ng S.M.S., Yap J.M., Lau Q.Y. Structure-activity relationship studies of ultra-short peptides with potent activities against fluconazole-resistant *Candida albicans* // Eur. J. Med. Chem. – 2018. – Vol. 150. – P. 479–480.
9. Zabrodskaya Y.A., Lebedev D.V. The amyloidogenicity of the influenza virus PB1-derived peptide sheds light on its antiviral activity // Biophys. Chem. – 2018. – Vol. 234. – P. 16–23.
10. Wang Y., Curelli F., Xu W.S. Antiviral activity of dual-acting hydrocarbon-stapled peptides against HIV-1 predominantly circulating in China // Biomed. Environ. Sci. – 2017. – Vol.30. – P. 398–406.
11. Vasquez-Villanueva R., Munoz-Moreno L., Carmena M.J. In vitro antitumor and hypotensive activity of peptides from olive seeds // J. Func. Foods. – 2018. – Vol.42. – P. 177–184.

12. Wang X., Zhao Y., Yao Y. Anti-inflammatory activity of di-peptides derived from ovotransferrin by simulated peptide-cut in TNF- α -induced Caco-2 cells // J. Func. Foods. – Vol.37. – P. 424–432.
13. Dewick P.M. Medicinal natural products. –N.-Y.: Wiley, 2009. – 540 p.
14. Brahmachari G. Chemistry and pharmacology of naturally occurring bioactive compounds.–N.-Y.: CRC Press, 2013. – 582 p.
15. Государственная фармакопея Республики Казахстан. Т.1. – Алматы: Жибек жолы, 2008.– С. 592–609.
16. Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю. Биологически активные вещества растений. Выделение, разделение, анализ. – Алматы: Атамұра, 2006. – 438 с.

Поступила 15 сентября 2019 г.

МРНТИ 31.25.19

УДК54.057

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF HYDROGELS BASED ON NATURAL POLYMERS FOR SEEDS PELLETTING

Salyamov R.¹, Kalibek M.¹, Makhayeva D.¹, Irmukhametova G.¹, Negim E.^{2,3}

¹*Al-Farabi Kazakh National University,*

²*School of Chemical Engineering, Kazakh-British Technical University,*

Almaty, Republic of Kazakhstan

³*National Research Centre, Polymer & Pigment Department, Giza, Egypt*

email: galiya.irm@gmail.com

Hydrogels based on natural polymers chitosan-starch-polyvinylpyrrolidone and chitosan-starch-polyvinylpyrrolidone-agar were synthesized by radiation polymerization using electron accelerator. The effect of copolymers composition and radiation dose on the yield and swelling ability of hydrogels was studied. The optimal parameters for the synthesis of hydrogels were established: irradiation dose of 25 kGy and a starch content of 5 wt.%. The water-holding ability and desorption of water from hydrogels was investigated. Obtained results showed that hydrogel shell is able to keep moisture around the seeds 7 times longer. The effect of the coating layer on seed germination was studied. It was found that the optimal conditions for seed germination is to coat them with a 1 layer of polymer hydrogel.

Keywords: *technology of pelleting, radiation synthesis, natural polymers, hydrogels, swelling, radiation dose, germination energy.*

Методом радиационной полимеризации на электронном ускорителе синтезированы гидрогели на основе природных полимеров хитозан-крахмал-поливинилпирролидон и хитозан-крахмал-поливинилпирролидон-агар. Изучено влияние состава сополимеров и дозы облучения на выход и набухающую способность гидрогелей. Установлены оптимальные параметры синтеза гидрогелей: доза облучения 25 кГр и содержание крахмала 5 мас.%. Исследована влагоудерживающая способность и десорбция воды из гидрогелей. Установлено, что благодаря гидрогелевой оболочке, влага способна удерживаться вокруг семян в 7 раз дольше. Изучено влияние дражировочного слоя на пророст семян. Установлено, что оптимальными условиями для прорастания семян является покрытие их полимерным гидрогелем в 1 слой.

Ключевые слова: *технология дражирования, радиационный синтез, природные полимеры, гидрогели, набухание, доза облучения, энергия прорастания.*

Хитозан-крахмал-поливинилпирролидон және хитозан-крахмал-поливинилпирролидон-агар негізіндегі табиғи полимерлерге негізделген гидрогельдер электрондық үдеткіште радиациялық полимеризация арқылы синтезделді. Соплимерлер құрамы мен сәулелену дозасының гидрогельдердің кірістілігі мен ісіну қабілетіне әсері зерттелді. Гидрогельдер синтезі үшін оңтайлы параметрлер анықталды: сәулелену мөлшері 25 кГр және крахмал мөлшері 5%. Су өткізгіштігі және гидрогельдерден суды сіңіру мүмкіндігі зерттелді. Гидрогель қабығының арқасында ылғал тұқымның айналасында 7 есе ұзақ тұра алатындығы анықталды. Қаптау қабатының тұқым өнуіне әсері зерттелді. Тұқымның өнуінің оңтайлы шарттары - оларды 1 қабаттағы полимерлі гидрогельмен қаптау.

Тірек сөздер: түйіршіктеу технологиясы, радиациялық синтез, табиғи полимерлер, гидрогельдер, ісіну, сәулелену дозасы, өну энергиясы.

Introduction. At present, due to the irrational consumption of water resources and an increase in synthetic waste, humanity is facing more and more acute environmental problems, the solution of which would prevent food shortages in arid regions and contamination the planet.

The use of polymer hydrogels can help in solving these problems, due to a range of necessary properties. In particular, in the agricultural industry, polymer hydrogels can be used as fillers in seed pelleting, which make economy in water supply and improve seed care [1]. The use of natural polymers instead of synthetic one for these purposes will allow to avoid contamination of the soil, since hydrogels based on biopolymers have such unique characteristics as biodegradation, growth promoting effect, antimicrobial properties, etc. [2]. Biopolymers can be also widely used in medicine [3], wastewater treatment [4], as biocatalysts, in electrochemical devices [5].

Among the biopolymers, cellulose and chitosan are the most preferred and common used. Other biopolymers such as lignin, tannin, inulin, pectin, starch, alginate, agar, xanthan, guar gum, polycaprolactone and polyhydroxyalkanoates are also applied for a wide range of environmental solutions [6].

Chitosan is a biopolymer with a wide range of commercial and biomedical applications. Natural polysaccharide mainly obtained from crustacean shells by deacetylation of chitin. Currently, a huge number of studies using chitosan. The reason for this level of interest is that chitosan is biocompatible, biodegradable, non-toxic, mucoadhesive and has good compatibility with other polymers in composites. For example, chitosan has been shown to inhibit viral infections in many species [7].

Natural polymers usually decompose in biological systems as a result of hydrolysis followed by oxidation; therefore, when developing biodegradable synthetic materials, the first feature that should be taken into account are hydrolyzable bonds, such as amide, ester, urea, and urethane groups [8].

In the work, the method of radiation polymerization was used for synthesis and characterization of copolymeric hydrogel based on chitosan, starch, polyvinylpyrrolidone and agar. The possibility of using the obtained hydrogels for pelleting seeds was investigated.

Materials. Chitosan, an acetylation degree more than 90%, manufactured by Biorigins (Great Britain). Kollidon 90F (polyvinylpyrrolidone (PVP)), molecular weight 1 million, manufactured by Sigma-Aldrich (USA). Food starch (potato). Agar-agar, manufactured by Aldrich Chemical Co (USA). Sodium fluorescein manufactured by Sigma-Aldrich (USA). All chemicals were used without further purification. Sugar beet seeds were provided by the Institute for Plant Protection and Quarantine, Almaty. Sugar beet seeds produced by Ardan.

Methods. Synthesis of hydrogels: Hydrogels based on chitosan, PVP, starch, agar-agar were synthesized by radiation polymerization. An electron accelerator ELV-4 at the Institute of Nuclear Physics, Almaty was used as a source of radiation. To obtain hydrogels, the radiation dose was varied in the range of 15–45 kGy.

Aqueous solutions of chitosan concentration of 1.25 wt.%, PVP - 7 wt.%, Starch - 3, 5, 10, 20 wt.% and agar 1 wt.% were prepared as follows: chitosan was dissolved in a separate container in 300 ml of a 0.1 M hydrochloric acid solution for 24 hours at room temperature with constant stirring. PVP was dissolved separately at a temperature of 60-70 °C for 2 hours with constant stirring. Starch and

agar were dissolved in distilled water at 70-80 °C and 60 °C, respectively, in separate containers with constant stirring. Then, prepared chitosan solution was poured into a solution of PVP and mixed for about 20-30 minutes at 70 °C. Then, starch and agar solutions were added to the resulting mixture, with constant stirring, maintaining a temperature of 60-70 °C. The resulting mixture was kept for 1 hour and poured onto substrates for further irradiation.

Hydrogels based on chitosan, PVP, and starch, were prepared in a similar way, in the absence of agar.

Determination of swelling degree of hydrogels: The gravimetric method for measuring the swelling degree of hydrogels was used. The equilibrium swelling degree was determined in distilled water at room temperature. The measurements were carried out until the gel reached a constant mass value. Measurements for each hydrogel sample were carried out in 3 series of measurements. The swelling degree was determined by the formula (1):

$$\alpha = \frac{M_s - M_d}{M_d} \quad (1)$$

where M_s and M_d – weight of swollen and dry hydrogel sample, g.

Determination of sol and gel fractions of hydrogels: synthesized polymer gels were pre-dried to constant weight and then dropped to distilled water at room temperature. Water was changed 2-3 times a day to remove unreacted polymers from gel. After two days, the polymer gel was separated from the water using a mesh cloth and dried in the open air to constant weight. The gel fraction content (G%) was calculated by the formula (2):

$$G\% = \frac{M_d}{M_{synt}} * 100\% \quad (2)$$

here

M_d – weight of washed and dried gel, g;

M_{synt} – weight of synthesized and dried gel, g.

Sol fraction (S%) was calculated by formula (3):

$$S\% = 100\% - G\%, \quad (3)$$

here $G\%$ – gel fraction content, %.

Seed pelleting by polymer hydrogels: several different combinations of dragee shell were prepared: polymer clay (with a ratio of 2: 1, 1: 1, 1: 2 wt.%), pure clay and pure polymer (1 and 2 layers). Solution of 0.05% PVP was used as an adhesive solution for seed pelleting. Before pelleting the polymer hydrogels were crushed and fractionated on sieves, the fraction 0.4–0.5 microns was used for shell formation. Before formation of polymer shell around the beet seed, the seed was wetted in a PVP solution and placed in a powder of chitosan-PVP-starch-agar copolymer and clay. For formation a second layer of shell, the procedure of shell formation was repeated. Then pelleted granules were rolled into a spherical shape.

Clay-pelleted beet seeds produced by Ardan were used as control samples.

Water retention study: assessment of the water-holding capacity of the gel is based on the study of the rate of water desorption from the gel in Petri dishes on air. The study on Petri dishes allowed us to determine the free diffusion of water from the polymer. The dry pelleted seed was weighted

and placed in a container with water. After reaching the equilibrium swelling degree (about 1.5 hours) the pelleted seed was removed, weighed and left in the open air. Weight change of the samples was recorded at certain intervals of time.

Containers with a size of 10x20 cm and holes for air made of acrylic glass with a walls thickness of 3 mm were used to study the water and nutrients sorption and desorption from seed shells. This design allows to set the thickness of the ground layer between the plastic plates, and the transparency of the plates allows you to monitor the process of seed germination.

A study of water adsorption and desorption by a polymer shell in the soil was carried out visually using a camera. Experiment was conducted in acrylic box with size 10x20x3 cm, distance between seeds was 2-3 cm and depth of 2-3 cm. Beet seeds were placed in dry soil and were watered by 3 ml of water per seed. The change of the size of moist seed shell was measured using a ruler and camera.

To study the distribution of nutrients in the ground, the pelleted seed was placed in a 0.1% sodium fluorescein solution, kept to constant weight, then placed in a container with moist soil to a depth of 1 cm. All changes were recorded by ruler and camera.

The study of seed germination: germination of beet seeds was determined in laboratory conditions using Petri dishes on filter paper laid in 2-3 layers according to GOST 12038-84. 30 samples of dragged seeds of each type were prepared: 1 layer of pelleting, 2 layers of pelleting, pelleting with a clay-hydrogel layer (1:1, 2:1, 1:2 w.%), pelleted with clay, commercial seeds pelleted with clay. During the experiment, watering was carried out on the 5th and 10th day after planting and amounted to 4-5 ml for each Petri dish. The process of seed germination was recorded on the camera at certain intervals of time.

Results and discussion. Using radiation polymerization method the polymer hydrogels of chitosan-PVP-starch and chitosan-PVP-starch-agar were synthesized and characterized. The radiation dose was ranged from 15-45 kGy, the starch concentration from 3-20 wt.%. For the obtained crosslinked copolymers, a sol-gel analysis was carried out to establish the effect of the radiation dose and starch concentration on the gel yield. Figures 1 and 2 show the results of analysis of chitosan-PVP-starch and chitosan-PVP-starch-agar systems depending on the starch concentration (Figure 1) and the radiation dose (Figure 2). It can be seen from the figures that the yield of gel fractions for both systems increases with an increase in the radiation dose. It can be related to the fact that an increase in the irradiation dose results in growth of crosslinking degree of macromolecules. It has been established that the dependence of starch concentration is ambiguous, thereby not giving the opportunity to draw conclusions about the effect of starch on the yield of sol-gel fraction.

Chitosan-PVP-starch and chitosan-PVP-starch-agar were compared and it was found that the presence of agar the yield of the gel fraction increases, probably due to the growth in the density of crosslinked polymer network, in addition, obtained hydrogel has better mechanical properties.

The swelling degree of hydrogels was analyzed in the work. Figures 3 and 4 show the values of equilibrium swelling of chitosan-starch-PVP-agar hydrogels depending on the irradiation dose and concentration of starch. It can be seen from the figures that both, the concentration of starch and the radiation dose affect the swelling degree of polymer. Moreover, with increasing the starch concentration and radiation dose, the swelling degree decreases. This is probably due to an increase in the density of crosslinking of the polymer network.

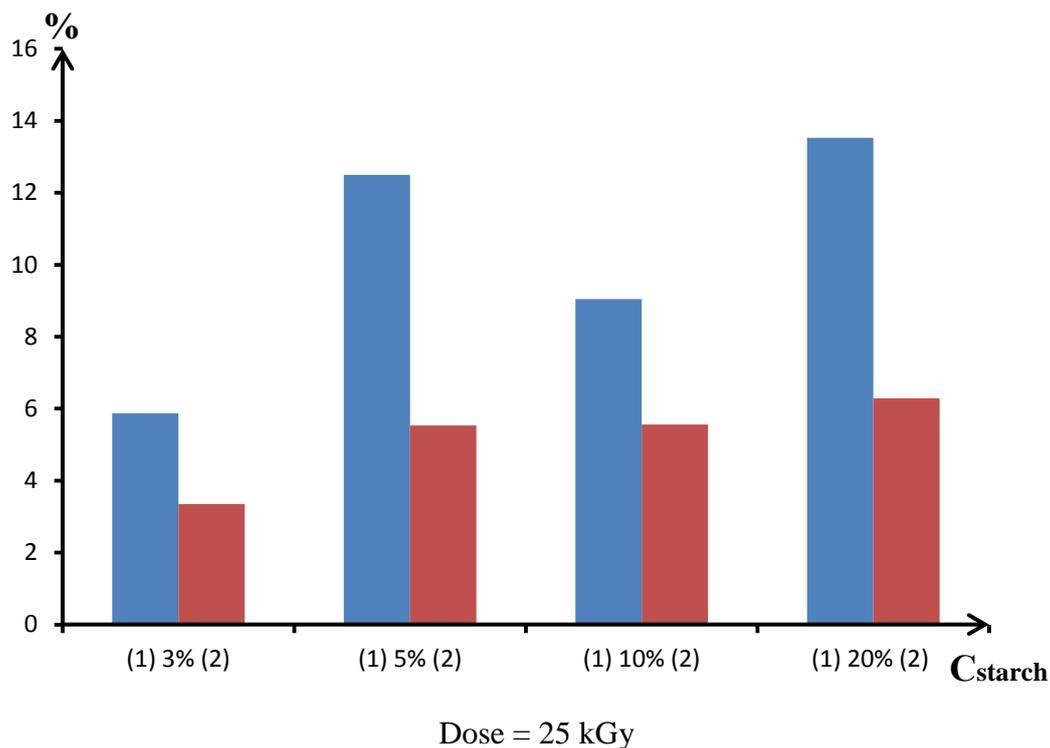


Figure 1 – The yield of the gel fraction of PVP-chitosan-starch-agar (1) and PVP-chitosan-starch (2) systems depending on the starch concentration

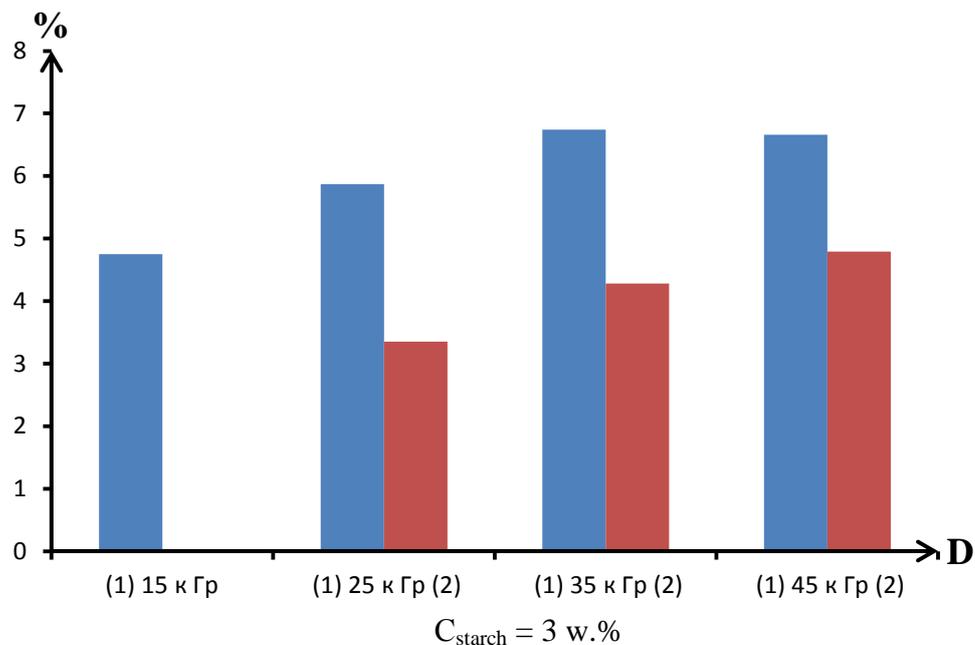


Figure 2 – The yield of the gel fraction of PVP-chitosan-starch-agar (1) and PVP-chitosan-starch (2) systems depending on the irradiation dose

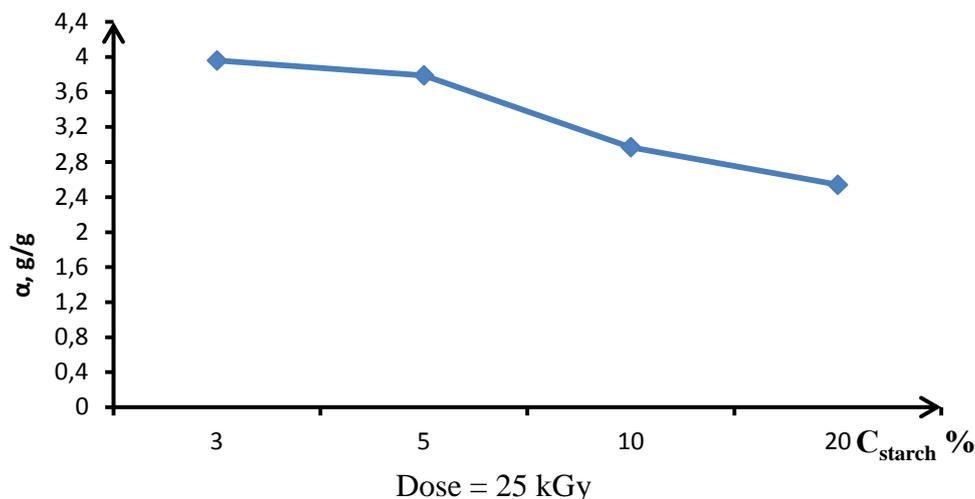


Figure 3 – Dependence of the swelling degree of chitosan-starch-PVP-agar hydrogel on starch concentration

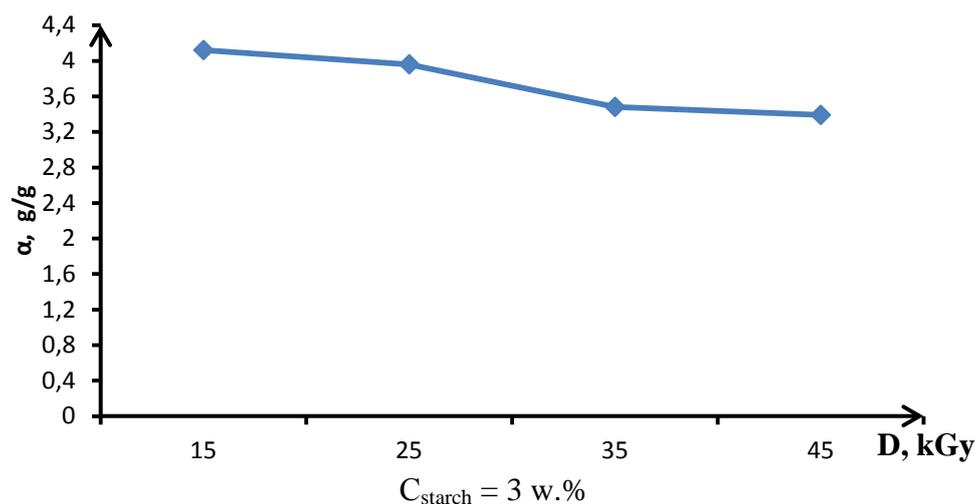


Figure 4 – Dependence of the swelling degree of chitosan-starch-PVP-agar hydrogel on irradiation dose

The study of seeds germination depending on various parameters. Influence of seeds coating layer on the germination and germination energy of sugar beet seeds was studied. Germination of beet seeds was determined according to GOST 12038-84. Seeds were laid out in 15 pieces in duplicate. The number of beet seeds sprouted on the 4th day characterizes their germination energy and on the 10th day their germination (Figures 5 and 6).

From figure 5, we can conclude that the samples of seeds No. 2 pelleted with the compositions: one layer of polymer, two layers of polymer, one clay-polymer 2:1 layer showed the highest activity of seed germination on 4th day. The remaining samples showed low germination activity or did not germinate at all.

From Figure 6 it was found that the seeds coated with the compositions: one layer of polymer, two layers of polymer and clay-polymer ratio of 1:2 layer had the highest germination among all

seed samples. It can be noted that the maximum percentage of germination is demonstrated by the sample of seed No. 2 coated by one layer of polymer.

The experiments on Petri dishes allowed us visually to observe the progress of the seed germination process, however, despite the convenience of observation, this method does not modulate the real conditions of seed germination in the soil.

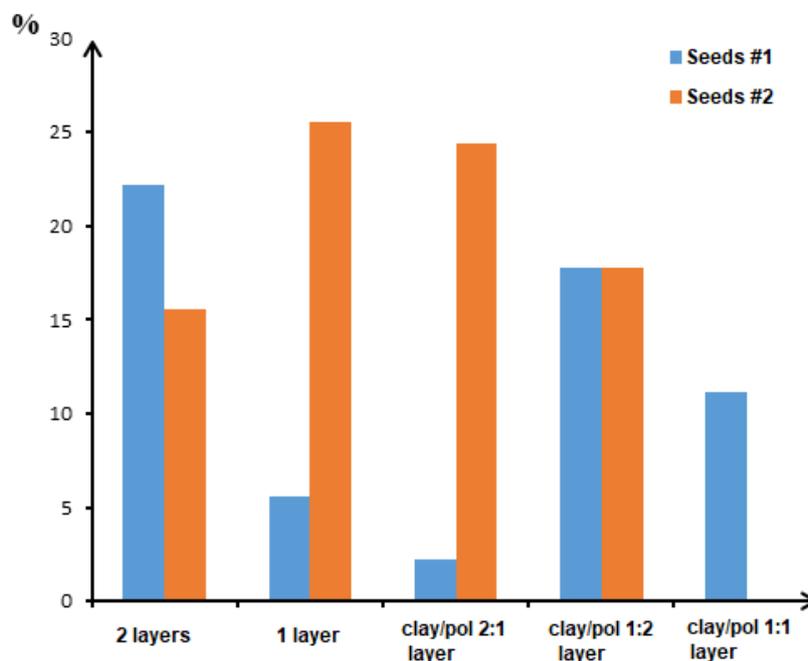


Figure 5 – Energy of germination of sugar beet seeds on the 4th day depending on the type of pelleting

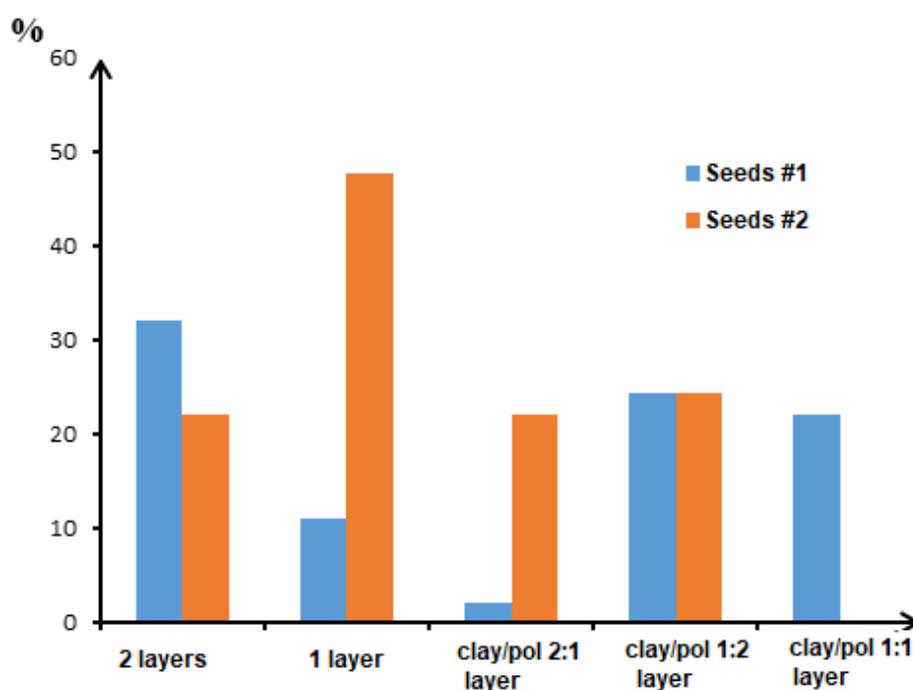


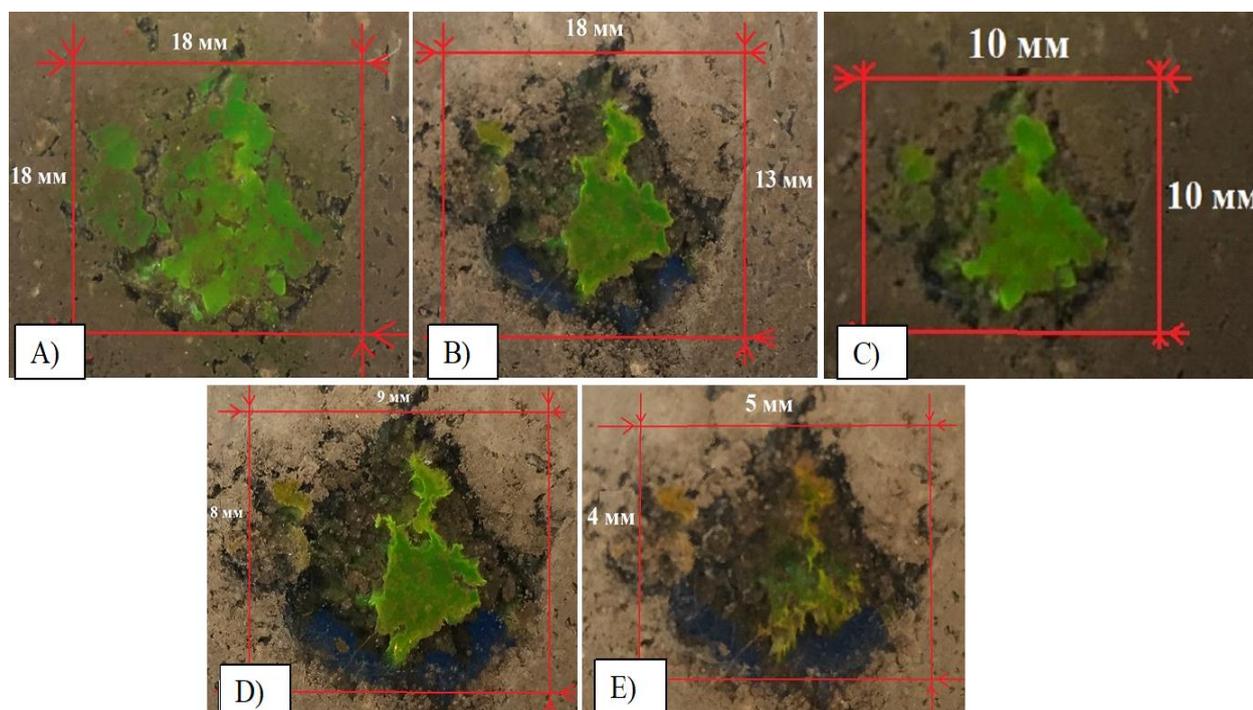
Figure 6 – Germination of sugar beet seeds on 10th day depending on the type of pelleting

The effectiveness of pelleting was evaluated by the biometric indicators of seed germination. Data on the Table 1 shows the parameters of the biometric indicator of the germs. The indicators were taken on 4th and 10th days of seeds planting.

Table 1 – Biometric indicator of the germs

Number of experiment	The length of germs / Germination energy	Length of germs / Laboratory germination
	4 th day	10 th day
1	2	3
Seeds #1 clay/polymer 1:1	2 cm (6.67)	7-8 cm (26.67)
	2cm(6.67)	4cm(13.34)
	1.5cm (20)	4cm(20)
Seeds #1 clay/polymer 1:2	3cm(13.34)	7cm(13.34)
	-	-
	2cm(40)	8cm(80)
Seeds #1 clay/polymer2:1	2cm(6.67)	7cm(6.67)
	-	-
	-	-
Seeds #1 1 layer of polymer	-	-
	3cm(6.67)	4-5cm(13.34)
	3cm(10)	6cm(20)
Seeds #1 2 layers of polymer	2cm(13.34)	4cm(26.67)
	-	-
	4-5cm(60)	8cm(80)
Seeds #2 clay/polymer1:1	-	-
	-	-
	-	-
Seeds #2 clay/polymer1:2	3cm(13.34)	6-7cm(13.34)
	-	-
	4-5cm(40)	8cm(60)
Seeds #2 clay/polymer2:1	2-3cm(33.34)	4-5cm(46.67)
	2-3cm(20)	4cm(20)
	-	-
Seeds #2 1 layer of polymer	2-3cm(20)	7cm(53)
	2-3cm(46.67)	7-8cm(80)
	4cm(10)	8cm(10)
Seeds #2 2 layers of polymer	1cm(33.34)	5cm(53.34)
	1cm(13.34)	4-5cm(13.34)
	-	-

Study of water and nutrients desorption from the coating layer of seeds. The rate of water desorption from a pre-swollen polymer gel coating was studied. The data on the desorption of an aqueous solution of sodium fluorescein from a previously swollen double-layer of chitosan-PVP-starch-agar-agar hydrogel seed coating are presented on figure 7. By changing the number of coating layers, you can track the residual moisture of the polymer and the nutrient content in it. Desorption was observed for 5 days, while after the fifth day there were no visual changes in the size of the gel. The size of the hydrogel granule decreased by 16 times.



A) on the day of sowing; B) on the second day; C) on the third day;
D) on the fourth day; E) on the fifth day

Figure 7 – Desorption of an aqueous solution of sodium fluorescein from pre-swollen pelleted seeds

Conclusion. The hydrogels of various compositions based on chitosan, PVP, starch, agar were synthesized by radiation crosslinking using electrons accelerator. The dependence of sol and gel fractions yield of radiation-crosslinked copolymeric hydrogels on various parameters was investigated. It was established that the presence of agar in the gel structure increases its yield with an increase in the radiation dose from 15 to 45 kGy. The swelling ability of the synthesized gels was studied. It was shown that with an increase in the radiation dose from 15 to 45 kGy and an increase in the concentration of starch in the composition, the swelling degree of polymer gel decreases. It has been established that the optimal parameters for producing hydrogels are an irradiation dose of 25 kGy and a starch content of 5 wt.%. The water-holding ability and the process of water desorption from a polymer coating in a pelleted seed were studied. It has been established that the polymer shell around the seed is able to retain the water at the early stages of seed germination. While moisture is retained in the pelleted seed 7 times longer. The optimal conditions for pelleting seeds were determined based on the results of their seedling. It was established that the highest germination energy and germination was observed in samples of seeds No. 2, coated in one layer. The proposed seed pelleting system is effective and technologically feasible.

Acknowledgements

The work was carried out as part of the project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (2018-2020): No. AP05131729 «Development of radiation-chemical technology for the production of polymer hydrogels for seed coating with protective-stimulating formulations».

References:

1. Alexandre S. et al. The use of film coating on the performance of treated corn seed // J. Soil Sci. Plant Nutr. – 2012. – Vol. 34. – P. 186–192.
2. Hoffman A.S. Hydrogels for biomedical applications // Adv. Drug Deliv. Rev. – 2002. – Vol. 54, №1. – P. 3–12.
3. Rebelo R., Fernandes M., Figueiro R. Biopolymers in Medical Implants: A Brief Review // Procedia Eng. Elsevier B.V. – 2017. – Vol. 200. – P. 236–243.
4. Kanmani P. et al. Environmental applications of chitosan and cellulosic biopolymers: A comprehensive outlook // Bioresour. Technol. Elsevier Ltd. – 2017. – Vol. 242. – P. 295–303.
5. Gong S.D. et al. A green and environment-friendly gel polymer electrolyte with higher performances based on the natural matrix of lignin // J. Power Sources. Elsevier B.V. – 2016. – Vol. 307. – P. 624–633.
6. Bacelo H.A.M., Santos S.C.R., Botelho C.M.S. Tannin-based biosorbents for environmental applications. A review // Chem. Eng. J. Elsevier B.V. – 2016. – Vol. 303. – P. 575–587.
7. Cook M.T. et al. Layer-by-layer coating of alginate matrices with chitosan-alginate for the improved survival and targeted delivery of probiotic bacteria after oral administration // J. Mater. Chem. B. – 2013. – Vol. 1. – №1. – P. 52–60.
8. Hocking P. Hydrogels in engineering // J. Journal of Macromolecular Science, Part C. The Classification, Preparation, and Utility of Degradable Polymers. – 2013 – №2. – P. 37–41.

Поступила 1 сентября 2019 г.

МРНТИ 31.15.37; 31.27.19

УДК 544.77

CHLORELLA VULGARIS БАЛДЫР ЖАСУШАЛАРЫН Cr³⁺ ИОНДАРЫНЫҢ АДСОРБЕНТІ РЕТІНДЕ ҚОЛДАНУ

**Таттибаева Ж.А., Тәжібаева С.М., Мұсабеков Қ.Б., Тастамбек Қ.Т.,
Заядан Б.Қ., Жұбанова А.А.**

*ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
e-mail: tazhibayeva_s@mail.ru*

Cr³⁺ иондарының *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының бетіндегі адсорбциясы ИК-спектроскопия, жарық шашырату және рентгенофлюоресцентті талдау әдістерімен зерттелді. Адсорбция нәтижелері Ленгмюр және Фрейндлих модельдері шеңберінде өңделді. Cr³⁺ иондарының жасушалардың бетіндегі максималды адсорбциясының мәні 34,2 мг/г, ал 1/n константасы 0,74 құрайтыны көрсетілді. Адсорбция Cr³⁺ иондарының жасуша бетіндегі амин, карбоксил, гидроксил және фосфат топтарымен ионалмасу, электростатикалық және донорлы-акцепторлық әрекеттесулеріне негізделген. *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының құрамында K, Ca, Zn, Cl, S, P, Mn элементтерінің басымдығы көрсетілді. Cr³⁺ иондарының адсорбциясы балдыр бөлшектерінің өлшемдерінің үлкеюіне алып келді. Бұл жайт жасушалар зарядының бейтараптануы нәтижесінде олардың өзара электростатикалық тебісу күштерінің азаюына байланысты коагуляциялануымен негізделген.

Тірек сөздер: *Chlorella vulgaris* балдыр жасушалары, адсорбция, хром (III) иондары, ИК, бөлшек өлшемі, жасуша құрамы, адсорбция механизмі.

Методами ИК-спектроскопии, светорассеяния и рентгенофлюоресцентного анализа изучена адсорбция ионов Cr³⁺ на поверхности клеток водорослей *Chlorella vulgaris*. Результаты адсорбции обработаны в рамках моделей Ленгмюра и Фрейндлиха. Показано, что значение максимальной адсорбции ионов Cr³⁺ на поверхности клеток составляет 34,2 мг/г, а константа 1/n – 0,74. Адсорбция обоснована взаимодействием ионов Cr³⁺ с аминными, карбоксильными, гидроксильными и фосфатными группами поверхности клеток водорослей по механизму ионного обмена, электростатического и донорно-акцепторного взаимодействий. Показано доминирование в составе клеток водорослей *Chlorella vulgaris* K, Ca, Zn, Cl, S, P, Mn. Установлено, что адсорбция ионов Cr³⁺ приводит к увеличению размера частиц водорослей. Это связано с коагулирующим действием ионов металла в результате нейтрализации заряда клеток и уменьшением сил электростатического отталкивания.

Ключевые слова: клетки водорослей *Chlorella vulgaris*, адсорбция, ионы хрома (III), ИК, размер частиц, состав клеток, механизм адсорбции.

Adsorption of Cr³⁺ ions on the surface of Chlorella vulgaris algae cells was studied by IR spectroscopy, light scattering and X-Ray fluorescence analysis. The adsorption results were processed in the framework of Langmuir and Freundlich models. It is shown that the maximum adsorption of Cr³⁺ ions on the surface of cell is 34.2 mg / g, and the constant 1/n is 0.74. Adsorption is justified by the interaction of Cr³⁺ ions with amine, carboxyl, hydroxyl and phosphate groups on the surface of algae cells by the mechanism of ion exchange, electrostatic and donor-acceptor interaction. Dominance of K, Ca, Zn, Cl, S, P, Mn in the

composition of Chlorella vulgaris algae cells is shown. It is shown that the adsorption of Cr³⁺ ions leads to an increase in the particle size of algae. This fact is associated with the coagulating action of metal ions as a result of neutralization of the cell charge and a decrease of the electrostatic repulsion forces.

Keywords: *Chlorella vulgaris algae cells, adsorption, chromium (III) ions, IR, particle size, composition of cells, the mechanism of adsorption.*

Kipicne. Қазіргі таңда қоршаған ортаның ауыр металдармен ластануы – өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Ағын суларға хром (III) иондары тері, бояу өндірістерінен және химиялық өндіріс көздерінен түседі. Оның концентрациясы 2 мг/л шамадан артқан жағдайда қоршаған орта үшін канцерогенді болып саналады [1]. Суды төмен концентрациядағы ауыр металл иондарынан тазартуда электрлік тұндыру, ион алмасу, мембраналық бөлу сияқты дәстүрлі технологиялармен қатар табиғи сорбенттерді қолданудың тиімділігі көрсетілді және ауыр металл иондарын толығымен бөлу үшін микроағзаларды пайдаланатын балама әдіс ұсынылды [2–5].

Микробалдырлар сорбент ретінде қолдануға ыңғайлы биомасса болып табылады. Жасыл балдырлардың Fe (II), Cu (II), Pb (II), Zn (II), Cr (VI) және Ni (II) иондарын сорбциялау қабілеті олардың бетіндегі функционал топтарына негізделген [6, 7]. Жасуша бетінде амин, гидроксил, карбоксил, тиол, фосфат және басқа топтардың болуы оларды биосорбент ретінде қолданғанда жоғары сорбциялық және таңдампаздылық қабілет қамтамасыз етеді. Осыған орай жұмыс мақсаты *Chlorella vulgaris* балдыр жасушалары бетінде Cr³⁺ иондары адсорбциясының ерекшеліктерін анықтау болды.

Материалдар мен зерттеу әдістері. Зерттеу нысаны ретінде *Chlorella vulgaris* жасыл балдыр жасушалары қолданылды. Оларды 298 К температурада сулы ортада арнайы ферментаторларда төмендегідей құраммен өсіреді (г/л): глюкоза – 5,0; ашытқы сығындысы – 1,0; пептон – 1,0; триптон – 1,0; FeSO₄ – 0,01 және MgSO₄ – 0,05. Өскеннен соң центрифугада қоректік ортадан бөліп алып, екі рет сумен шаяды [8].

Cr(NO₃)₃·9H₂O тұзынан 1·10⁻² М ерітінді дайындалып, зерттеуге қажет (0,1–1,0)·10⁻² моль/л концентрация аралығында ерітінді сұйылтылып әзірленді. Осы концентрацияда ерітінділер балдыр жасушалары суспензиясымен араластырылып, 2 сағаттан кейін олардан бөлінді. Cr³⁺ ионының концентрациясы Agilent 240FS (АҚШ) атомды-адсорбциялық спектрофотометрінде анықталды. Адсорбция мәні мына формула бойынша есептелді:

$A=(C_1-C_2)V/m$, мұндағы C₁ және C₂ – Cr³⁺ ионының бастапқы және адсорбциядан кейінгі концентрациялары, моль/л; V – ерітінді көлемі, л; m – жасуша массасы.

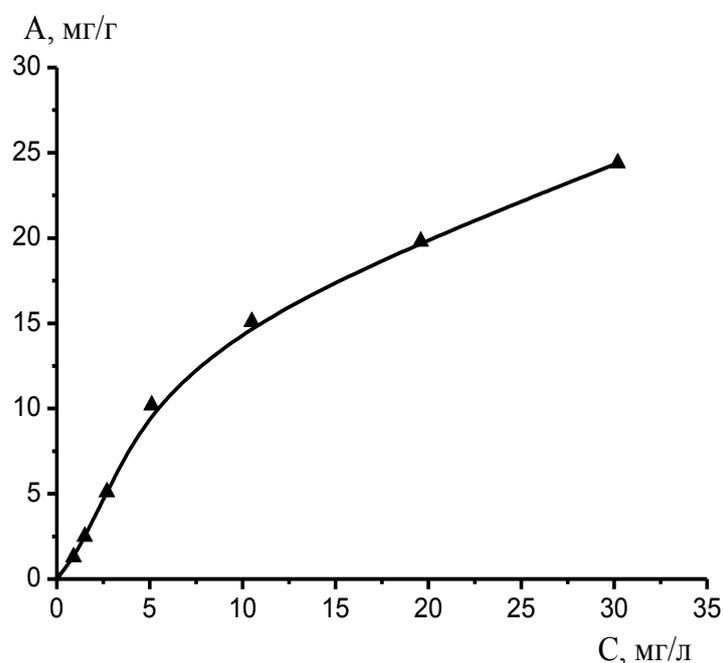
Балдыр жасушаларының ИҚ-спектрлері Avatar 370-CsI (Thermo Nicolet, АҚШ) құрылғысында КВг таблеткасында түсірілді. Зерттеулер 400–4000 см⁻¹ тербеліс жиілігі аралығында жүргізілді.

Жасуша концентрациясын анықтау үшін алдымен Горяев камерасында олардың меншікті көлемдегі саны анықталды.

Жасуша құрамы өлшеу дәлдігі 1–3 % «Фокус 2М» (Ресей) рентгенді флюоресцентті спектрометрде Fe-сәулелі микроанализаторды қолданумен анықталды. Барлық тәжірибелер 298 ± 0,2 К температурасында жүргізілді.

Жасуша бөлшектерінің өлшемін анықтау үшін суспензияның седиментацияға тұрақты жоғарғы бөлігі қолданылды. Өлшем «Malvern Zetasizer Nano» (Ұлыбритания) құрылғысында анықталды. Бөлшек өлшемдерін анықтау олардың сәулені шашыратуына негізделген.

Нәтижелер және оларды талдау. Cr^{3+} иондарының *Chlorella vulgaris* балдыр жасушалары бетіндегі адсорбциясының изотермасы (1-сурет) кәдімгі Ленгмюрдың адсорбция изотермасына ұқсағанымен, онда беттің адсорбентке қаныққан платосы анық байқалмайды. Сол себепті Фрейндлихтің адсорбция теңдеуі мен Ленгмюр теориясы шеңберінде адсорбция константалары есептелді. Максималды адсорбция мәні (A_{\max}) 34,2 мг/г тең екендігі анықталды (1 кесте). Бұдан Cr^{3+} иондары балдыр жасушасымен жақсы әрекеттесетіндігін болжауға болады. Көптеген кеуекті адсорбенттер бетіндегі ауыр металл иондарының адсорбциясы 10-90 мг/г шамасында болады [6]. Ал Фрейндлих теңдеуіндегі К-константасы адсорбент бетінің ауданы мен массасының қатынасын, яғни меншікті адсорбцияны, ал $1/n$ – адсорбцияланатын заттың адсорбентке ынтықтығын көрсететін шама. Әдебиеттерге сәйкес, оның мәні $0,1 < 1/n < 1,0$ аралықта болса, адсорбент адсорбцияға қолайлы болып саналады [9, 10].



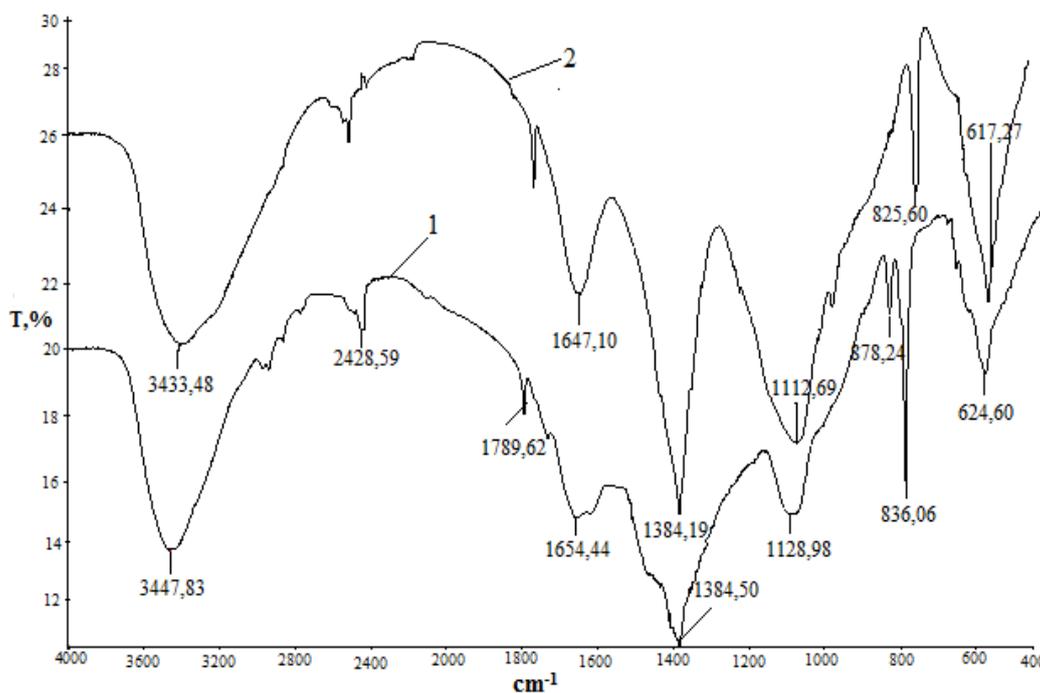
1 сурет – Cr^{3+} иондарының *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының бетіндегі адсорбция изотермасы. $T=298 \text{ K}$. $C=13 \cdot 10^4$ жасуша/мл

1 Кесте – Cr^{3+} иондарының *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының бетіндегі адсорбция мәліметтерін өңдеу

Адсорбент	Т, К	Ленгмюр константалары			Фрейндлих константалары		
		b, л/мг	A_{\max} , мг/г	R^2	$1/n$	K, мг/г	R^2
<i>Chlorella vulgaris</i> балдыр жасушалары	298	0,03	34,2	0,99	0,74	9,8	0,95

Cr^{3+} иондарының *Chlorella vulgaris* жасуша бетімен әрекеттесу механизмі туралы мәлімет алу үшін ИҚ-спектроскопиялық зерттеулер жүргізілді (2 сурет). *Chlorella vulgaris* жасушаларының ИҚ-спектріндегі (1) жолақтардың көптігі және олардың пәрмендігінің әртүрлі болуы беттегі функционал топтардың сан алуандығының айғағы. Мысалы, бастапқы *Chlorella vulgaris* жасушаларының ИҚ спектріндегі $3433,78 \text{ см}^{-1}$ тербеліс жиілігіндегі жолақты OH^- және екіншілік амин топтарға, ал $1647,10 \text{ см}^{-1}$ және $1384,50 \text{ см}^{-1}$ тербеліс жиілігіндегі жолақтарды $\text{C}=\text{O}$, CN және біріншілік амин топтарына жатқызуға болады. Сонымен қатар $2428,59 \text{ см}^{-1}$ жолақты $\text{C}-\text{H}$, ал $1700-1800 \text{ см}^{-1}$ тербеліс жиілігіндегі жолақты COOH -топтарға, $1128,98 \text{ см}^{-1}$ тербеліс жиілігін эфирлі $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ топтарға жатқызуға болады. $878,24$ пен $836,06 \text{ см}^{-1}$ тербелістеріндегі жолақтар $\equiv\text{P}-\text{O}-$ және $-\text{SO}_3$ топтары мен $624,6 \text{ см}^{-1}$ алкилгалоген туындыларына сәйкес болып келеді [11, 12].

Cr^{3+} иондарының адсорбциясынан кейін осы топтардың тербеліс жиіліктерінің өзгергені байқалған: OH^- және екіншілік амин топтары $3447,83 \text{ см}^{-1}$ -ге, ал $\text{C}=\text{O}$, CN және біріншілік амин топтары $1384,19 \text{ см}^{-1}$ мен $1654,44 \text{ см}^{-1}$ -ге, ал $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ топтары $1112,69 \text{ см}^{-1}$ -ге жиілігіне ығысқаны байқалып тұр.



2 сурет – *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының Cr^{3+} иондарының адсорбциясына дейін (1) және кейінгі (2) ИҚ-спектрлері

Сонымен қатар, $878,24$ пен $836,06 \text{ см}^{-1}$ тербеліс жиіліктеріндегі жолақтардың $825,60 \text{ см}^{-1}$ -ге ығысуы Cr^{3+} иондарының жасуша бетіндегі фосфат иондарымен байланысуының айғағы, ал $617,27 \text{ см}^{-1}$ тербеліс жиілігіндегі жолақты NH_2 -топтарымен комплекстік қосылыстар түзуінің салдарына жатқызуға болады.

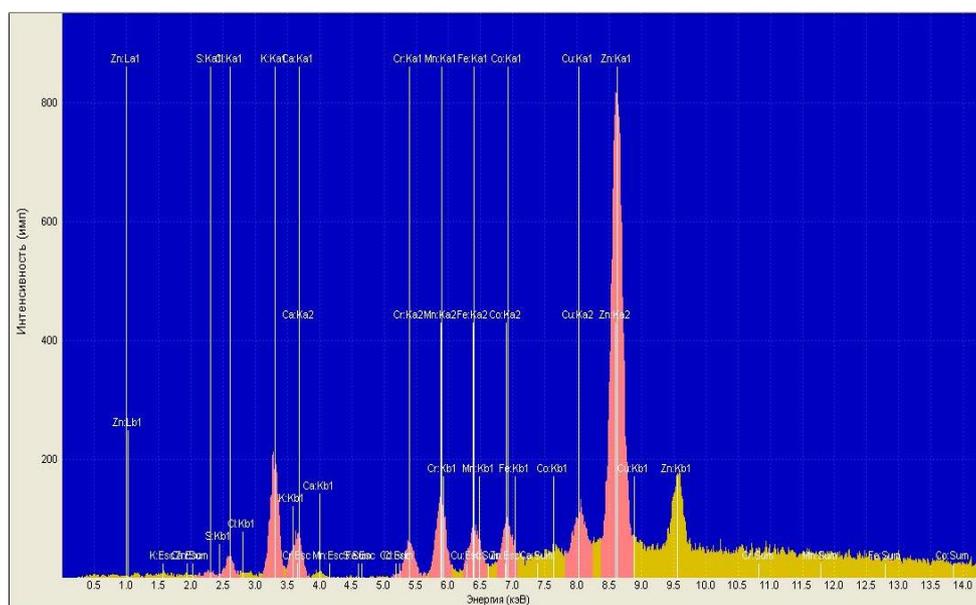
Бұл мәліметтер *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының Cr^{3+} иондарымен ион алмасу, электростатикалық әрекеттесулер және донор-акцепторлық байланыс арқылы әрекеттесу мүмкіндігін көрсетеді.

Chlorella vulgaris балдыр жасушаларының химиялық құрамын анықтау онда аса көп мөлшерде K , Ca , Zn , Cl , S , P , Mn болатындығын көрсетті (3 сурет, 2 кесте). Бұл элементтер

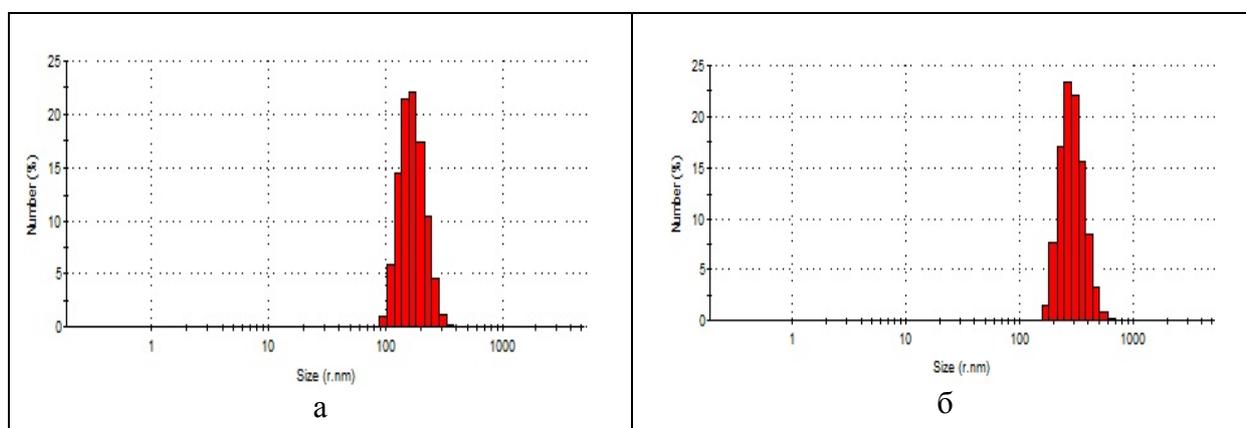
жасушаларға қорек ретінде қажет. Олай болса Cr^{3+} иондарының балдыр бетінде осынша жоғары мөлшерде адсорбциялануын заңды құбылыс деп есептеуге болады.

2 Кесте – *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының химиялық құрамы

Негізгі элементтер	K	Ca	Fe	Cl	P	Mn	S	Zn	Cu	Co	Cr
Мөлшері, %	34,6	4,5	1,6	24,8	3,4	3,1	7,4	13,6	2,4	1,4	2,4



3 Сурет – *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының рентгенфлюоресценттік спектрі



4 сурет – *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларының жеке (а) және Cr^{3+} иондарының адсорбциясынан кейінгі (б) өлшемдері

Микроағзалар жасушаларының маңызды сипаттамаларының бірі – бөлшектер өлшемі. Cr^{3+} иондарымен әрекеттескеннен кейін жасушалар тез шөккеніне байланысты суспензияның жоғарғы бөлігінің өлшемдері анықталды. 4 суретте жеке балдыр суспензиясының бөлшек өлшемі шамамен 250–350 нм, ал Cr^{3+} иондарының адсорбциясынан кейін олардың үлкейіп, 700–800 нм жететіндігі көрініп тұр. Бұл жайт Cr^{3+} иондарының жасуша бөлшектеріндегі адсорбциясы олардың беттік зарядын төмендетіп, коагуляцияға апаратындығын көрсетеді. Өйткені, жалпы жағдайда микроағзалар жасушаларының бетінде теріс зарядты топтардың саны басым болып келеді.

Қорытынды. Сонымен, Cr^{3+} иондарының *Chlorella vulgaris* балдыр жасушалары бетіндегі максималды адсорбциясы 34,2 мг/г құрайды. Адсорбция механизмі ретінде металл иондарының $-\text{COOH}$, $\equiv\text{PO}_4^{3-}$, $-\text{OH}$, $=\text{S}^{2-}$, $-\text{NH}_2$ топтарымен ионалмасу, электростатикалық және донорлы-акцепторлық әрекеттесулері ұсынылды. Cr^{3+} иондарының жасуша бетіндегі адсорбциясы олардың өлшемінің өсуіне апарады. Бұл жайт Cr^{3+} иондарының теріс зарядты *Chlorella vulgaris* балдыр жасушаларына агрегациялық әсерімен негізделді.

Алғыс. Жұмыс ҚР Білім және Ғылым Министрлігі қаржыландырған (2018-2021): № BR05236419 «Жоғары эффективті кең спектрлі практикалық қолданыс мүмкіндігі бар функционалданған органикалық заттар мен материалдарды құру» бағдарлама аясында жүргізілді.

Әдебиеттер:

1. Park D., Yun Y.S., Park J.M. Reduction of hexavalent chromium with the brown seaweed *Ecklonia* biomass // Environ. Sci. Technol. – 2004. – Vol. 38. – P. 4860–4864.
2. Farooq U., Janusz A. Kozinski, Misbahul Ain Khan, Athar M. Biosorption of heavy metal ions using wheat based biosorbents // Bioresource Technology. – 2010. – Vol. 101. – P. 5043–5053.
3. Hashim M.A., Mukhopadhyay S., Sahu J.N., Sengupta B. Remediation technologies for heavy metal contaminated groundwater // J. Environ. Manage. – 2011. – Vol. 92. – P. 2355–2388.
4. Roy D., Greenlaw P.N., Shane B.S. Adsorption of heavy metals by green algae and ground rice hulls // J. Environ. Sci. Health. – 1993. – Vol. 28. – P. 37–50.
5. Xue H.B., Stumm W., Sigg L. The binding of heavy metals to algal surfaces // Water Res. – 1988. – Vol. 22. – P. 917–926.
6. Aksu Z., Kutsal T. A comparative study for biosorption characteristics of heavy metal ions with *Chlorella Vulgaris* // Environmental Technology. – 1990. – Vol. 11. – P. 979–987.
7. Aksu Z. Determination of the equilibrium, kinetic and thermodynamic parameters of the batch biosorption of nickel (II) ions onto *Chlorella vulgaris* // Process Biochemistry. – 2002. – Vol. 38. – P. 89–99.
8. Aksu Z., Acikel U., Kutsal T. Investigation of Simultaneous Biosorption of Copper (II) and Chromium (VI) on Dried *Chlorella Vulgaris* from Binary Metal Mixtures: Application of Multicomponent Adsorption Isotherms // Separation Science and Technology. – 2006. – Vol. 34, №3. – P. 501–524.
9. Mckay G., Blair H. S., Gardener J. R. Adsorption of Dyes on Chitin-I Equilibrium // Journal of Applied Polymer Science. – 1982. – Vol. 27, №. 8. – P. 3043–3057.
10. Tavengwa N.T., Cukrowska E., Chimuka L. Synthesis of bulk ion-imprinted polymers (IIPs) embedded with oleic acid coated Fe_3O_4 for selective extraction of hexavalent uranium // J. Water S.A. – 2014. – Vol. 40, Is.4. – P. 623–630
11. Vidyadharani G., Dhandapani R. Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy for the analysis of lipid from *Chlorella vulgaris* // Elixir Appl. Biology. – 2013. – Vol. 61. – P. 16753–16756.

12. Venkatesan S., Pugazhendy K., Sangeetha D., Vasantharaja C., Prabakaran S., Meenambal M. Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopic analysis of *Spirulina* // International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives. – 2012. – Vol. 3, № 4. – P. 969–972.

Поступила 25 сентября 2019 г.

МРНТИ 31.23.39

УДК 547.972

МИКРОВОЛНОВАЯ ЭКСТРАКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ТАБАКА

Шамина В.В.¹, Корулькин Д.Ю.¹, Музыкакина Р.А.¹, Краснов Е.А.²

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан

²Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Российская Федерация

e-mail: Dmitriy.Korulkin@kaznu.kz

В статье представлены экспериментальные данные оптимизации экстракционных процедур промышленно значимых классов биологически активных веществ табака обыкновенного (*Nicotiana tabacum* L.). Сырьем для исследования были отходы табачного производства ТОО «Филип Моррис Казахстан». Приведен анализ литературных данных по составу биоактивных веществ различных видов табака, произрастающего в Казахстане. Описаны результаты качественного и количественного фитохимического анализа растительного сырья на содержание аминокислот, алкалоидов, антрахинонов, белков, дубильных веществ, жирных кислот, кумаринов, органических кислот, фенолокислот, полифлаванов, сапонинов, флавоноидов и эфирных масел. Выявлены доминирующие в казахстанском виде *Nicotiana tabacum* L. структурные типы биологически активных веществ. Определены оптимальные параметры микроволновой экстракции полифлаванов, алкалоидов, кумаринов, гидролизуемых дубильных веществ и полисахаридов техногенного табачного сырья (оптимальные экстрагенты, соотношение сырье – экстрагент, мощность микроволнового излучения и время микроволновой экстракции, тип и концентрация оптимального осадителя). Приведен сравнительный анализ эффективности селективного извлечения для каждого из доминирующих классов БАВ, традиционными методами термической экстракции и мацерации с микроволновой экстракцией. Доказана стабильность структур извлекаемых типов веществ в условиях разработанного метода.

Ключевые слова: *Nicotiana tabacum* L., микроволновая экстракция, алкалоиды, кумарины, полифлаваны, дубильные вещества, полисахариды, биологически активные вещества.

Мақалада кәдімгі темекінің (*Nicotiana tabacum* L.) биологиялық белсенді заттарының өнеркәсіптік маңызды кластарының экстракциялық процедураларын оңтайландырудың тәжірибелік мәліметтері келтірілген. Зерттеуге арналған шикізат «Қазақстан Филип Моррисі» ЖШС-нің темекі өндірісінің қалдықтары болды. Қазақстанда өсетін темекінің әртүрлі түрлерінің биологиялық белсенді заттарының құрамына қатысты әдеби мәліметтерді талдау жүргізілген. Өсімдік шикізатының құрамындағы аминқышқылдары, алкалоидтар, антрахинондар, ақуыздар, илік заттар, май қышқылдары, кумариндер, органикалық қышқылдары, фенол қышқылдары, полифлавандар, сапониндер, флавоноидтар және эфир майларының сандық және сапалық фитохимиялық талдаулары сипатталған. Доминантты қазақстандық *Nicotiana tabacum* L. түрінің биологиялық белсенді заттарының құрылымдық типтері анықталған. Техногенді темекі шикізатындағы полифлавандендың, алкалоидтардың, кумариндердің, гидролизденген илік заттар мен полисахаридтердің микротолқынды экстракцияларының тиімді параметрлері (тиімді экстрагент, шикізат - экстрагент қатынасы, микротолқынды сәулелену қуаты және микротолқынды экстракция уақыты, тиімді тұндыру түрі мен концентрациясы) анықталған. ББЗ-

дың доминантты кластарының әрқайсысынан сұрыптап бөліп алу тиімділігін салыстырмалы талдау - микротолқынды экстракциялы мацерация мен жылу экстракциясының дәстүрлі әдістерімен берілген. Жасалған әдіспен алынған заттар типтерінің құрылымдық тұрақтылығы дәлелденген.

Тірек сөздер: *Nicotiana tabacum L.*, микротолқынды экстракция, алкалоидтар, кумариндер, полифлавандар, шлік заттар, полисахаридтер, биологиялық белсенді заттар.

*In article, experimental data of optimization of extraction procedures of industrially significant classes of biologically active substances of *Nicotiana tabacum L.* are presented. The raw material for research was waste tobacco production of Philip Morris Kazakhstan LLP. The analysis of literary data on the composition of bioactive substances of different types of tobacco growing in Kazakhstan is given. The results of qualitative and quantitative phytochemical analysis of plant raw materials for the content of amino acids, alkaloids, anthraquinones, proteins, tannins, fatty acids, coumarins, organic acids, phenolic acids, polyflavans, saponins, flavonoids and essential oils are described. Dominant structural types of biologically active substances in the kazakhstan' species *Nicotiana tabacum L.* have been identified. Optimal parameters of microwave extraction of polyflavans, alkaloids, coumarins, hydrolysable tannins and polysaccharides of tobacco raw materials (optimal extractant, ratio of raw material - extractant, power of microwave radiation and time of microwave extraction, type and concentration of optimal precipitator) were researched. Comparative analysis of efficiency of selective extraction for each of dominant classes of biologically active substances by traditional methods of thermal extraction and maceration with microwave extraction is represented. Structure stability of extracted types of substances under the conditions of the developed method has been proved.*

Keywords: *Nicotiana tabacum L.*, microwave extraction, alkaloids, coumarins, polyflavans, hydrolysable tannins, polysaccharides, biologically active substances.

Одной из главных проблем современности является проблема утилизации отходов промышленных предприятий. Табачные компании в силу профиля своей деятельности не способны утилизировать техногенные отходы своих производств, в результате чего они вывозятся в отвалы. Никотинсодержащие табачные отходы приводят к необратимой деградации почв в местах отвалов, а в результате процессов естественной эрозии и процессов диффузии, высокотоксичные алкалоиды попадают в грунтовые воды, увеличивая при этом площадь непригодных к освоению почв до 12–13 % в год.

Несмотря на высокое содержание токсичных компонентов в отходах табачного производства, это сырье содержит значительное количество практически ценных веществ, таких как: дубильные вещества (до 13 %), флавоноиды (до 4,5 %), ксантоны (до 1,5 %), углеводы (до 7 %), терпеноиды (до 4 %), полифенолы (до 23,5 %), белки (до 11 %) и др. Согласно литературным данным, эти соединения обладают ярко выраженной противоопухолевой, противовоспалительной, противовирусной, гепатопротекторной и иммуностимулирующей активностью [1–8].

Основным методом извлечения биологически активных веществ из растительного сырья, является их термическая экстракция. Использование микроволнового излучения на стадии получения общих экстрактов, позволяет интенсифицировать процесс извлечения природных БАВ, значительно снижая продолжительность экстракции, осуществлять быстрый и равномерный нагрев экстракта, в том числе при температурах, значительно превышающих температуры кипения экстрагентов [9]. Известно применение СВЧ-поля при выделении углеводов, липидов, сапонинов, флавоноидов, органических кислот, пентациклических терпенов и эфирных масел. При этом использование СВЧ-экстракции позволило, в каждом

случае, добиться структурной стабильности выделяемых соединений, за счет малого времени экстракционных процедур [10].

В связи с чем, разработка методов селективного извлечения различных классов природных БАВ из техногенного растительного сырья может стать одним из важных этапов в решении проблемы импортозамещения в фармпромышленности РК, а снижение себестоимости, производимой фармпредприятиями продукции, за счет использования местного, техногенного растительного сырья будет иметь и значительный экономический эффект.

Цель исследования: разработать оптимальную технологию выделения биологически активных веществ методом экстрагирования с применением в качестве интенсифицирующего фактора их извлечения поле микроволнового излучения.

Объект исследования: листья табака обыкновенного (*Nicotianatabacum* L.) – табачная крошка (отходы табачного производства).

Техногенное растительное сырье было очищено от механических примесей, высушено в естественных условиях и измельчено до размеров частиц 3–5 мм. Измельченное растительное сырье экстрагировали растворителями различной полярности: бензолом, хлороформом, эфиром, этилацетатом, водой очищенной, этанолом в течение 2 часов при температурах кипения экстрагентов. Отфильтрованные экстракты использовали для их фитохимического исследования. Анализ количественного содержания основных групп природных биологически активных соединений, проводили методами Государственной фармакопеи Казахстана и по общепринятым методикам [11, 12], полученные результаты приведены в таблице 1:

Таблица 1 – Результаты сравнительного фитохимического исследования основных групп БАВ в техногенном табачном сырье и листьях табака, %

Группа БАВ	Содержание в сырье в %	
	Техногенное табачное сырье	Листья табака
Алкалоиды	5,32	5,09
Фенольные гликозиды	4,26	4,42
Тритерпеновые гликозиды	0,74	0,86
Дубильные вещества	4,77	5,13
Кумарины	1,05	0,98
Полисахариды	16,12	16,57
Фенольные кислоты	10,56	10,25
Флавоноиды	1,94	1,86
Полифлаваны	4,73	5,11

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в некондиционном табачном сырье, подвергнувшемся частичной естественной ферментации, присутствует значительное количество промышленно-значимых классов БАВ, причем если содержание

гликозидированных форм растительных метаболитов немного снижается в техногенном сырье, то количество агликонов показывает незначительный рост, что особенно заметно для алкалоидов, кумаринов, фенолоксидов и флавоноидов. Кроме того, содержание каждого из 9 идентифицированных в составе табака, классов БАВ, является достаточным для его возможного промышленного извлечения.

Для оптимизации процесса экстракции выявленных групп БАВ из техногенного растительного сырья, была проведена микроволновая экстракция при различной мощности излучения и времени экстракции. Экстракция проводилась по методу [9], при 100 Вт, 180 Вт, 300 Вт, 450 Вт, 600 Вт и 800 Вт. В качестве растворителя для проведения экстракции использовалась вода очищенная, с соотношением сырье: растворитель – 1:50.

Для контроля степени извлечения биологически активных веществ в экстракт, при различных мощностях микроволнового излучения, проводился количественный анализ на 5 групп растительных веществ: алкалоиды, полифлаваны, гидролизуемые дубильные вещества, кумарины и полисахариды. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты количественного анализа содержания БАВ в зависимости от мощности и времени микроволновой экстракции, в % от содержания в растении

Мощность излучения, Вт	Время, мин	Содержание БАВ, %				
		Алкалоиды	Полифлаваны	Кумарины	Дубильные вещества	Полисахара
100	0,5	0	14,55	0	16,31	30,03
100	1	0	17,81	0	23,18	32,84
100	2	0	19,26	0	23,23	41,63
100	3	0	26,41	0	26,69	50,63
100	4	0	38,63	0	48,81	57,28
100	5	0	46,14	0	32,64	75,60
180	0,5	51,04	28,25	10,72	26,23	36,82
180	1	54,86	37,51	12,12	39,27	58,59
180	2	38,83	46,37	12,75	38,91	59,06
180	3	40,06	51,02	10,82	43,51	62,62
180	4	52,42	55,63	20,13	53,88	68,14
180	5	67,57	59,81	27,04	36,51	75,22
300	0,5	24,07	35,07	7,98	23,45	42,71
300	1	39,91	41,29	11,28	30,03	47,54
300	2	93,94	48,62	13,17	37,52	61,46
300	3	95,35	55,92	15,97	39,81	61,42

Продолжение таблицы 2

300	4	88,03	61,27	42,42	40,10	63,89
300	5	74,24	63,14	34,52	22,84	69,32
450	0,5	23,23	38,68	3,93	19,41	47,77
450	1	28,46	45,03	6,63	27,12	49,01
450	2	31,82	52,11	24,06	29,88	59,11
450	3	47,14	58,62	31,07	29,53	77,67
450	4	50,56	65,84	37,28	32,48	76,89
450	5	94,14	70,91	22,70	52,41	79,25
600	0,5	19,44	41,21	17,34	42,21	55,83
600	1	48,63	48,34	23,63	47,38	76,01
600	2	55,43	55,63	29,21	46,29	80,96
600	3	92,27	60,17	30,66	53,61	87,11
600	4	92,26	66,24	32,61	60,35	87,44
600	5	58,89	74,62	18,18	72,02	90,75
800	0,5	23,04	45,02	13,74	19,24	61,33
800	1	32,74	51,64	51,16	23,92	73,99
800	2	34,57	59,82	53,57	28,87	67,18
800	3	93,97	66,73	56,68	29,43	65,49
800	4	91,75	71,52	62,56	33,31	72,46
800	5	72,84	77,13	28,18	39,22	97,87

Из представленных результатов, можно сделать вывод, что зависимость степени извлечения различных групп биологически активных веществ в микроволновом поле различна. Максимальное выделение алкалоидов и полифлаванов (97,8 и 77,13 % от содержания в растении, соответственно) наблюдается при мощности излучения 800 Вт и времени экстракции 5 минут. Так же соизмеримые степени извлечения наблюдаются и при меньших мощностях микроволнового излучения, при мощности 450 Вт и времени удержания 5 минут. Для алкалоидов, гидролизуемых танинов и полисахаридов при длительном времени контакта была отмечена их частичная деструкция. При мощности излучения 300 Вт и времени извлечения 3 минуты количество выделенных алкалоидов достигает 95,35 %. Для кумаринов, оптимальными параметрами микроволновой экстракции являются 800 Вт и время экстракции 4 минуты, при этом достигается степень их извлечения 62 %; для дубильных веществ гидролизуемого типа – 600 Вт в течение 5 минут.

Для выявления эффективности извлечения указанных групп БАВ методом микроволновой экстракции, было проведено их выделение также классическими методами [11,12] –

термической экстракцией и мацерацией. Результаты проведенного исследования представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Результаты сравнительного количественного анализа содержания БАВ в экстрактах, полученных термической экстракцией и мацерацией, в % от содержания в растении

Температура экстракции, °С	Время, ч	Содержание БАВ, %				
		Алкалоиды	Полифлаваны	Кумарины	Дубильные вещества	Полисахара
25	24	76,33	21,26	1,24	19,91	77,74
25	48	80,42	25,75	1,43	20,96	80,86
25	72	85,30	28,52	1,92	25,16	83,53
60	1	26,93	23,08	25,47	54,57	79,23
60	2	24,41	25,72	30,73	67,95	81,82
60	4	26,92	28,53	38,91	67,45	92,28
60	6	31,38	32,11	34,14	72,08	94,79
60	8	24,38	35,67	35,90	88,22	98,86
80	1	19,78	28,68	21,15	72,69	48,47
80	2	31,77	31,92	19,65	72,97	98,99
80	4	35,98	36,41	18,37	80,13	98,96
80	6	47,41	41,24	20,62	89,09	96,14
80	8	35,98	46,17	25,79	93,49	96,27
100	1	23,13	37,52	16,52	70,84	56,68
100	2	32,52	43,14	22,79	93,53	59,14
100	4	39,73	50,78	20,89	86,28	75,53
100	6	48,09	54,03	29,21	83,67	98,19
100	8	60,26	57,66	25,73	80,52	98,76

При сравнении полученных результатов максимальной экстракции промышленно значимых групп БАВ различными методами, можно сделать вывод о том, что метод микроволновой экстракции предпочтителен при извлечении алкалоидов, полифлаванов и кумаринов. Близкие результаты по выходу природных полисахаров были достигнуты нами при микроволновой экстракции (800 Вт, 5 мин) и 72 часовой мацерации. Термическая экстракция наиболее эффективна, если целевыми веществами являются гидролизуемые дубильные вещества.

Таблица 4 – Результаты сравнительного анализа эффективности микроволновой экстракции БАВ и методами термической экстракцией и мацерацией, в % от содержания в растении

Метод экстракции БАВ	Содержание БАВ, % (оптимальные параметры)				
	Алкалоиды	Полифлаваны	Кумарины	Дубильные вещества	Полисахара
Микроволновая экстракция	95,35 (300 Вт, 3 мин)	74,62 (600 Вт, 5 мин)	62,56 (800 Вт, 4 мин)	72,02 (600 Вт, 5 мин)	97,87 (800 Вт, 5 мин)
Термическая экстракция	60,26 (100 °С, 8 ч)	57,66 (100 °С, 8 ч)	38,91 (60 °С, 4 ч)	93,53 (100 °С, 2 ч)	85,30 (80 °С, 2 ч)
Мацерация	85,30 (25 °С, 72 ч)	28,52 (25 °С, 72 ч)	1,92 (25 °С, 72 ч)	25,16 (25 °С, 72 ч)	98,99 (25 °С, 72 ч)

Для селективного выделения изучаемых групп БАВ было изучено сочетание метода микроволновой экстракции и последующей дробной седиментации. Для извлечения алкалоидов, в качестве осадителя изучали: кислоту галловую и кислоту хлороводородную; для кумаринов – калия карбонат и калия гидроксид; для полифлаванов и гидролизуемых танинов – меди сульфат, антипирин и нитрозометилуретан, для полисахаров – этиловый и изоамиловый спирты. Полученные результаты представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Влияние структуры и концентрации осадителя на полноту извлечения алкалоидов и кумаринов из общих экстрактов, % от массы абсолютно сухого сырья

Осадитель алкалоидов	Выход от массы сырья / от содержания в растении	Осадитель кумаринов	Выход от массы сырья / от содержания в растении
Кислота галловая, 2%	4,63 / 82,38	K ₂ CO ₃ , 2%	0,79 / 75,24
Кислота галловая, 5%	4,98 / 93,61	K ₂ CO ₃ , 5%	0,91 / 86,67
Кислота галловая, 10%	5,19 / 97,56	K ₂ CO ₃ , 10%	0,97 / 92,38
HCl, 2%	4,41 / 82,89	KOH, 2%	0,83 / 79,05
HCl, 3%	4,73 / 88,91	KOH, 3%	0,98 / 93,33
HCl, 5%	5,02 / 94,36	KOH, 5%	0,72 / 68,57

Таблица 6 – Влияние структуры и концентрации осадителя на полноту извлечения полифлаванов, гидролизуемых танинов и полисахаров из общих экстрактов, % от массы абсолютно сухого сырья

Осадитель полисахаров	Выход от массы сырья / от содержания в растении	Осадитель полифлаванов и танинов	Выход от массы сырья / от содержания в растении	
			полифлаваны	танины
C ₂ H ₅ OH, 1:3 v/v	15,25 / 94,60	Нитрозометил-уретан, 2%	4,51 / 95,35	4,47 / 93,71
C ₂ H ₅ OH, 1:4 v/v	15,77 / 97,83	Нитрозометил-уретан, 5%	4,62 / 97,67	4,55 / 95,39
C ₂ H ₅ OH, 1:5 v/v	15,92 / 98,76	Нитрозометил-уретан, 10%	4,67 / 98,73	4,63 / 97,06
i-C ₅ H ₁₁ OH, 1:3 v/v	15,62 / 96,90	Антипирин, 2%	4,43 / 93,66	4,52 / 94,76
i-C ₅ H ₁₁ OH, 1:4 v/v	15,96 / 99,01	Антипирин, 5%	4,56 / 96,41	4,68 / 98,11
i-C ₅ H ₁₁ OH, 1:5 v/v	16,08 / 99,75	Антипирин, 10%	4,60 / 97,25	4,72 / 98,95

Из представленных в таблицах 5 и 6 данных следует, что при сочетании микроволновой экстракции и дробного осаждения, удается достичь степени извлечения каждой из пяти изучаемых групп БАВ от 93,33 до 99,75 %, что потребовало бы значительных затрат при использовании классических методов.

Таким образом, для селективного извлечения растительных алкалоидов техногенного табачного сырья микроволновым методом может быть рекомендована экстракция при 300Вт в течение 3 минут с последующим их осаждением 5 % раствором галловой кислоты (1:1 v/v); для селективного извлечения кумаринов табака оптимальное сочетание – 800 Вт / 4 мин, с последующей преципитацией равным объемом 3 % раствора калия гидроксида; при выделении полисахаридов табачного сырья, оптимальным вариантом может быть 5 минутная микроволновая экстракция при 800 Вт и осаждение четырехкратным по объему количеством изоамилового спирта; при извлечении полифлаванов можно рекомендовать экстракцию при 600 Вт, 5 мин, с последующим осаждением целевой группы БАВ, 10 % раствором нитрозометилуретана; при извлечении гидролизуемых дубильных веществ – 5 минутная микроволновая экстракция при 600 Вт, с последующим добавлением к экстракту равного объема 5 % антипирина.

Заключительным этапом работы было исследование стабильности алкалоидов, полифлаванов, кумаринов, гидролизуемых дубильных веществ и полисахаров в условиях микроволновой экстракции в оптимальных для каждого класса БАВ условиях. Анализ проводился сравнением ВЭЖХ хроматографических данных общих водных экстрактов табачного сырья, полученных методами мацерации и микроволновой экстракции. Для

алкалоидов исследование проводилось в системе – НФ: LiChrospher-100 RP₁₈, ПФ: 70 % метанол в 0.01М ацетамиде при рН 8.04 (УФ-детектор 225 нм); полифлаваны анализировали при – НФ – HypersilSAS, ПФ: при градиентном элюировании смесями А: вода+0.1 % перхлорная кислота и Б: метиловый спирт от 100% А до 100% Б в течение 20 минут, при расходе подвижной фазы 2 мл/мин и использовании УФ-детектора при 280 нм.; сравнительное исследование кумаринов было проведено в системе – НФ: ODSRP₁₈, ПФ: метанол – вода (8:2), с использованием УФ-детектора при 254 нм.; для анализа гидролизуемых танинов была использована система – НФ: LiChrospher-100 RP₁₈, ПФ: 0.01М фосфорная кислота – 0.01М дигидрофосфат калия – ацетонитрил (41:41:18), УФ –детектор (254 нм); для полисахаров – НФ: BondapakC₁₈, ПФ: вода – ацетонитрил (3:7), УФ – детектор (192 нм) [12].

Анализ полученных хроматографических данных показал, что количество, время удерживания пиков на ВЭЖХ хроматограммах общих экстрактов, а также содержание каждого из компонентов не менялось при переходе от классического метода настаивания, к методу микроволновой экстракции, вне зависимости от структурного типа целевых БАВ.

Таким образом, была разработана методология селективного извлечения из техногенного табачного сырья пяти промышленно значимых групп БАВ (алкалоидов, полифлаванов, кумаринов, гидролизуемых дубильных веществ и полисахаров), сочетанием метода микроволновой экстракции и дробного осаждения, значительно превышающая по эффективности, классические методы термической экстракции и мацерации.

Работа была выполнена в рамках программы целевого финансирования: BR05236419 «Создание функционализированных органических веществ и материалов с широким спектром возможного высокоэффективного практического применения».

Литература:

1. Popova V., Petkova Z. Biologically active components in seeds of three *Nicotiana* species // Ind. Crop. Prod. – 2018. – Vol.117. – P. 375–381.
2. Shang S.-Z., Zhao W., Tang J.-G. Antiviral sesquiterpenes from leaves of *Nicotiana tabacum* // Fitoterapia. – 2016. – Vol.108. – P. 1–4.
3. Marusich J.A., Darna M., Wilson A.G. Tobacco's minor alkaloids // Eur. J. Pharm. – 2017. – Vol.814. – P. 196–206.
4. Chen J., Leng H., Duan Y. Three new flavonoids from the leaves of oriental tobacco and their cytotoxicity // Phytochem. Lett. – 2013. – Vol.6. – P. 144–147.
5. Shang S.-Z., Xu W.-X., Li L. Antiviral isocoumarins from the roots and stems of *Nicotiana tabacum* // Phytochem. Lett. – 2015. – Vol.11. – P. 53–56.
6. Yang C.-Y., Geng C.-A. Noreudesmane sesquiterpenoids from the leaves of *Nicotiana tabacum* // Fitoterapia. – 2014. – Vol.86. – P. 91–97.
7. He X.-F., Hou X.-D. Two new cembranic diterpenoids from the flowers of *Nicotiana tabacum* L. // Phytochem. Lett. – 2016. – Vol.15. – P. 238–244.
8. Shen Q.-P., Xu X.-M., Li L. Sesquiterpenes from the leaves of *Nicotiana tabacum* and their anti-tobacco mosaic virus activity // Chinese Chem. Lett. – 2016. – Vol.27. – P. 753–756.
9. Chemat F., Cravotto G. Microwave-assisted extraction for bioactive compounds.– N.-Y.: Springer, 2013.– 247 p.
10. Kokolakis A.K., Golfinopoulos S.K. Microwave-assisted techniques: a quick way to extract a fragrance: A review // Nat. Prod. Commun. – 2013. – Vol. 8. – P. 1493–1504.

11. Государственная фармакопея Республики Казахстан. Т.1. – Алматы: Жибек жолы, 2008.– С. 592–609.
12. Музыкакина Р.А., Корулькин Д.Ю. Биологически активные вещества растений. Выделение, разделение, анализ. – Алматы: Атамұра, 2006. – 438 с.

Поступила 5 сентября 2019 г.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Ауешов А.П.
Aueshov A.P. – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией физико-химических методов исследования Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауезова
2. Аликулов А.Ж. – докторант PhD Казахского национального университета им. аль-Фараби
3. Арынов К.Т.
Arynov K.T. – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ТОО «AspanTau LTD»
4. Ахмеджанов А.Х. – доктор технических наук, заведующий лабораторией математического моделирования процессов переноса излучения Национального центра космических исследований и технологий МОН РК
5. Элдибек А.Е. – магистрант кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
6. Байпакбаева С.Т. – докторант PhD кафедры инфокоммуникационных технологий Алматинского университета энергетики и связи
7. Бакиров А. – докторант PhD Алматинского университета энергетики и связи
8. Бекбасов Т. М. – докторант PhD Казахского национального университета им. аль-Фараби
9. Витулёва Е.С. – докторант PhD кафедры инфокоммуникационных технологий Алматинского университета энергетики и связи
10. Евстифеев В.Н. – магистрант Алматинского университета энергетики и связи, главный инженер проектов КазНИПИЭнергопром
11. Егембердиева З.М. – инженер Института информационных и вычислительных технологий МОН РК
12. Ермухамбетова Б.Б. – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского института Новых химических технологий и материалов Казахского национального университета им. аль-Фараби

13. Дюсебаева М.А. – кандидат химических наук, ассоциированный профессор кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
14. Женис Ж. – PhD, и.о. профессора, директор Научно-исследовательского центра лекарственных растений Казахского национального университета им. аль-Фараби
15. Жұбанова А.А. – доктор биологических наук, профессор кафедры биотехнологии факультета биологии и биотехнологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
16. Заядан Б.Қ. – доктор биологических наук, декан факультета биологии и биотехнологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
17. Ирмухаметова Г.С.
Irmukhametova G.S. – кандидат химических наук, доцент факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
18. Кабдушев Ш.Б. – PhD докторант Алматинского университета энергетики и связи, директор ТОО «QAZTEXInnovations»
19. Калибек М.
Kalibek M. – студент факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
20. Караданов Т.К. – кандидат технических наук, в.н.с. лаборатории математического моделирования процессов переноса излучения Национального центра космических исследований и технологий МОН РК
21. Корулькин Д.Ю. – доктор химических наук, профессор кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров Казахского национального университета им. аль-Фараби, Алматы
22. Краснов Е.А. – доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармацевтической химии Сибирского государственного медицинского университета, Томск, Российская Федерация
23. Кудайберген А.А. – PhD докторант кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби

24. Мавлекеев Р.Р. – магистрант факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
25. Махаева Д.
Makhayeva D. – докторант PhD факультета химии и химической технологии Казахского национального университета имени аль-Фараби
26. Музычкина Р.А. – доктор химических наук, профессор кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров Казахского национального университета им. аль-Фараби
27. Мун Г.А. – д.х.н., профессор, академик Национальной инженерной академии РК, заведующий кафедрой химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
28. Мұсабеков Қ.Б. – доктор химических наук, профессор кафедры аналитической, коллоидной химии и технологии редких элементов Казахского национального университета им. аль-Фараби
29. Негим Е.
Negim E. – PhD, профессор Школы химического инжиниринга Казахстанско-Британского технического университета; ассоциированный профессор Департамента полимеров и пигментов Национального исследовательского центра, Гиза, Египет
30. Нуркеева А.Б.
Nurkeyeva A.N. – магистрант, старший научный сотрудник ТОО «AspanTau LTD»
31. Перминова И.В.
Perminova I.V. – доктор химических наук, профессор кафедры медицинской химии и тонкого органического синтеза Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация
32. Пак И.Т. – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института информационных и вычислительных технологий МОН РК
33. Ри А.
Ri A. – PhD of Economics, лектор SEMAFI International, Ницца, Франция
34. Салыамов Р.
Salyamov R. – магистрант факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
35. Серікбай А.М. – докторант PhD Казахского национального университета им. аль-Фараби

36. Сулейменов И.Э. / Suleimenov I.E. – д.х.н., к.ф.-м.н., профессор, академик Национальной инженерной академии РК, заведующий лабораторией наноэлектроники Алматинского университета энергетики и связи
37. Сулейменова К. / Suleymenova K. – PhD, старший лектор University of Birmingham, Бирмингем, Англия
38. Сысоева-Массон И. / Syssoyeva-Masson I. – PhD of Economics, лектор University of Savoy Mont Blanc, Анси-ле-Вье, Франция
39. Тәжібаева С.М. – доктор химических наук, профессор кафедры аналитической, коллоидной химии и технологии редких элементов Казахского национального университета им. аль-Фараби
40. Тастамбек Қ.Т. – докторант PhD факультета биологии и биотехнологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
41. Таттибаева Ж.А. – докторант PhD кафедры аналитической, коллоидной химии и технологии редких элементов Казахского национального университета им. аль-Фараби
42. Фасхутдинов М.Ф. / Fashutdinov M.F. – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ТОО «AspanTau LTD»
43. Фэн Ю. – PhD, профессор института Гриффита по исследованию лекарств, Брисбен, Австралия
44. Шамина В.В. – магистрант факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
45. Шалтыкова Д. Б. – старший научный сотрудник Института информационных и вычислительных технологий МОН РК

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

АХМЕДЖАНОВ А.Х., КАРАДАНОВ Т.К.

Исследование содержания углекислого газа в атмосфере Казахстана
по данным спутникового зондирования..... 4

**ЕВСТИФЕЕВ В.Н., БАЙПАКБАЕВА С.Т., ЕРМУХАМБЕТОВА Б.Б.,
СЕРИКБАЙ А.М., АЛИКУЛОВ А.Ж.**

Инновационные комбинированные системы отображения информации: новые
возможности для сценографии 11

**МУН Г.А., ВИТУЛЁВА Е.С., КАБДУШЕВ Ш.Б., АЛИКУЛОВ А.Ж.,
ЕРМУХАМБЕТОВА Б.Б., СУЛЕЙМЕНОВ И.Э.**

Использование комплексных систем отображения информации для повышения
комфортности городской среды 23

СУЛЕЙМЕНОВА К., РИ А., СЫСОЕВА-МАССОН И., БАКИРОВ А.

Технообучение – что-то новое или все то же самое? Современные информационные
технологии и тренды глобализации: воздействие на сектор высшего образования 34

**СУЛЕЙМЕНОВ И.Э., ЕГЕМБЕРДИЕВА З.М., ШАЛТЫКОВА Д.Б., ПАК И.Т.З.,
БЕКБАСОВ Т.М.**

Учение суфиев и вопрос об операциональной основе систем искусственного интеллекта . 41

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

**АРЫНОВ К.Т., ФАСХУТДИНОВ М.Ф., АУЕШОВ А.П., ПЕРМИНОВА И.В.,
НУРКЕЕВА А.Б.**

Производство нового гуминового органо-минерального удобрения на основе гуматов и
биогумуса 52

ӘЛДИБЕК А.Е., КУДАЙБЕРГЕН А.А., ДЮСЕБАЕВА М.А., ФЭН Ю., ЖЕНИС Ж.

Анализ amino- и жирных кислот растения *Artemisia Transiliensis* 61

МАВЛЕКЕЕВ Р.Р., КОРУЛЬКИН Д.Ю., МУЗЫЧКИНА Р.А., КРАСНОВ Е.А.

Технология селективного извлечения природных полипептидов 67

САЛЯМОВ Р., КАЛИБЕК М., МАХАЕВА Д., ИРМУХАМЕТОВА Г., НЕГИМ Е.

Синтез и характеристика гидрогелей на основе природных полимеров для дражирования
семян 75

**ТАТТИБАЕВА Ж.А., ТӘЖІБАЕВА С.М., МҰСАБЕКОВ Қ.Б., ТАСТАМБЕК Қ.Т.,
ЗАЯДАН Б.Қ., ЖҰБАНОВА А.А.**

Chlorella vulgaris балдыр жасушаларын Cr^{3+} иондарының адсорбенті ретінде қолдану 85

ШАМИНА В.В., КОРУЛЬКИН Д.Ю., МУЗЫЧКИНА Р.А., КРАСНОВ Е.А.

Микроволновая экстракция биологически активных веществ табака 92

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ 102

CONTENTS

MATHEMATICS AND INFORMATICS

AKHMEDZHANOV A.H., KARADANOV T.K.

The study of carbon dioxide in the atmosphere Kazakhstan according to satellite sensing 4

EVSTIFEYEV N., BAIPAKBAYEVAS.T., ERMUKHAMBETOVAB.B., SERIKBAYA.M., ALIKULOVA.Zh.

Innovative combined information display systems: new scene opportunities 11

MUN G.A., VITULYEVA E.S., KABDUSHEV Sh.B., ALIKULOV A.Zh., YERMUKHAMBETOVA B.B., SULEIMENOV I.E.

The use of integrated information display systems to improve the comfort of the urban environment 23

SULEYMENOVA K., RI A., SYSSOYEVA-MASSON I., BAKIROV A.

Technolearn: all new or more of the same? Modern it and globalisation trends: impact on higher education sector..... 34

SULEIMENOV I.E., EGEMBERDIEVA Z.M., SHALTYKOVA D.B., PAK I.T., BEKBASOV T.M.

Sufi teachings and the question of the operational basis of artificial intelligence systems 41

CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY

ARYNOV K.T., FASHUTDINOV M.F., AUESHOV A.P., PERMINOVA I.V., NURKEYEVA A.B.

Production of new humic organo-mineral fertilizer based on humates and vermicompost 52

ALDIBEK A.YE., KUDAIBERGEN A.A., DYUSEBAEVA M.A., FENG Y., JENISJ.

Analysis of amino and fatty acids of artemisia transiliensis plant 61

MAVLEKEEV R.R., KORUL'KIN D.Yu., MUZYCHKINA R.A., KRASNOV E.A.

Technology of selective extraction of natural polypeptides 67

SALYAMOV R., KALIBEK M., MAKHAYEVA D., IRMUKHAMETOVA G., NEGIM E.

Synthesis and characterization of hydrogels based on natural polymers for seeds pelleting 75

TATTIBAYEVA Zh.A., TAZHIBAYEVA S.M., MUSABEKOV K.B., TASTAMBEK K.T., ZAYADAN B.K., ZHUBANOVA A.A.

Use of algae *Chlorella vulgaris* cells as an adsorbent of Cr³⁺ ions 85

SHAMINA V.V., KORUL'KIN D.Yu., MUZYCHKINA R.A., KRASNOV E.A.

Microwave extraction of biologically active tobacco substances 92

THE INFORMATION ABOUT AUTHORS..... 102

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. Журнал «ИзвестияНТО «Кахак» публикует написанные на русском, казахском, английском и корейском языках оригинальные статьи, обзоры. Журнал дает информацию, связанную с деятельностью общества.

2. В оригинальных статьях могут рассматриваться результаты как теоретических, так и прикладных НИР.

3. Авторы, желающие опубликовать обзорную статью, должны предварительно согласовать ее тематику, представив аннотацию на 1–2 стр. В обзорах следует освещать темы, представляющие достаточно общий интерес по выбранной тематике или отражающие какой-либо важный аспект применения в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и т.д. Допускается обобщение результатов многолетних исследований научных коллективов.

4. Объем статьи не должен превышать 10 страниц формата А4. Статья должна начинаться с введения. В нем должны быть даны: содержательная постановка рассматриваемого в статье вопроса, краткие сведения по его истории, отличие предлагаемой задачи от уже известных, или преимущество излагаемого метода по сравнению с существующим. Основная часть статьи должна содержать формулировку задачи и предлагаемый метод ее решения, заключительная часть – краткое обсуждение полученных результатов и, если возможно, пример, иллюстрирующий их эффективность и способы применения.

5. Все статьи проходят именованное рецензирование не менее чем двумя независимыми учеными по соответствующей тематике, не входящими в состав редакционной коллегии.

6. Требования к этике публикаций: Авторы несут ответственность за достоверность и значимость научных результатов и актуальность научного содержания работ. Рукописи статей, опубликованных ранее, или переданных в другие издания не принимаются.

7. Авторы могут представить электронную версию своей статьи по адресу: izv.ntokaxak@mail.ru.

Требования к оформлению рукописей

Статьи представляются в электронном виде в текстовом редакторе Word 97, формулы набираются с помощью редактора MSequation 3.0 (2.0) или ChemDraw.

Шрифт Times New Roman 12 pt. Межстрочный интервал одинарный. Поля: верхнее – 2,0 см, нижнее – 2,0 см, левое – 2,0 см, правое – 2,0 см. Абзац – красная строка – 0,5 см

Текст статьи должен начинаться с указания:

с левой стороны – **индексов МРНТИ и УДК**, *ниже* приводятся:

- название статьи (прописные буквы, форматирование по центру),
- фамилии и инициалы авторов (прописные/светлые, форматирование по центру),
- название организации и ее местонахождение,
- e-mail авторов
- резюме (краткое изложение содержания статьи, дающее представление о теме и структуре текста, а также основных результатах, **7–10 предложений**),
- ключевые слова, обеспечивающие полное раскрытие содержания статьи (**7–10 слов**),
- текст статьи,
- список литературы,
- Ф.И.О. авторов, название статьи, резюме, ключевые слова на трех языках (на казахском, английском и русском).

Рисунки должны быть представлены в отдельном файле.

Статья представляется в *doc* или *docx* формате, а также идентичная копия в *pdf* формате, на электронный адрес журнала, в отдельных файлах дублируются рисунки, таблицы, графики, схемы, а также приводятся сведения об авторах (имя, отчество, ученая степень, ученое звание, служебный адрес, место работы, должность и телефоны для связи).

Ссылки на литературные источники в тексте приводятся в квадратных скобках. Библиографический список оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание: общие требования и правила составления».

Компьютерный набор и макетирование Ли У.П.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Курмангазы,40 (Дом Дружбы), офис 34
Тел. 8(727)272-67-74

Подписано в печать 26.09.2019 г.
Печать трафаретная. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная № 1.
Тираж 500 экз.

Отпечатано в «Print Express. Издательство и полиграфия»
Алматы, ул. Байтурсынова, 85
Тел. 8(727)-292-10-95, 8(727)-292-14-28