

ISSN-1682-0533

Научно-Техническое Общество «КАХАК»

ИЗВЕСТИЯ

Научно-Технического Общества «КАХАК»

2023, № 2(80)

Алматы, 2023

ИЗВЕСТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА «КАХАК»

Алматы, 2023 г., № 2 (80)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Мун Г.А. – доктор химических наук, профессор

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Бияшев Р.Г. – доктор технических наук, профессор; **Календарь Р.Н.** – кандидат биологических наук, профессор; **Калтаев А. Ж.** – доктор физико-математических наук, профессор; **Мукашев Б.Н.** – доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК; **Огай В.Б.** – кандидат биологических наук; **Пак И.Т.** – заслуженный деятель науки и техники РК, доктор технических наук, профессор; **Цой О.Г.** – доктор медицинских наук, профессор; **Kim Byung-Soo** – PhD, профессор (Сеул, Республика Корея); **Park Kinam** – PhD, профессор (Уэст Лафайетт, США); **Ю В.К.** – доктор химических наук, профессор, *заместитель главного редактора*; **Югай О.К.** – кандидат химических наук, ассоциированный профессор, *ответственный секретарь*

EDITOR-IN-CHIEF

Mun G.A. – Doctor of Chemical Sciences, professor

THE EDITORIAL BOARD:

Biyashev R.G. – Doctor of Technical Sciences, professor; **Kalendar R.N.** – Candidate of Biological Sciences, professor; **Kaltayev A.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor; **Mukashev B.N.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, NAS RK academician; **Ogay V.B.** – Candidate of Biological Sciences; **Pak I.T.** – Honored Worker of Science and Technology of Kazakhstan, Doctor of Technical Sciences, professor; **Tsoy O.G.** – Doctor of Medical Sciences, professor; **Kim Byung-Soo** – PhD (Seoul, Republic of Korea); **Park Kinam** – PhD, professor (West Lafayette, USA); **Yu V.K.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, *Deputy Chief Editor*; **Yugay O.K.** – Candidate of Chemical Sciences, associate professor, *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)-272-79-02, 8(727)-291-60-69

e-mail: izv.ntokahak@mail.ru

Сайт: www.ntokahak.kz

ISSN-1682-0533



МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

МРНТИ 37.15.21

УДК 550.38 550 343(375.1)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ АНАЛИЗА ПРОГНОСТИЧЕСКИХ КРИВЫХ

Нагорный В.М.

*Сумской государственной университет, Сумы, Украина
e-mail: vjacheslav.nagorny@gmail.com*

Рассмотрены примеры использования методики прогнозирования землетрясений, основывающейся на анализе прогностических кривых. Рассматриваются прогностические кривые, описывающие поведение в период подготовки землетрясения различных по физической природе признаков землетрясений. Методика основана на допущении о том, что процесс подготовки землетрясения можно представить как процесс, развивающийся в режиме с обострением. Это позволяет рассматривать прогностическую кривую как траекторию, состоящую из двух составляющих. Одна составляющая представляет собой гладкий монотонно изменяющийся тренд. Вторая составляющая является периодически изменяющейся функцией. В качестве модели периодической составляющей используется логопериодическая функция. Период колебаний этой функции в период подготовки землетрясения непрерывно уменьшается. Данное свойство логопериодической функции служит предвестником приближающегося землетрясения. Идентификация параметров логопериодической функции позволяет заранее прогнозировать начало периода обострения сейсмообстановки в поднадзорном сейсмоопасном регионе. Свойства методики продемонстрированы на примере ретро прогноза ряда землетрясений, состоявшихся в период с 1977 по 2018 годы в Казахстане и окружающих его республиках. Результаты апробирования методики подтвердили предположение о том, что на практике процесс подготовки землетрясения можно сопоставить с процессом, развивающимся в режиме с обострением, и получить на основе этого прогноз времени обострения сейсмообстановки в заданном сейсмоопасном регионе.

Ключевые слова: *прогнозирование землетрясения, период подготовки землетрясения, режим с обострением, периодическая составляющая, логопериодическая функция, прогнозная модель, время обострения сейсмообстановки.*

Болжамды қисықтарды талдауға негізделген жер сілкінісін болжау әдістемесін қолдану мысалдары қарастырылды. Физикалық табиғаты әртүрлі жер сілкіністерінің белгілерінің жер сілкінісін дайындау кезеңіндегі әрекетін сипаттайтын болжамды қисықтар қарастырылады. Бұл әдіс жер сілкінісін дайындау үдерісін шиеленісу режимінде дамитын үдеріс ретінде ұсынуға болады деген ойға негізделген. Бұл болжамды қисықты екі компоненттен тұратын траектория ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Бірі құрамдас біркелкі монотонды өзгеретін тренд болып табылады. Екінші компонент-мезгіл-мезгіл өзгеретін функция. Периодтық компоненттің моделі ретінде логопериодтық функция қолданылады. Жер сілкінісін дайындау кезеңінде бұл функцияның тербеліс кезеңі үздіксіз азаяды. Логопериодтық функцияның бұл қасиеті жақындап келе жатқан жер сілкінісінің жаршысы ретінде қызмет етеді. Логопериодтық функцияның параметрлерін анықтау

бақыланатын жер сілкіну қаупі жоғары аймақта жер сілкіну жағдайының шиеленісу кезеңінің басталуын алдын-ала болжауға мүмкіндік береді. Әдістеменің қасиеттері 1977-2018 жылдар аралығында Қазақстанда және оның айналасындағы республикаларда болған бірқатар жер сілкіністерінің ретро болжамы мысалында көрсетілген. Әдістемені сынақтан өткізу нәтижелері іс жүзінде жер сілкінісін дайындау процесін шиеленісу режимінде дамып келе жатқан процеспен салыстыруға болады және осының негізінде берілген жер сілкіну қаупі жоғары аймақтағы жер сілкіну жағдайының шиеленісу уақытын болжауға болады деген тұжырымды растады.

Түйінді сөздер: жер сілкінісін болжау, жер сілкінісін дайындау кезеңі, шиеленісу режимі, мерзімді компонент, логопериодтық функция, болжамды модель, жер сілкіну жағдайының шиеленісу уақыты..

Examples of using the earthquake forecasting technique based on the analysis of forecast curves are considered. Prognostic curves are considered that describe the behaviour during the period of earthquake preparation of various physical signs of earthquakes. The technique is based on the assumption that the process of earthquake preparation can be represented as a process developing in a blow-up mode. This allows us to consider the prognostic curve as a trajectory consisting of two components. One component is a smooth monotonically changing trend. The second component is a periodically changing function. A log-periodic function is used as a model of the periodic component. The oscillation period of this function continuously decreases during the preparation of an earthquake. This property of the log-periodic function serves as a harbinger of an approaching earthquake. Identification of the parameters of the log-periodic function makes it possible to predict in advance the beginning of the period of exacerbation of the seismic situation in the supervised seismically hazardous region. The properties of the technique are demonstrated on the example of a retro forecast of a number of earthquakes that took place in the period from 1977 to 2018 in Kazakhstan and its surrounding republics. The results of testing the methodology confirmed the assumption that in practice the process of preparing an earthquake can be compared with a blow-up process, and on the basis of this obtain a forecast of the time of exacerbation of the seismic situation in a given seismically hazardous region.

Keywords: earthquake prediction, earthquake preparation period, blow-up regime, periodic component, log-periodic function, forecasting model, earthquake time.

Введение

Проблема прогноза землетрясений является в настоящее время одной из важнейших проблем наук о Земле. Человечество давно ищет пути предсказания землетрясений и уменьшения сопутствующих им разрушений. За последние 50-60 лет в этой области знаний получены многочисленные уникальные результаты [1]:

- созданы геодинамические полигоны;
- организован мониторинг комплекса геолого-геофизических методов;
- доказано наличие достоверных и перспективных предвестников землетрясений и установлены их пространственно-временные закономерности;
- разработаны модели очага и процессов подготовки землетрясений.

Все это позволяет поставить перед земной цивилизацией вполне реальную и достижимую в течение текущего столетия цель: разработка научных основ методики достоверного прогнозирования землетрясений.

Один из кирпичиков величественного здания научного прогнозирования землетрясений, в виде которого можно представить будущую методику достоверного прогнозирования землетрясений, предлагается к рассмотрению в данной статье.

Опыт показывает, что предотвратить землетрясения невозможно. Тем не менее, бурное развитие наук о Земле и геофизической аппаратуры открывают реальную перспективу для решения этой весьма важной проблемы человечества - прогнозирования землетрясения. В настоящее время известны многочисленные экспериментальные и теоретические сведения о предвестниках землетрясений и траекториях их изменения в период подготовки данного стихийного бедствия.

Ряд методов прогнозирования основываются на результатах анализа поведения в подготовительный период траекторий изменения предвестника землетрясения (прогностической кривой).

Обзор литературы

В [2] рассматривается методика прогнозирования землетрясений, основывающаяся на поиске корреляционной связи между наблюдаемой прогностической кривой (НПК) и специально построенной синтетической прогностической кривой (СПК) (рисунок 1).

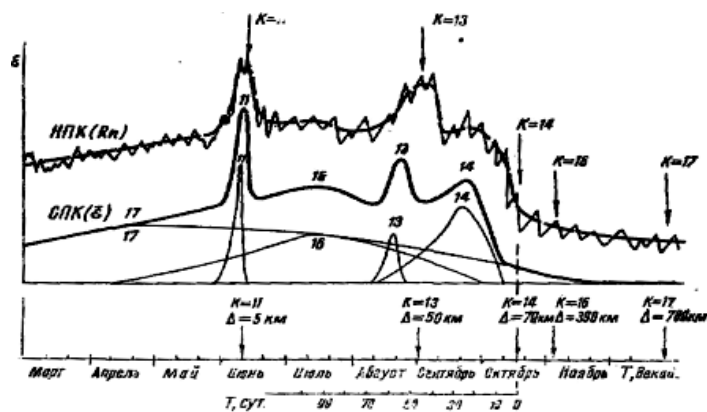


Рисунок 1 – Сопоставление наблюдаемой и синтетической Прогностических кривых [2]

Графики на рисунке 1 описывают модель и фактически наблюдаемую кривую относительной деформации земной коры, регистрируемую в период, предшествующий землетрясению.

Модель (синтетическая прогностическая кривая СПК) строится в виде кривой, возрастающей экспоненциально до критической величины в очаговой области землетрясения, и быстроубывающей примерно за 0,1 отрезка времени T перед землетрясением [2]. Модель описывает статистическую связь (1) между длительностью подготовительного периода T (сутки), магнитудой M (классом K) землетрясения (например, $LgT=0,33 K=2,14$) и эпицентральной расстоянием Δ (км) до пункта прогностических наблюдений.

$$T_{ki+1} \approx 10^{\frac{k_{i+1}-k}{3}} \cdot T_{ki}, \quad (1)$$

В [3] рассматривается методика прогнозирования землетрясения, использующая динамическую оценку сейсмической опасности на основе математического анализа

микросейсмических колебаний земной поверхности. Прогностическая кривая, рассчитанная по данной методике по результатам наблюдения за сейсмо колебаниями в Японии в период с 1998 по 2018 годы, приведена на рисунке 2. Из рисунка следует, что прогностическая кривая имела два острых минимума в 2002 и 2009 годах. После первого минимума последовало землетрясение 25 сентября 2003 года, второго – 11 марта 2011 года.

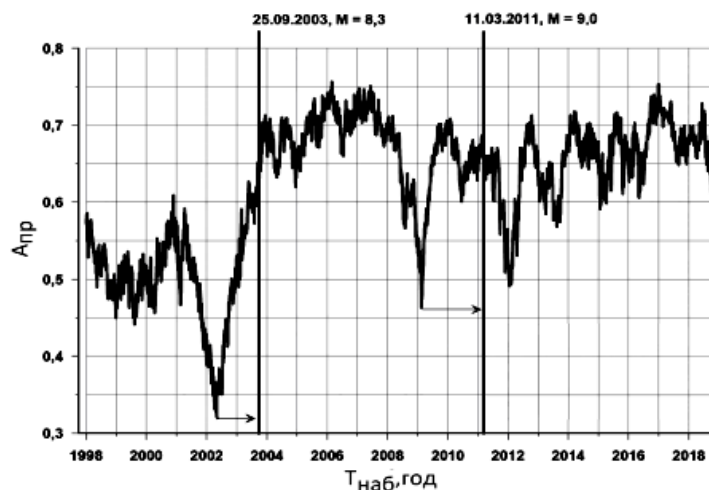


Рисунок2 – Изменения предвестника двух Японских землетрясений в период их зарождения [3]

На рисунке 3 представлена прогностическая кривая, описывающая вариацию перед землетрясением в Кобе (Япония), состоявшимся 17 января 1995 г., концентрации в подземных источниках ионов хлора [4].

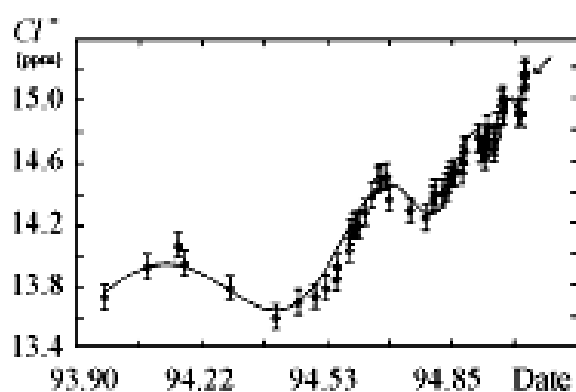


Рисунок3 – Концентрация ионов хлора в подземных источниках перед землетрясением в Кобе (Япония) [4]

Подобная кривая описывает поведение в период подготовки землетрясения одного из его многочисленных (численностью до 300 шт. [5]) предвестников. На основе анализа подобных прогностических кривых строится очередная методика прогнозирования землетрясений [6]. Согласно этой методике, данная прогностическая кривая рассматривается как сумма (A_{SUM}) гладкого монотонно меняющегося тренда и периодической составляющей [7]. Этот тип

кривых описывается уравнением (2), а периодическая составляющая – логопериодической функцией (3) [8].

$$A_{SUM} = A_0 \left(\frac{t - t_0}{T_{for} - t} \right)^\alpha \cdot [1 + C_0 \cos(\omega \cdot \ln(T_{for} - t) + \phi_0)] \quad (2)$$

где T_{for} – прогноз времени землетрясения;

t, t_0 – соответственно, текущее и исходное время регистрации прогностического признака; α – экспериментальный показатель степени;

A_0, C_0 – коэффициенты размерности;

ω – скорость изменения периодической составляющей;

ϕ_0 – исходная фаза.

$$A_{PER} = B_0 \cos[(\omega \cdot \ln(T_{for} - t) + \phi_0)] \quad (3)$$

где $B_0 = A_0 \left(\frac{t - t_0}{T_{for} - t} \right)^\alpha \cdot C_0$.

Период логопериодической функции по мере приближения к моменту землетрясения уменьшается. Степень уменьшения периода характеризуется величиной параметра ρ [9].

$$\rho = \frac{t_{i+1} - t_i}{t_{i+2} - t_{i+1}} \quad (4)$$

где t_i, t_{i+1}, t_{i+2} – три последовательных момента времени, когда периодическая функция (3) достигает либо максимума, либо минимума, а фазы колебаний функции (3) при этих значениях аргумента отличаются друг от друга на угол 2π .

Данное свойство логопериодической функции используется при прогнозировании землетрясений. Прогнозируемая величина времени наступления землетрясения T_{for} определяется при этом из следующего выражения [8].

$$T_{for} = \frac{t_{i+1}^2 - t_{i+2} \cdot t_i}{2t_{i+1} - t_i - t_{i+2}} \quad (5)$$

Параметр ρ позволяет также рассчитывать текущее значение частоты изменения периодической составляющей (6) [8].

$$\omega = \frac{2\pi}{\ln(\rho)} \quad (6)$$

Схема вычисления по формуле (5) представлена на рисунке 4.

Учитывая наблюдаемый в сейсмологической практике сложный полигармонический вид прогностической кривой, в [6] было предложено представлять модель периодической составляющей в виде ряда Фурье (7).

$$A_{MOD} = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^m \left[a_n \cos(n \cdot 2\pi / (t_0 - t_m) \cdot \ln(T_{for} - t_n)) + b_n \sin(n \cdot 2\pi / (t_0 - t_m) \cdot \ln(T_{for} - t_n)) \right] \quad (7)$$

Здесь m – число членов ряда Фурье; n – порядковый номер члена ряда Фурье.

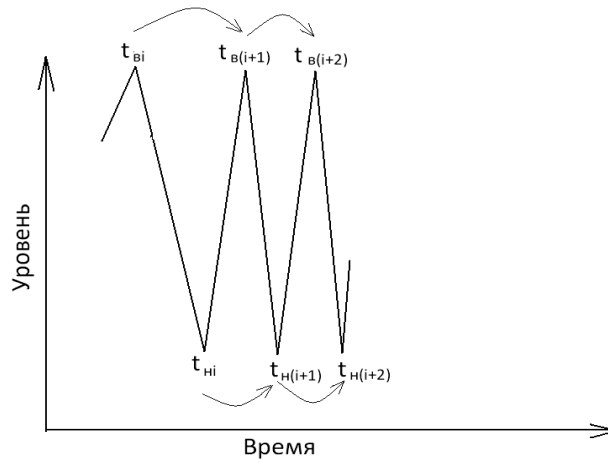


Рисунок 4 – Традиционная схема вычислений момента землетрясения $T_{for}(5)$

Коэффициенты ряда a_0, a_n, b_n определяются из следующих выражений

$$\begin{cases} a_0 = \frac{1}{t_0 - t_m} \int_{t_0}^{t_m} A_{ПЕР} \cdot \frac{1}{T - t} dt, \\ a_n = \frac{2}{t_0 - t_m} \int_{t_0}^{t_m} A_{ПЕР} \cdot \cos\left(n \cdot \frac{2\pi}{t_0 - t_m} \cdot \text{Ln}(T_{for} - t)\right) \cdot \frac{1}{T_{for} - t} dt, \\ b_n = \frac{2}{t_0 - t_m} \int_{t_0}^{t_m} A_{ПЕР} \cdot \sin\left(n \cdot \frac{2\pi}{t_0 - t_m} \cdot \text{Ln}(T_{for} - t)\right) \cdot \frac{1}{T_{for} - t} dt. \end{cases} \quad (8)$$

Параметр T_{for} модели периодической составляющей (7) определяется по результатам ее идентификации. Идентификация осуществляется путем аппроксимации моделью (7) периодической составляющей прогностической кривой (рисунок 3).

Для уменьшения числа необходимых для расчета экстремумов и ускорения процесса прогнозирования в данной статье далее рассматриваются результаты прогнозирования, проведенного по модернизированной схеме расчета. Суть модернизации заключалась в использовании сквозной нумерации экстремумов. С этой целью принятая схема вычислений [8], заключающаяся в последовательном обходе экстремумов одного знака (рисунок 4), заменяется последовательным обходом экстремумов разного знака (фигурная стрелка на рисунке 5).

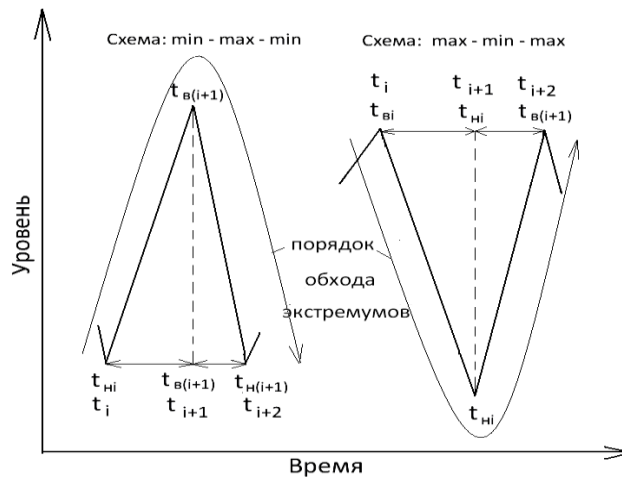


Рисунок 5 – Модернизированная схема вычислений момента землетрясения T_{for}

В зависимости от вида первого экстремума (min или max) обход осуществляется в двух вариантах: «min-max-min» или «max-min-max» (рисунок 5). При этом формально вид формулы расчета параметра T_{for} (5) остается прежним.

Результаты и их обсуждение

Ниже приведены примеры использования методики прогнозирования землетрясений, в которой прогностическая кривая рассматривается в виде суммы гладкого тренда и периодической составляющей [7]. Момент времени возникновения землетрясения T_{for} рассчитывался согласно модернизированной схеме (рисунок 5).

Демонстрация методики проводилась при ретро прогнозе, осуществленном на основе исходных данных, полученных на протяжении ряда лет учеными-сейсмологами.

Процедура прогнозирования предусматривала:

- графическое представление исходной для прогнозирования информации;
- выделение из исходного сигнала A_{SUM} периодической составляющей $A_{ПЕР}$;
- аппроксимацию периодической составляющей $A_{ПЕР}$ ее моделью $A_{МОД}$;
- представление результатов прогноза в графической, текстовой и табличной формах.

Результаты прогнозирования Таваксайского и Алайского землетрясений

Исходная для прогнозирования информация составлялась в период, предшествовавший Таваксайскому [1] (рисунок 6) и Алайскому [10] (рисунок 7) землетрясениям.

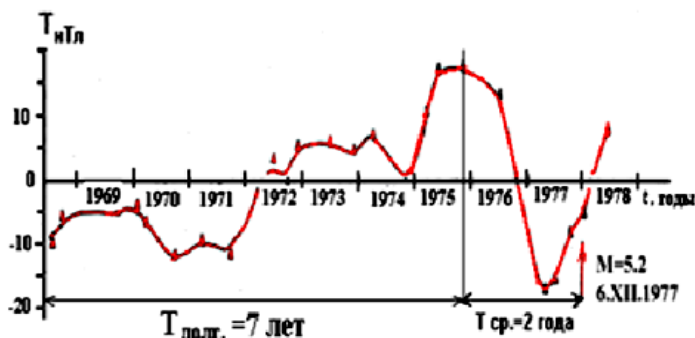


Рисунок 6 – Исходные данные для прогнозирования Таваксайского землетрясения [1]

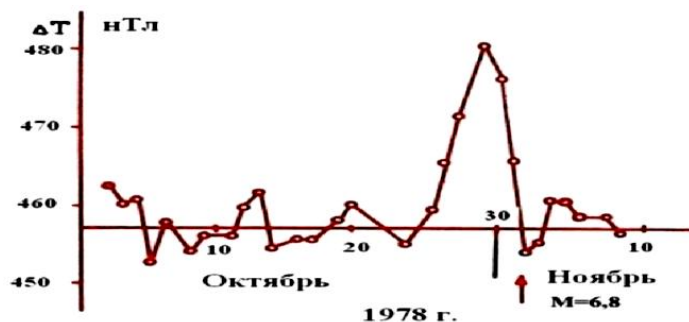


Рисунок 7 – Исходные данные для прогнозирования Алайского землетрясения [10]

Результаты прогнозирования Таваксайского землетрясения, состоявшегося 6.12.77 г., представлены на рисунках 8 и 9, в таблице 1 и Протоколе №1.

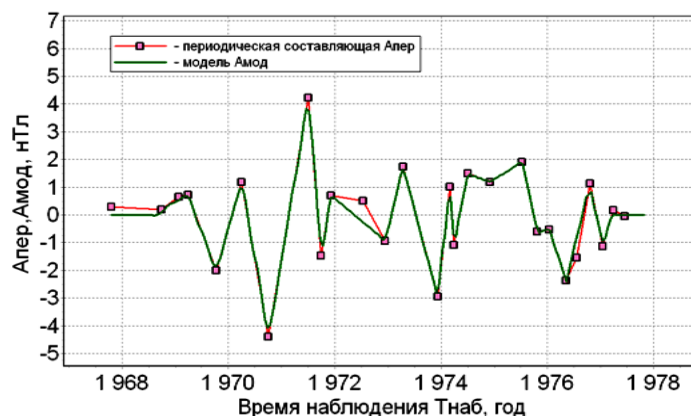


Рисунок 8 – Аппроксимация моделью $A_{МОД}$ периодической составляющей $A_{ПЕР}$ магнитного поля, зафиксированного накануне Таваксайского землетрясения

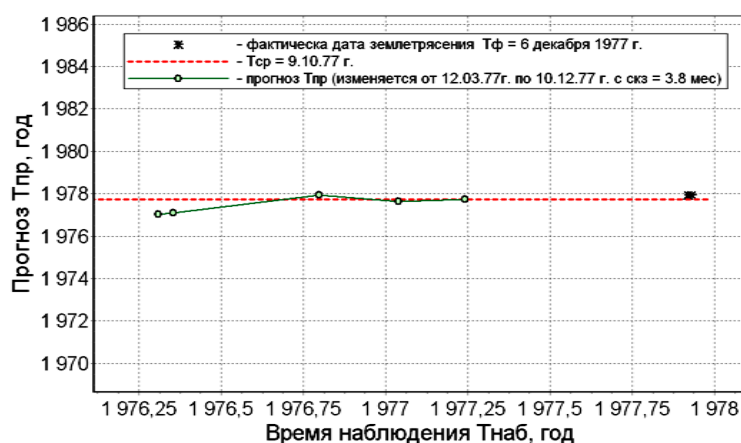


Рисунок 9 – Прогноз Таваксайского землетрясения и его фактическая дата

Таблица 1 – Прогноз Таваксайского землетрясения (фактическая дата землетрясения 6.12.1977)

Дата прогнозирования	8.5.1976	17.10.1976	14.1.1977	27.3.1977
Прогноз даты землетрясения	8.2.1977	11.12.1977	17.8.1977	1.10.1977
Отклонение прогноза от фактической даты	-1.1 %	0.0 %	-0.4 %	-0.3 %

Протокол №1
Среднесрочного прогноза Таваксайского землетрясения

Дата прогнозирования: 17.10.1976 г. ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 11.12.1977 г. и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 22.11.1977 г. до 11.01.1978 г.	Дата прогнозирования: 14.01.1977 г. ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 17.08.1977г. и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 22.07.1977 г. до 11.09.1977 г.
--	---

Результаты прогнозирования Алайского землетрясения 2.11.78 года представлены на рисунках 10 и 11, в таблице 2 и Протоколе №2.



Рисунок 10 – Аппроксимация периодической составляющей $A_{ПЕР}$ аномалии магнитного поля, зафиксированной накануне Алайского землетрясения, ее моделью $A_{МОД}$

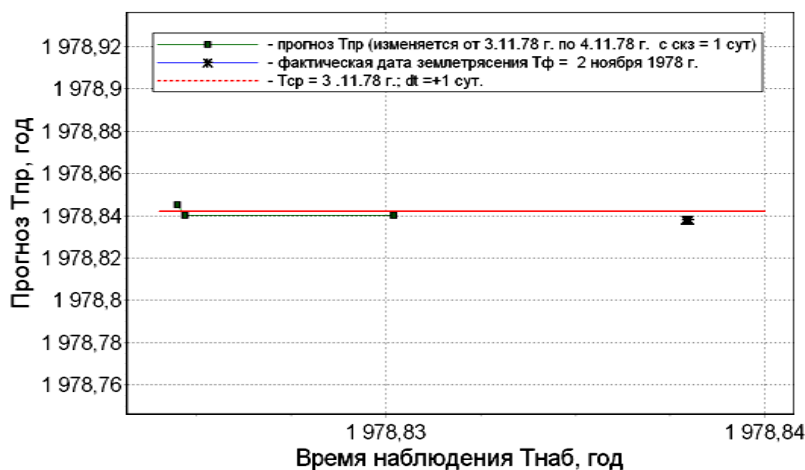


Рисунок 11 – Прогноз Алайского землетрясения и его фактическая дата

Таблица 2 – Прогноз Алайского землетрясения (фактическая дата землетрясения 2.11.1978)

Дата прогнозирования	25.10.1978	27.10.1978	28.10.1978	30.10.1978
Прогноз даты землетрясения	18.8.1979	23.11.1978	3.11.1978	3.11.1978
Отклонение прогноза от фактической даты	-1.1 %	-0.1 %	-0.0 %	-0.0 %

Протокол № 2
Среднесрочного прогноза Алайского землетрясения

<p>Дата прогнозирования: 28.10.1978 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 3.11.1978 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 22.10.1978 г. до 11.11.1978 г.</p>	<p>Дата прогнозирования: 30.10.1978 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 3.11.1978 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 10.10.1978 г. до 11.12.1978 г.</p>
---	---

Прогнозирование на основе информации о вариации магнитного поля на ст. Коканд и ст. Чимион

Исходная для прогнозирования информация собиралась в период регистрации аномальных вариаций магнитного поля на ст. Коканд [10] (рисунок 12) и ст. Чимион [10] (рисунок 13).

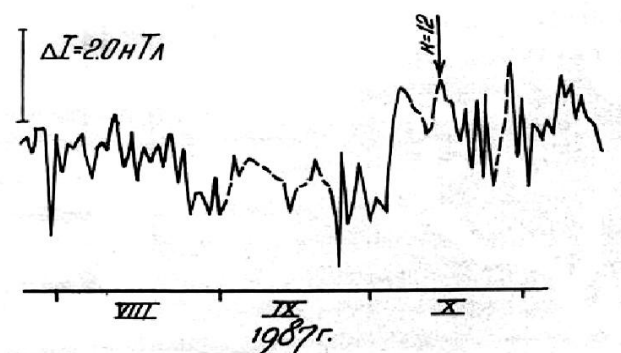


Рисунок 12 – Исходные данные для прогнозирования на основе аномальных вариаций магнитного поля на ст. Коканд [10]

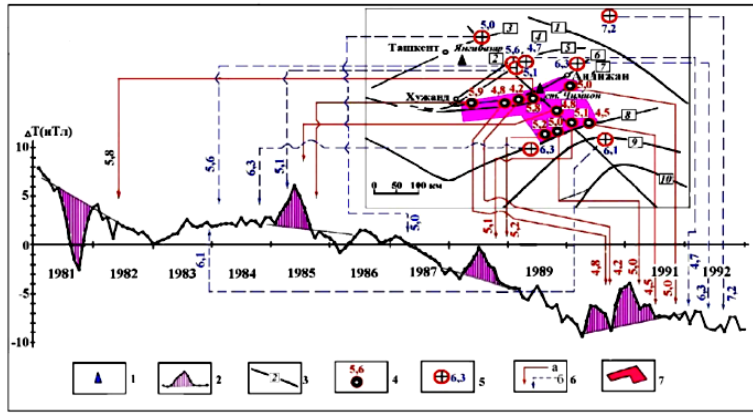


Рисунок 13 – Исходные данные для прогнозирования на основе аномальных вариаций магнитного поля на ст. Чимион [10]

Результаты прогнозирования землетрясения по данным ст. Коканд приведены на рисунках 14 и 15, в таблице 3 и Протоколе №3.

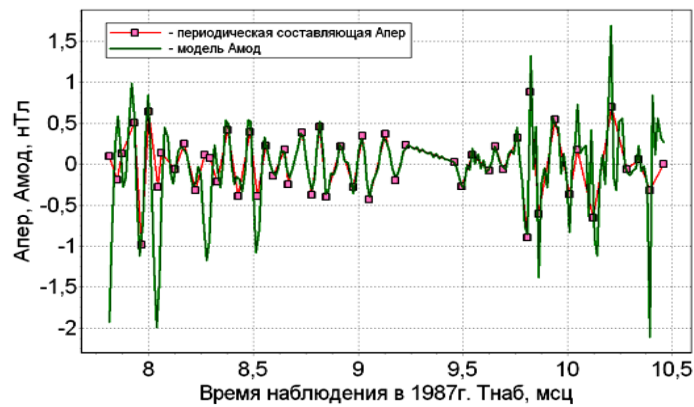


Рисунок 14 – Аппроксимация моделью $A_{МОД}$ периодической составляющей $A_{ПЕР}$ аномалии магнитного поля на ст. Коканд

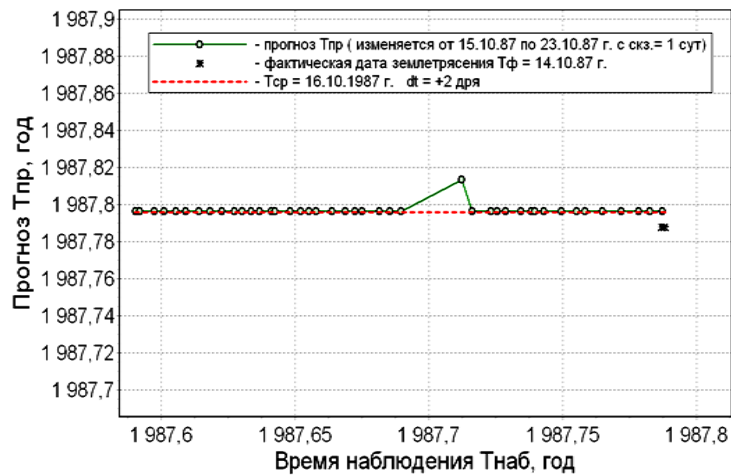


Рисунок 15 – Прогноз и фактическая дата землетрясения по данным ст. Коканд

Таблица 3 – Прогноз землетрясения по данным ст.Коканд(фактическая дата землетрясения 14.10.1987)

Дата прогнозирования	8.10.1987	10.10.1987	12.10.1987	14.10.1987
Прогноз даты землетрясения	16.10.1987	16.10.1987	16.10.1987	16.10.1987
Отклонение прогноза от фактической даты	-0.0 %	-0.0 %	-0.0 %	-0.0 %

Протокол № 3

Среднесрочный прогноз по данным ст. Коканд

<p>Дата прогнозирования: 10.10.1987 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 16.10.1987 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 16.10.1987 г. до 17.10.1987 г.</p>	<p>Дата прогнозирования: 12.10.1987 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 16.10.1987 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 6.10.1987 г. до 27.10.1987 г.</p>
--	---

Результаты прогнозирования на основе аномальных вариаций магнитного поля на ст. Чимион размещены на рисунках 16 и 17, в таблице 4 и Протоколе №4.

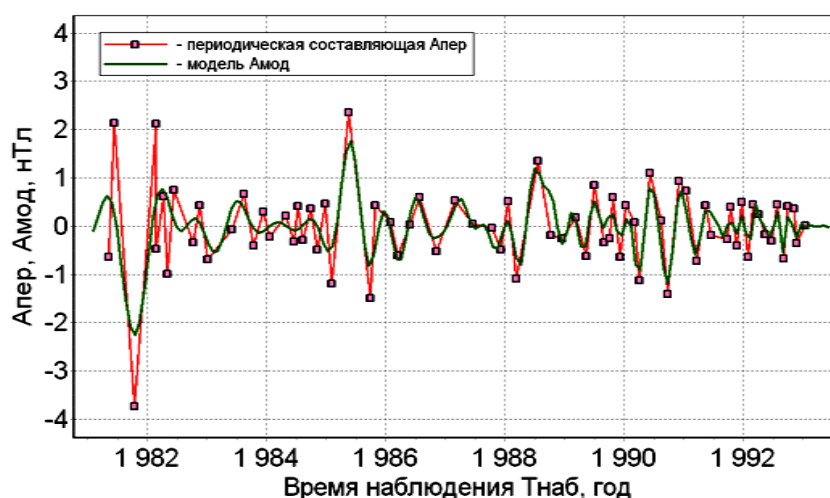


Рисунок 16 – Аппроксимация моделью $A_{МОД}$ периодической составляющей $A_{ПЕР}$ аномальных вариаций магнитного поля на ст. Чимион

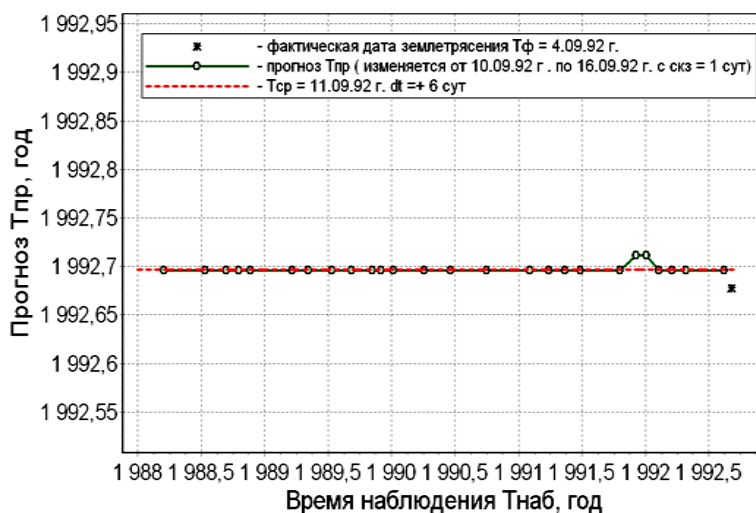


Рисунок 17 – Прогноз землетрясения по данным ст. Чимион и его фактическая дата

Таблица 4 – Прогноз землетрясения по данным ст.Чимион(фактическая дата землетрясения 4.09.1992)

Дата прогнозирования	7.2.1992	17.3.1992	27.4.1992	14.8.1992
Прогноз даты землетрясения	10.9.1992	10.9.1992	10.9.1992	10.9.1992
Отклонение прогноза от фактической даты	-0.0 %	-0.0 %	-0.0 %	-0.0 %

Протокол № 4
среднесрочного прогноза по данным ст. Чимион

<p>Дата прогнозирования: 27.04.1992 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 10.9.1992 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью P=0.95 в следующих границах: от 9.8.1992 г. до 8.10.1992 г.</p>	<p>Дата прогнозирования: 14.08.1992 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 10.9.1992 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью P=0.95 в следующих раницах: от 9.9.1992 г. до 12.9.1992 г.</p>
---	--

Прогнозирование на основе аномальных вариаций потоков глубинных газов в Заилийской зоне Северного Тянь-Шаня и изменении дебета наблюдательной скважины, расположенной на ст. Алма-Арасан

Сведения о поведении прогностических кривых, характеризующих аномальные вариации глубинного газа N₂, собирались в течение 1982 года в Заилийской зоне Северного Тянь-Шаня

[11] (рисунок 18), а о дебете наблюдательной скважины – на ст. Алма–Арасан в течение 1990-2020 гг. (рисунок 19) [12].

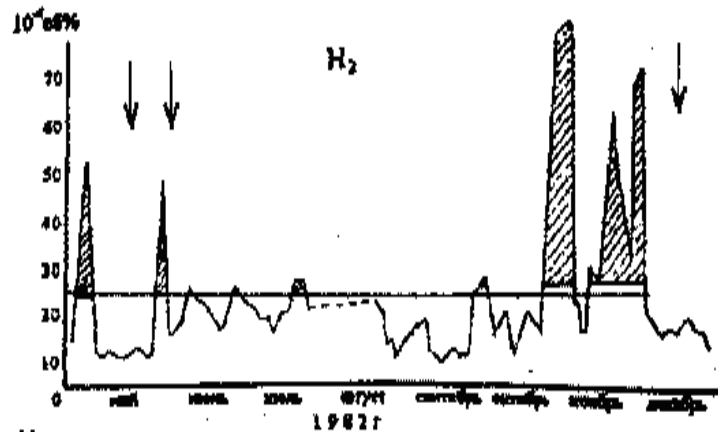


Рисунок 18 – Исходные для расчета данные о характере и величине аномальных вариаций потоков глубинных газов H_2 [11]

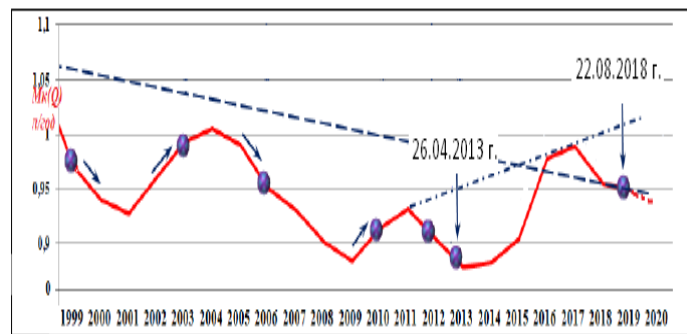


Рисунок 19 – Исходные для расчета данные о характере поведения дебета наблюдательной скважины, расположенной на ст. Алма-Арасан [12]

Результаты прогнозирования на основе аномальных вариаций потока глубинного газа H_2 представлены на рисунках 20 и 21, в таблице 5 и Протоколе №5.

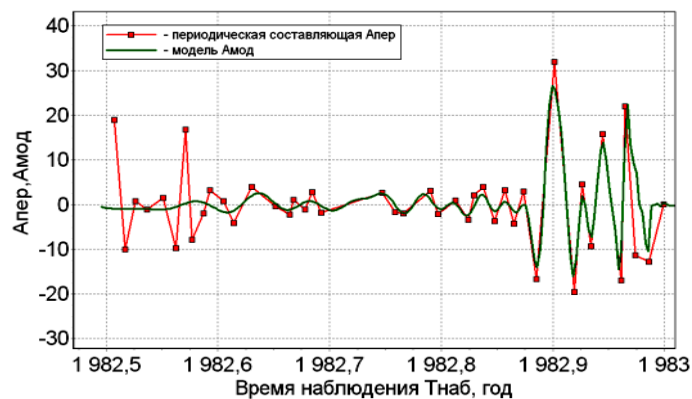


Рисунок 20 – Аппроксимация моделью $A_{МОД}$ периодической составляющей $A_{ПЕР}$ аномальных вариаций потоков глубинного газа H_2

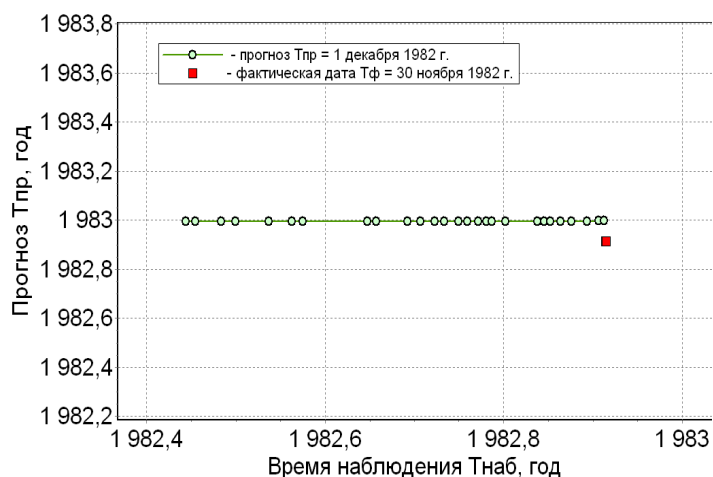


Рисунок 21 – Прогноз землетрясения по данным вариаций потоков глубинного газа H_3

Таблица 5 – Прогноз землетрясения на основе данных о потоке газа H_3 (фактическая дата землетрясения 30.11.1982)

Дата прогнозирования	16.11.1982	22.11.1982	27.11.1982	29.11.1982
Прогноз даты землетрясения	30.11.1982	30.11.1982	1.12.1982	1.12.1982
Отклонение прогноза от фактической даты	-0.0 %	-0.0 %	-0.0 %	-0.0 %

Протокол № 5
среднесрочного прогноза по данным о потоке газа H_3

<p>Дата прогнозирования: 17.12.1982 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 1.12.1982 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 1.12.1982 г. до 1.12.1982 г.</p>	<p>Дата прогнозирования: 23.12.1982 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 6.12.1982 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 6.12.1982 г. до 6.12.1982 г.</p>
---	---

Результаты прогнозирования землетрясения, состоявшегося 29.04.2013 г., выполненные на основе наблюдения за поведением модульного коэффициента дебета скважины $M_k(Q)$ (УПВ), размещены на рисунках 22 и 23, в таблице 6 и Протоколе № 6.

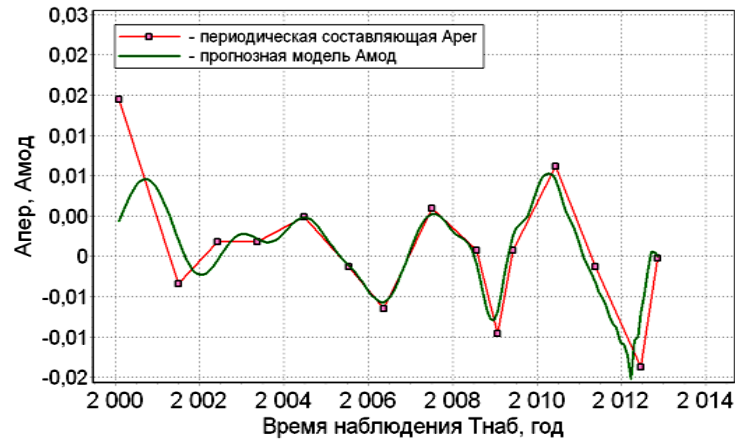


Рисунок 22 – Аппроксимация моделью $A_{МОД}$ периодической составляющей $A_{ПЕР}$ модульного коэффициента $M_k(Q)$

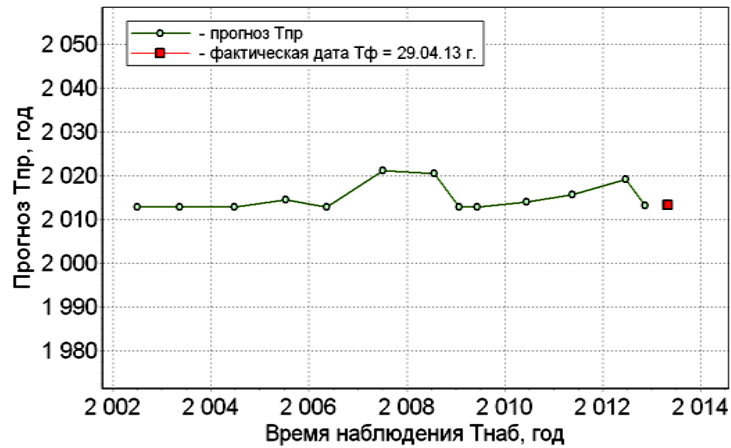


Рисунок 23 – Соотношение прогноза и фактической даты землетрясения, состоявшегося 29.04.2013 г.

Протокол № 6
среднесрочного прогноза по данным о дебете скважины

<p>Дата прогнозирования: 13.4.2012 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 16.8.2013 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 8.8.2013 г. до 25.8.2013 г.</p>	<p>Дата прогнозирования: 10.11.2012 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 29.3.2014 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 22.3.2014 г. до 6.4.2014 г.</p>
---	--

Таблица 6 – Прогноз землетрясения на основе данных о поведении модульного коэффициента дебета (усредненная дата прогноза 26.4.2013)

Дата прогнозирования	17.2.2011	3.9.2011	13.4.2012	10.11.2012
Прогноз даты землетрясения	8.11.2012	8.11.2012	21.6.2013	8.2.2014
Отклонение прогноза от фактической даты	1.3 %	1.3 %	-0.4 %	-2.1 %

Результаты прогнозирования землетрясения, состоявшегося 19.08.2018 г., на основе наблюдения за поведением модульного коэффициента дебета скважины Мк(Q) (УПВ) представлены на рисунках 24 и 25, в таблице 7 и Протоколе №7.

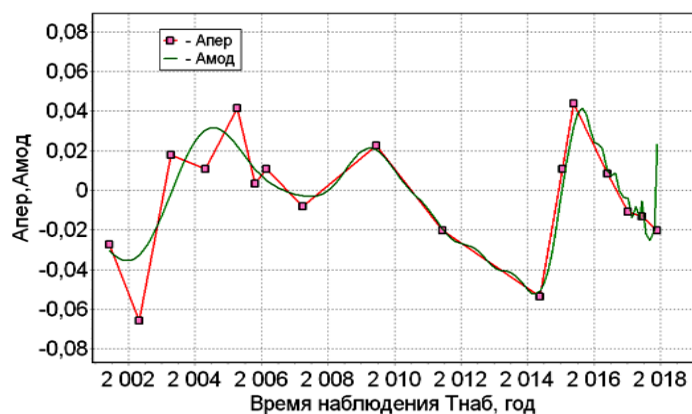


Рисунок 24 – Аппроксимация моделью $A_{МОД}$ периодической составляющей $A_{ПЕР}$ модульного коэффициента Мк(Q)

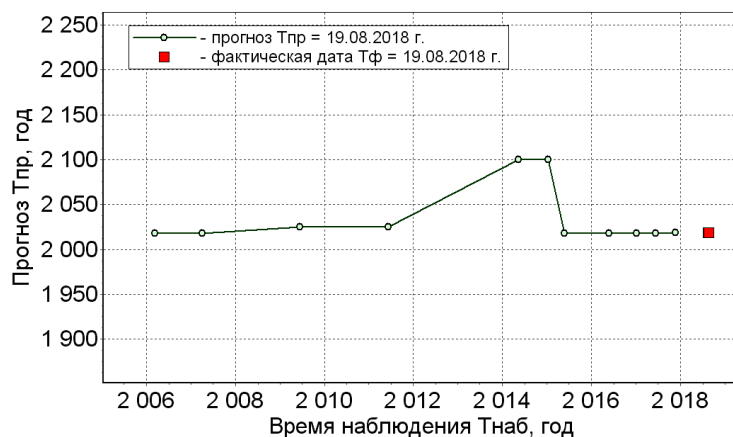


Рисунок 25 – Соотношение прогноза и фактической даты землетрясения, состоявшегося 19.08.2018 г.

Таблица 7 – Прогноз землетрясения на основе данных о поведении модульного коэффициента дебета (усредненная дата землетрясения 22.8.2018 г.)

Дата прогнозирования	6.1.2016	10.6.2016	17.2.2017	19.5.2017
Прогноз даты землетрясения	9.3.2018	9.3.2018	29.12.2019	9.3.2018
Отклонение прогноза от фактической даты	1.4 %	1.4 %	-4.3 %	1.4 %

Протокол № 7
среднесрочного прогноза по данным о дебете скважины

<p>Дата прогнозирования: 17.2.2017 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 29.12.2019 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 29.12.2019 г. до 29.12.2019 г.</p>	<p>Дата прогнозирования: 19.5.2017 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 9.03.2018 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 9.3.2018 г. до 9.3.2018 г.</p>
---	--

Прогнозирование на основе комплексного параметра (низкочастотная фильтрация), рассчитанного по данным, полученным на станции Тау-Тургень в 1990 г.

Комплексный параметр получен путем суммирования стандартизированных рядов следующих параметров подземных вод: CO₂, CO₃, Cl, Нег, Нес, К, Na, Rn, SO₄, H₄SiO₄[13]. Изменение комплексного параметра, рассчитанного для ст. Тау-Тургень, показано на рисунках 26 и 27.

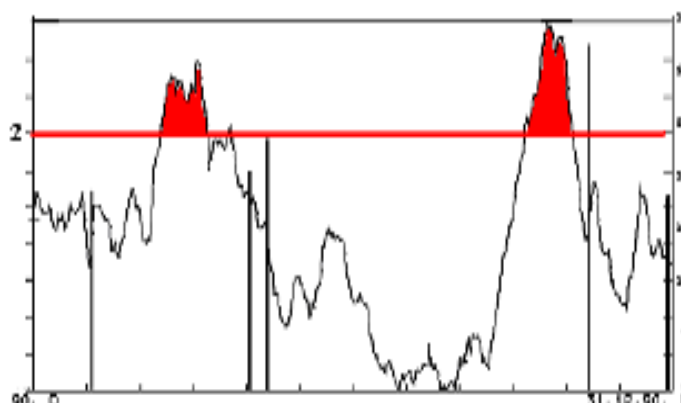


Рисунок 26 – Исходные данные о величине комплексного параметра, рассчитанного для ст. Тау-Тургень в 1990 г.[13]

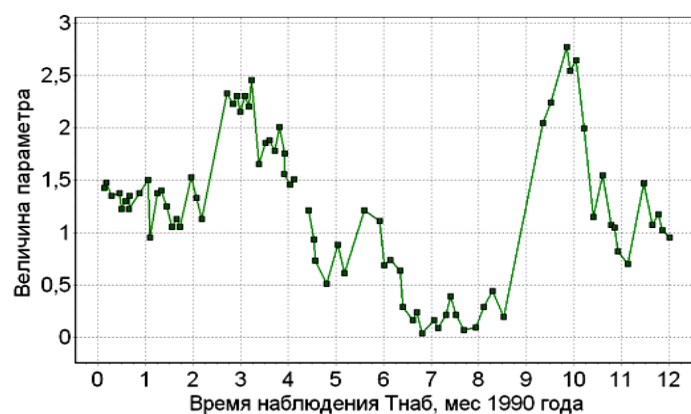


Рисунок 27 – Цифровая копия исходных данных о величине комплексного параметра, рассчитанного для ст. Тау-Тургень в 1990 г.

Результаты прогнозирования землетрясения, состоявшегося 5 мая 1990 года, приведены на рисунках 28 и 29, в таблице 8 и Протоколе №8.

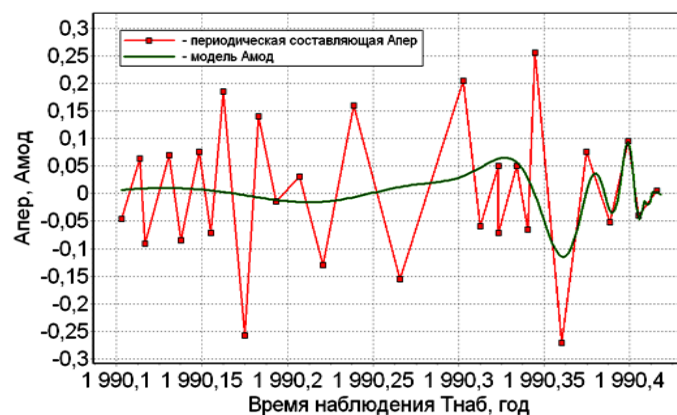


Рисунок 28 – Аппроксимация моделью $A_{МОД}$ периодической составляющей $A_{ПЕР}$ комплексного параметра

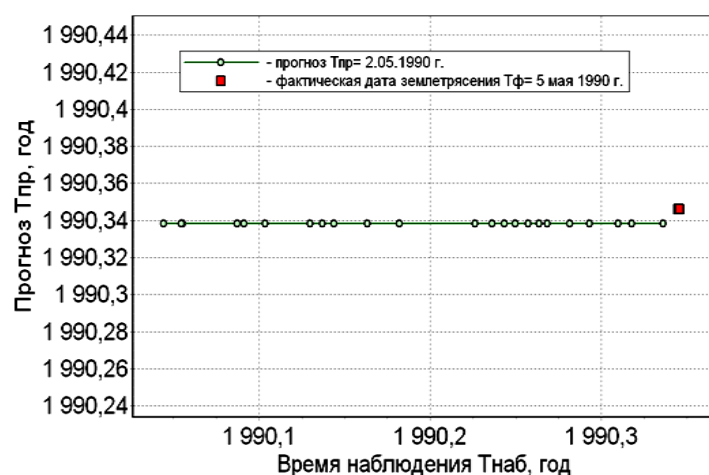


Рисунок 29 – Прогноз землетрясения по величине комплексного параметра

Таблица 8 – Прогноз землетрясения по комплексному параметру (ст. Тау-Тургень)
(фактическая дата землетрясения 5.05.1990 г.)

Дата прогнозирования	16.4.1990	22.4.1990	25.4.1990	1.5.1990
Прогноз даты землетрясения	2.5.1990	2.5.1990	2.5.1990	2.5.1990
Отклонение прогноза от фактической даты	-0.0 %	-0.0 %	-0.0 %	-0.0 %

Протокол № 8
среднесрочного прогноза землетрясения по комплексному параметру (ст. Тау-Тургень)

<p>Дата прогнозирования: 25.04.1990 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 2.05.1990 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 1.5.1990 г. до 3.5.1990 г.</p>	<p>Дата прогнозирования: 1.05.1990 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 2.05.1990 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах: от 1.05.1990 г. до 3.05.1990 г.</p>
---	--

Результаты прогнозирования землетрясения, состоявшегося 12 ноября 1990 года, приведены на рисунках 30 и 31, в таблице 9 и Протоколе №9.

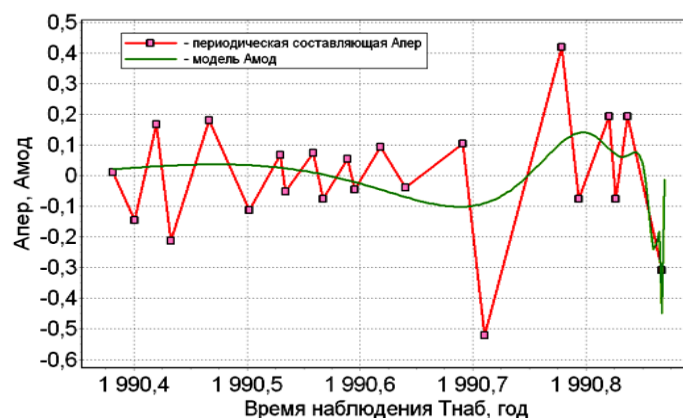


Рисунок 30 – Аппроксимация моделью $A_{МОД}$ периодической составляющей $A_{ПЕР}$ комплексного параметра

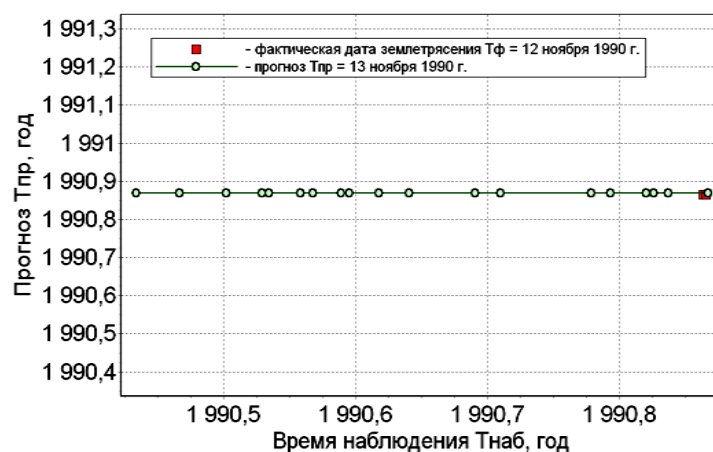


Рисунок 31 – Прогноз землетрясения по величине комплексного параметра

Таблица 9 – Прогноз землетрясения по комплексному параметру (ст. Тау-Тургень) (фактическая дата землетрясения 12.11.1990)

Дата прогнозирования	26.10.1990	28.10.1990	1.11.1990	12.11.1990
Прогноз даты землетрясения	13.11.1990	13.11.1990	13.11.1990	13.11.1990
Отклонение прогноза от фактической даты	-0.0 %	-0.0 %	-0.0 %	-0.0 %

Протокол № 9

среднесрочного прогноза землетрясения по комплексному параметру (ст. Тау-Тургень)

<p>Дата прогнозирования: 28.10.1990 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 13.11.1990 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью P=0.95 в следующих границах: от 11.11.1990 г. до 16.11.1990 г.</p>	<p>Дата прогнозирования: 1.11.1990 г.</p> <p>ПРОГНОЗ: Прогноз наиболее вероятной даты землетрясения составляет: 13.11.1990 г.</p> <p>и изменяется с доверительной вероятностью P=0.95 в следующих границах: от 11.11.1990 г. до 16.11.1990 г.</p>
---	--

В таблице 10 приведены результаты сопоставления фактического значения даты землетрясения и результатов ее прогнозирования.

На рисунке 32 приведены сводные данные об изменении частоты периодической составляющей, определенной на заключительном этапе подготовки землетрясения.

Таблица 10 – Фактическая и прогнозная даты землетрясения и их отличие

Название землетрясения (природа исходных данных, место измерений)	Фактическая дата землетрясения	Прогноз даты землетрясения	Отклонение прог- ноза от фактической даты землетрясения dt, сутки
Таваксайское (аномальная вариация магнитного поля)	06.12.1977 г.	11.12.1977 г.	-5
Алайское (аномальная вариация магнитного поля)	02.11.1978 г.	03.11.1978 г.	-1
Заилийское (аномальный поток глубинных газов в Заилийской зоне Северного Тянь-Шаня)	30.11.1982 г.	01.12.1982 г.	-1
Кокандское (ступенчатая специфическая аномалия магнитного поля на ст. Коканд)	14.10.1987 г.	16.10.1987 г.	-2
Тау-Тургеньское (комплексный параметр, рассчитанный для ст. Тау- Тургень)	05.05.1990 г.	02.05.1990 г.	3
	12.11.1990 г.	13.11.1990 г.	-1
Чимионское (аномальная вариация магнитного поля на ст. Чимион в 1981-1992 гг.)	04.09.1992 г.	10.09.1992 г.	-6
Алма-Арасанское (дебет наблюдательной скважины на ст. Алма–Арасан)	29.04.2013 г.	26.04.2013 г.	3
	19.08.2018 г.	22.08.2018 г.	-3

Рассмотренные в статье примеры прогнозирования землетрясений посредством анализа прогностических кривых свидетельствует об эффективности данного метода прогнозирования сейсмических событий. Причем, метод позволяет получать, как правило, в пределах 1–6 суток, упреждающий прогноз начала периода обострения сейсмообстановки в подконтрольном сейсмоопасном регионе.

Метод основывается на выделении из прогностической кривой периодической составляющей, в качестве модели которой используется логопериодическая функция.

Ключевым параметром модели является время наступления землетрясения, которое, благодаря особенностям математического описания логопериодической функции, удастся определять задолго до катастрофы. В статье наглядно показано, что данные особенности модели устойчиво проявляются при анализе поведения в подготовительный период различных по физической природе предвестников землетрясения.

Идентификация параметров модели периодической составляющей позволяет:

- составлять прогноз начала периода обострения сейсмообстановки и контролировать его вариацию на протяжении всего периода подготовки землетрясения;
- контролировать поведение частоты периодической составляющей, особенно, на заключительном этапе подготовки землетрясения, в преддверии возникновения стихийного бедствия, когда частота периодической составляющей возрастает (рисунок 32).

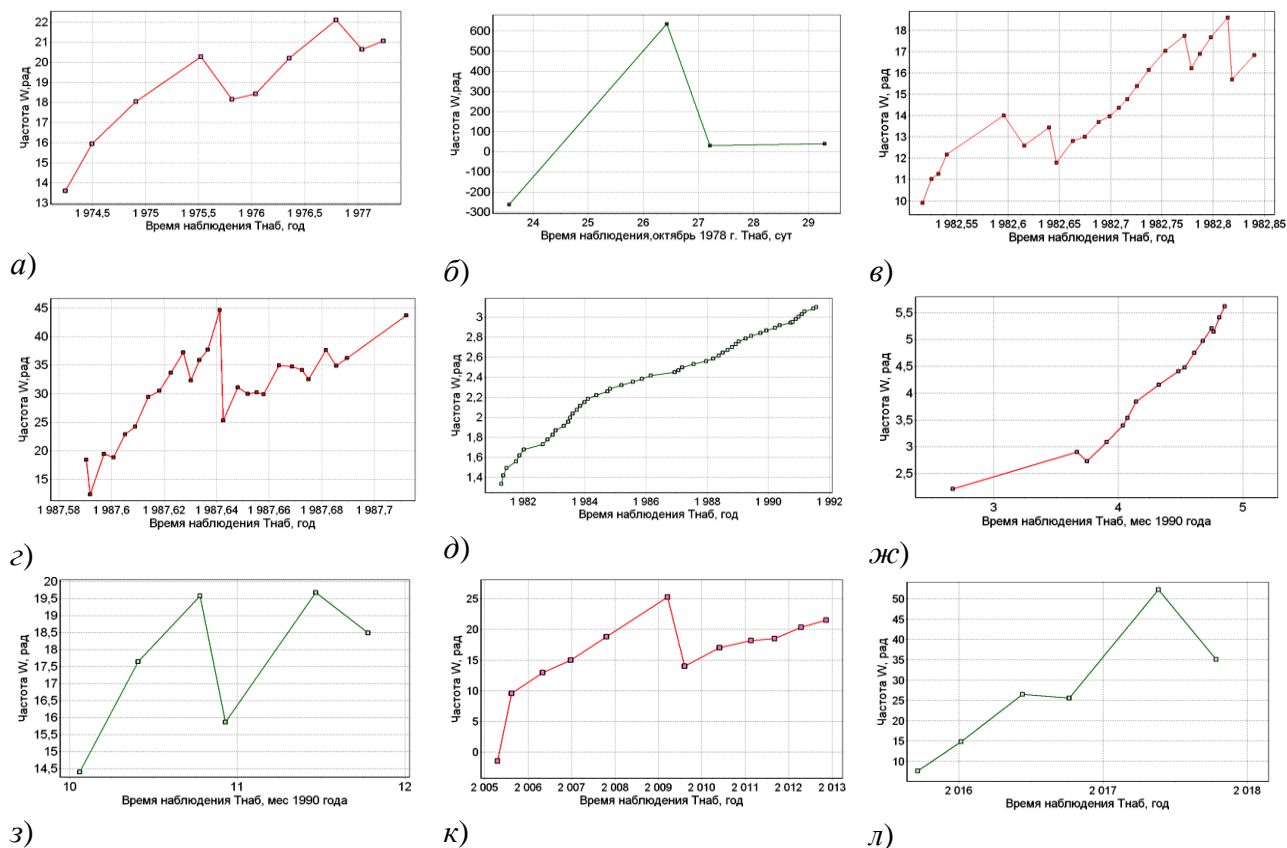


Рисунок 32 – Изменение частоты периодической составляющей на заключительном этапе подготовки землетрясений: а) Таваксайского; б) Алайского; в) Заилийского; г) Кокандского; д) Чимионского; ж) Тау-Тургеньского 05.05.1990 г.; з) Тау-Тургеньского 12.11.1990 г.;к) Алма-Арасанского 29.04.2013 г.; л) Алма-Арасанского 19.08.2018 г.

Выводы

Разработана и апробирована на основе сведений о поведении прогностических кривых, описывающих поведение различных по физической природе признаков землетрясений, методика прогнозирования начала периода обострения сейсмообстановки в подконтрольном сейсмоопасном регионе.

Литература:

1. Абдуллабеков К.Н., Максудов С.Х., Туйчиев А.И. Состояние научных исследований по проблеме прогнозирования землетрясений и дальнейшие пути их развития // Проблемы сейсмологии. – 2021. – №2, Т.3.– С.17–27.
2. Уломов В.И. Методика поиска прогностических признаков землетрясений // Информационное сообщение АН УзССР. – № 186. – 1977. – С.1–11.

3. Любушин Ф.Ф. Прогноз великого Японского землетрясения // Природа. – 2012. – №8. – С.23–32.
4. Подлазов А.В. Режимы с обострением с комплексными показателями. Логопериодические колебания в модели разрыва пучка волокон // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. – 2009. – № 35.
5. Рихтер Ч.Ф. Элементарная сейсмология –М.: Иностранная лит., 1963. – 665с.
6. Нагорный В.В. Прогнозирование землетрясения на основе представления периода его подготовки, как процесса, развивающегося в режиме с обострением // Известия НТО «КАХАК». – 2023. – № 1(79). – С. 42–58.
7. Sornette D. Predictability of catastrophic events: Material rupture, earthquakes, turbulence, financial crashes, and human birth // February 19, 2002. – С.2522–2529. – <https://doi.org/10.1073/pnas.022581999>
8. Уренцов О. В. Проверка возможности предсказания кризисов на финансовом рынке с помощью метода Д. Сорнетте // Труды ИСА РАН. – 2008. – Т. 40. – С.174–191.
9. Liberatore V. Computational LPPL fit to financial bubbles // arXiv:1003.2920v2 [q-fin CP]. – 30 Jan 2011. – С.1–12
10. Муминов М.Ю., Кучкаров К.И., Каримов Ж. и др. О дальности распространения геомагнитных предвестников землетрясений // Проблемы сейсмологии. – Ташкент, 2021. – №2, Т.3. – С. 34–51
11. Абдуллаев А.У. Холодная дегазация литосферы Тянь-Шаня как показатель его геодинамической активности и сейсмической опасности // «Инновационные технологии в решении актуальных проблем сейсмологии, гидрогеологии и инженерной геологии». Материалы международной конференции, посвященной 110-летию академика Г.А. Мавлянова (20-21 октября 2020 г.). – 2020. – С.72–75.
12. Абдуллаев А.У., Турабаева Ж.Т. Среднесрочное прогнозирование сильных землетрясений на основе анализа многолетнего хода гидрогеодинамических параметров подземных вод в сейсмоактивных районах // Сборник докладов международной научной конференции «Инновационные технологии в решении актуальных проблем сейсмологии, гидрогеологии и инженерной геологии. Посвящается 110-летию академика Г.А.Мавлянова . (20-21 октября 2020 г.). – 2020. – С.86-90.
13. Абдуллаев А.У., Есенжигитова Е.Ж. Гидрогеохимические и гидрогеодинамические методы прогноза сильных землетрясений в Казахстане // Azərbaycan ərazisində seysmoproqnoz məşhidələrin kataloqu. – 2011. – səh. 69–76.

References:

1. Abdullabekov K.N., Maksudov S.H., Tujchiev A.I. Sostojanie nauchnyh issledovanij po probleme prognozirovanija zemletrjasenij i dal'nejshie puti ih razvitija // Problemy sejsmologii. – 2021. – №2, Т.3. – С. 17–27.
2. Ulomov V.I. Metodika poiska prognosticheskikh priznakov zemletrjasenij // Informacionnoe soobshhenie AN UzSSR № 186. – 1977. – S. 1–11.
3. Ljubushin F.F. Prognoz velikogo Japonskogo zemletrjasenija // Priroda. – 2012. – №8. – S.23–32.
4. Podlazov A.V. Rezhimy s obostreniem s kompleksnymi pokazateljami. Logoperiodicheskie kolebanija v modeli razryva puchka volokon // Preprinty IPM im. M.V. Keldysha. – 2009. – № 35.
5. Rihter Ch.F. Jelementarnaja sejsmologija. – M.: Inostrannaja lit., 1963. – 665s.
6. Nagornyj V.V. Prognozirovanie zemletrjasenija na osnove predstavlenija perioda ego podgotovki, kak processa, razvivajushhegosja v rezhime s obostreniem // Izvestija NTO «КАНАК». – 2023. – № 1(79). – С. 42–58.
7. Sornette D. Predictability of catastrophic events: Material rupture, earthquakes, turbulence, financial crashes, and human birth // February 19, 2002. – С. 2522–2529. – <https://doi.org/10.1073/pnas.022581999>
8. Urencov O. V. Proverka vozmozhnosti predskazanija krizisov na finansovom rynke s pomoshh'ju metoda D. Sornette // Trudy ISA RAN. – 2008. – Т. 40. – S.174–191.
9. Liberatore V. Computational LPPL fit to financial bubbles // arXiv:1003.2920v2 [q-fin CP]. – 30 Jan 2011. – С. 1–12

10. Muminov M.Ju., Kuchkarov K.I., Karimov Zh. O dal'nosti rasprostraneniya geomagnitnyh predvestnikov zemletrjasenij // Problemy seismologii. – Tashkent, 2021.– №2, T.3. – S. 34–51

11. Abdullaev A.U. Holodnaja degazacija litosfery Tjan'-Shanja kak pokazatel' ego geodinamicheskoy aktivnosti i seismicheskoy opasnosti// «Innovacionnye tehnologii v reshenii aktual'nyh problem seismologii, gidrogeologii i inzhenernoj geologii». Materialy mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennoj 110-letiju akademika G.A. Mavljanova (20-21 oktjabrja 2020 g.). – 2020. – S.72–75.

12. Abdullaev A.U., Turabaeva Zh.T. Srednesrochnoe prognozirovanie sil'nyh zemletrjasenij na osnove analiza mnogoletnego hoda gidrogeodinamicheskix parametrov podzemnyh vod v seismoaktivnyh rajonah // Sbornik dokladov mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Innovacionnye tehnologii v reshenii aktual'nyh problem seismologii, gidrogeologii i inzhenernoj geologii. Posvjashhaetsja 110-letiju akademika G.A.Mavljanova . (20-21 oktjabrja 2020 g.). – 2020. – S.86–90.

13. Abdullaev A.U., Esenzhigitova E.Zh. Gidrogeohimicheskie i gidrogeodinamicheskie metody prognoza sil'nyh zemletrjasenij v Kazahstane// Azərbaycan ərazisində seysmoproqnoz müşahidələrin kataloqu. – 2011. – P. 69-76.

Поступила 10 апреля 2023г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

МРНТИ55.47.81

УДК 629.7.054

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ СИСТЕМОЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ЕЕ ИНТЕГРАЦИЕЙ НА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ

Искендерова С.А.

*Национальная Авиационная Академия, Баку, Азербайджан
e-mail: isgandarova91@gmail.com*

В последние десятилетие беспилотные летательные аппараты (БПЛА) или дроны стали повсеместной и неотъемлемой частью нашей жизни. Они проявляются в большом разнообразии в самых различных приложениях для экономических, коммерческих, развлекательных, военных и академических целей. Это связано с технологическими тенденциями и быстрым прогрессом в области управления, миниатюризации и компьютеризации, кульминацией которых являются безопасные, легкие, надежные, более доступные и экономичные БПЛА.

В статье рассматриваются вопросы применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) как в промышленности в целом, так и в отдельных её отраслях. Также более подробно описана эксплуатация беспилотных летательных аппаратов в авиации. Рассмотрены проблемы, существующие на сегодняшний день в этой сфере, а также методы решения этих проблем с помощью беспилотных технологий. Объяснена важная взаимосвязь между системой автоматического управления и ее интеграцией в беспилотные летательные аппараты. Подробно описывается техническая составляющая дрона, а также взаимосвязь между каждым звеном технических средств автоматизации. Приведен пример программного обеспечения, посредством которого осуществляется управление беспилотных летательных аппаратов. Дополнительно рассматриваются сценарии применения, потенциальные проблемы и проблемы безопасности.

***Ключевые слова:** дрон (БПЛА), планирование пути, аккумуляторы, зарядка, приложения, обототехника, автоматизация, система автоматического управления, математическая модель.*

Соңғы онжылдықта ұшықшысыз ұшу аппараттары (ұшықшысыз ұшу аппараттары) немесе дрондар біздің өміріміздің кең таралған және ажырамас бөлігіне айналды. Олар экономикалық, коммерциялық, ойын-сауық, әскери және академиялық мақсаттарға арналған әртүрлі қосымшаларда үлкен әртүрлілікте көрінеді. Бұл қауіпсіз, жеңіл, сенімді, қол жетімді және үнемді ұшықшысыз ұшу аппараттарының басқару, миниатюризация және компьютерлендіру саласындағы технологиялық үрдісі мен жылдам жетістігіне байланысты.

Мақалада жалпы өнеркәсіпте де, оның жекелеген салаларында да ұшықшысыз ұшу аппараттарын (ҰҰА) қолдану мәселелері қарастырылады. Сондай-ақ, авиациядағы ұшықшысыз ұшу аппараттарының жұмысы толығырақ сипатталған. Бүгінгі таңда осы саладағы мәселелер, сондай-ақ осы мәселелерді ұшықшысыз технологиялармен шешу әдістері қарастырылды. Автоматты басқару жүйесі мен оның ұшықшысыз ұшу аппараттарына интеграциясы арасындағы маңызды байланыс түсіндірілді. Ұшықшысыз ұшақтың техникалық компоненті, сонымен қатар автоматтандырудың техникалық құралдарының әр буыны арасындағы байланыс егжей-тегжейлі сипатталды. Ұшықшысыз ұшу аппараттарын басқару жүзеге асырылатын бағдарламалық

жасақтаманың мысалы келтірілген. Қосымша қолдану сценарийлері, ықтимал мәселелер және қауіпсіздік мәселелері қарастырылады.

Түйінді сөздер: дрон (ұшқышсыз ұшу аппараттары), жолды жоспарлау, батареялар, зарядтау, қолданбалар, робототехника, автоматтандыру, автоматты басқару жүйесі, математикалық модель.

In the last decade, unmanned aerial vehicles (UAVs) or drones have become a ubiquitous and integral part of our lives. They appear in great variety in a wide variety of applications for economic, commercial, entertainment, military and academic purposes. This is due to technological trends and rapid advances in control, miniaturization and computerization, culminating in safer, lighter, more reliable, more accessible and cost-effective UAVs.

The article discusses the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) both in industry as a whole and in its individual branches. The operation of unmanned aerial vehicles in aviation is also described in more detail. The problems that exist today in this area, as well as methods for solving these problems using unmanned technologies, are considered. The important relationship between the automatic control system and its integration into unmanned aerial vehicles is explained. The technical component of the drone is described in detail, as well as the relationship between each link of technical automation equipment. An example of software through which unmanned aerial vehicles are controlled is given. Additionally, application scenarios, potential problems, and security issues are discussed. Finally, future research directions are identified to further improve the research work.

Keywords: drone (UAV), path planning, batteries, charging, applications, robotics, automation, automatic control system, mathematical model.

Введение

Современная авиация на нынешнем этапе её развития находится в состоянии интенсивного совершенствования и развития. С одной стороны, это связано с расширением спектра стратегических и тактических мер, продиктованного освоением околоземного космического пространства.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), также известные как дроны, широко используются и привлекли к себе значительное внимание ученых за последнее десятилетие. Большинство исследований посвящено мультикоптерам из-за простоты их механизмов управления и высокой точности позиционирования. Сообщается также о других типах БПЛА, но количество этих исследований сравнительно невелико. Существует несколько ограничений на практическое внедрение БПЛА в различных сценариях применения. Одним из них является продолжительность полета, которая ограничена из-за питания, обеспечиваемого батареями. Эту проблему можно решить за счет разработки различных типов батарей с использованием гибридных систем или двигателей внутреннего сгорания. Еще одним перспективным решением является док-станция, которая может заряжать или заменять аккумуляторы, хранить и даже выполнять задачи связи с БПЛА [1]. Док-станции могут решить проблему долговечности аккумуляторов и поставить БПЛА на шаг впереди в области автономных систем.

Сегодня во всем мире стремительно развиваются технологии, в том числе автоматизация, технологические прорывы в индустриализации и в отраслях, которые с ней связаны, позволяют смотреть по-новому на существующие проблемы и решить их новыми современными и актуальными способами. Беспилотные технологии настолько универсальны, что могут решить достаточно много задач в различных отраслях, таких как:

транспорт, телекоммуникации, энергоэффективность, геодезия, нефтегазовая отрасль, оперативное страхование и т.д.

На данный момент существуют системы контроля ПДК (предельно допустимой концентрации), позволяющие осуществлять эффективный и непрерывный контроль превышения ПДК вредных веществ в воздушном пространстве на больших территориях, не подвергая при этом опасности жизнь и здоровье людей – создание автоматизированной системы для мониторинга вредных веществ на базе беспилотного летательного аппарата. Быстрая и достаточно легкая замена контрольно-измерительных приборов обеспечивает адаптивность БПЛА для исследования различных загрязнителей [4]. Конечная цель развития программы – формирование конкурентоспособной отрасли беспилотных авиационных систем с выходом на лидирующие мировые позиции.

Основными факторами актуальности автоматизированной системы мониторинга на базе БПЛА являются:

- высокая скорость проведения;
- большая зона покрытия;
- возможность работы в автономном режиме в ограниченной зоне радиобмена.

Цель исследования

БПЛА относятся к пилотируемым летательным аппаратам, которые выполняют несколько задач без помощи человека. Ими можно управлять удаленно с помощью различных электронных устройств, таких как микропроцессоры и датчики. БПЛА могут выполнять автономные операции в районах, где присутствие человека опасно для его здоровья.

Цель исследования – повышение эффективности процессов воздушного контроля и измерений за счет разработки и применения автоматизированной системы на базе беспилотного летательного аппарата. Внедрение дронов решает ряд проблем в авиации. Беспилотные технологии являются неотъемлемой частью технологического прорыва в промышленности и конкретно в сфере автоматизации. Использование дронов без систем автоматизации обеспечило бы меньший прирост эффективности в используемых отраслях, поскольку ручное управление сразу подразумевает ошибки, связанные с человеческим фактором, что привело бы к снижению эффективности выполнения поставленных задач. Следовательно, при использовании дронов можно выявить взаимосвязь между эффективностью дрона, то есть его значимостью, и его системой автоматизации. Согласно, чем выше качество, стабильность и точность системы автоматизации, тем выше эффективность использования дрона [2].

Сегодня в мире существует множество различных разработок систем автоматического управления дроном, как самолетного типа, так и мультироторного. Системы автоматического управления дроном в основном направлены на автоматический полет по определенному маршруту и стабилизацию в пространстве. Стабилизация в пространстве означает управление положением беспилотного летательного аппарата относительно пространственных углов тангажа, крена и рыскания. В литературе их можно встретить как углы Крылова или углы Эйлера. Автоматический полет по маршруту, в свою очередь, подразумевает позиционирование или преодоление определенной точки пространства с координатами x , y , z или точки с определенной широтой, долготой и высотой. Системы автоматического управления (САУ) беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) принципиально делятся на 2 категории - мультироторного БПЛА (квадрокоптеры (рисунок 1), октокоптеры, трикоптеры и т.д.) и БПЛА с неподвижным крылом, т.е.

самолетного типа. Как правило, САУ БПЛА в большинстве случаев являются адаптивными, имеют несколько внутренних перекрестных связей и основаны на принципе регулирования по углу, угловой скорости и угловому ускорению.

Для процесса управления полетом дрона по заданной траектории целесообразно включить изменение скорости вращения двигателей (что также является изменением тяги двигателей) – $u_1 \dots 4$. В качестве управляемого возмущения целесообразно включить вес коптера f_2 . Все остальные входные воздействия, кроме управляющего воздействия и управляемого возмущения f_1 , будут относиться к неуправляемым возмущениям [3].

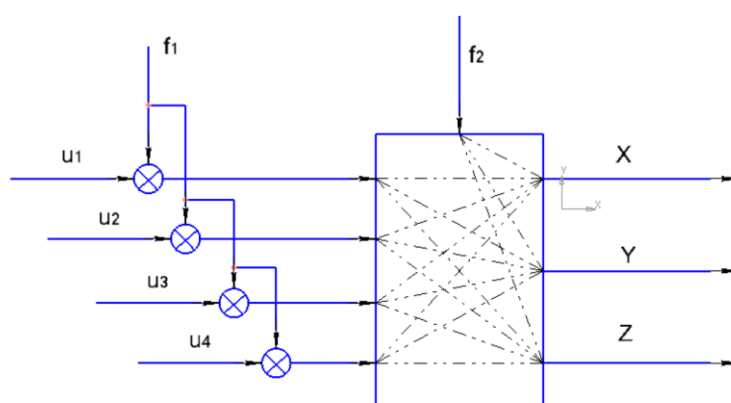


Рисунок 1 – Структурная схема квадрокоптера как объекта управления

Материалом исследования являются технологические процессы и стандарты в области контроля и измерения воздуха. Исследование проводится на базе квадрокоптера (рисунок 2).



Рисунок 2 – Квадрокоптер

Классификация и описание математической модели

БПЛА бывают самых разных характеристик, оборудования, размеров, дальностей и форм. Существуют различные типы БПЛА: с неподвижным крылом, с одним винтом, гибридный с неподвижным крылом и мультикоптер. БПЛА с неподвижным крылом состоят из основного корпуса, крыльев, пропеллера и двигателя.

БПЛА с неподвижным крылом – это беспилотные летательные аппараты, которые часто используются для аэрофотосъемки и проверки линий электропередачи. Такие БПЛА не способны зависать или летать вперед. Однако производство одновинтовых БПЛА обходится дорого и требует профессиональной подготовки. Эти беспилотные летательные аппараты механически сложны и чувствительны к препятствиям, таким как вибрация. В сравнении с ними, мультироторные БПЛА являются наиболее доступными и простыми в сборке. Эти беспилотные летательные аппараты часто используются для фото и видеонаблюдения. Квадрокоптеры [4] являются наиболее часто используемыми БПЛА. Они завоевали

популярность благодаря своей вертикальной посадке или быстрой маневренности, низкой стоимости и компактным размерам.

Математическая модель объекта управления – дрона [2] – основана на законах физики. На квадрокоптер влияют такие физические аспекты, как аэродинамика, моменты инерции, крутящий момент, гравитация и гироскопический эффект. Ниже представлена таблица с физическими эффектами, возникающими во время полета дрона. Вращение твердого тела в пространстве можно параметризовать с помощью нескольких методов, таких как углы Эйлера, углы кватернионов и углы Тейта-Брайана. Дрон движется в пространстве за счет результирующего вектора направления, который, в свою очередь, зависит от скорости вращения каждого из четырех двигателей. Двигатели создают тягу и крутящий момент относительно центра масс конструкции дрона. В аэрокосмической технике оси направлены так же, как у самолета, движущегося в положительном направлении x : правая сторона соответствует положительному направлению y , а вертикальная сторона соответствует положительному направлению z .

На основе законов физики и матриц вращения были выведены математические зависимости и законы управления, которые стали в основной математической модели, собранной в среде MatlabSimulink (рисунок 3). Модель включает уравнения движения в пространственных координатах и углах.

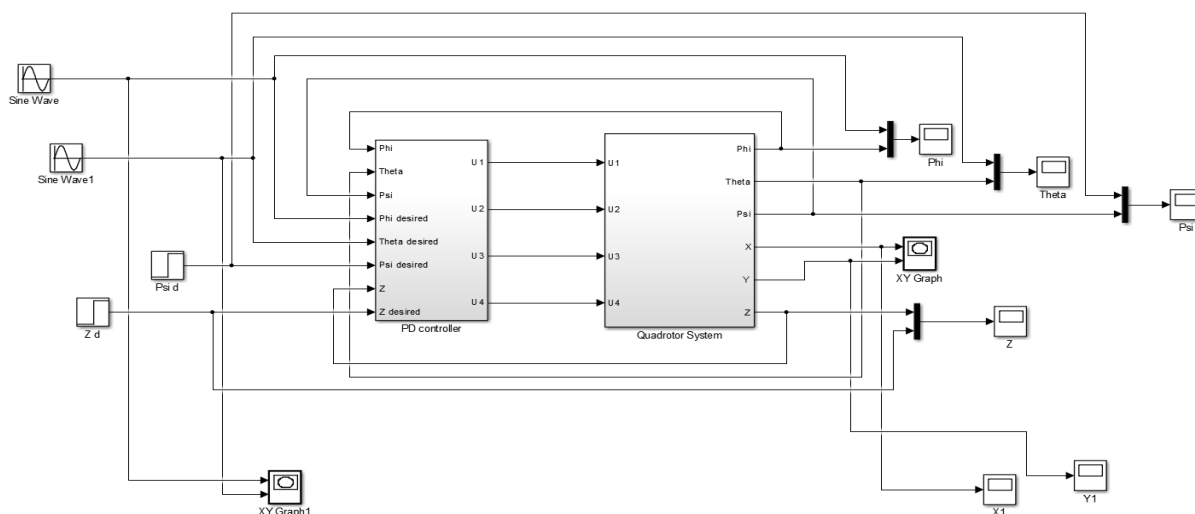


Рисунок 3 – Математическая модель квадрокоптера, собранная в среде SimulinkMatlab

В рамках идентификации математической модели был проведен ряд активных экспериментов на собранном рабочем прототипе, а также активный эксперимент по получению аэродинамических характеристик воздушных винтов [5]. В результате эксперимента были получены аэродинамические характеристики винтов.

Результаты исследования и обсуждение

На сегодняшний день система управления беспилотными летательными аппаратами для автоматизации контрольно-измерительных работ в воздушном пространстве может быть представлена следующими участниками: БПЛА, оператор, диспетчер на удаленной части, диспетчер на наземной части; блок записи данных на SD-карту, блок измерения показаний

окружающей среды (относительная влажность, температура, атмосферное давление), блок GPS/ГЛОНАСС.

Оператор должен настроить и откалибровать датчики «на земле», а затем управлять БПЛА напрямую, вручную или автоматически [5], согласно программе полета. Сбор данных должен иметь возможность осуществляться как в виде непрерывного процесса (с максимально возможной частотой самого «медленного» датчика), так и через заданный интервал времени. Анализ полученных данных от датчиков, установленных на БПЛА, осуществляется как непосредственно в процессе управления, используя показания с пульта оператора, так и после полета, на основе записей с SD-карты [5].

Для изучения полученных данных в настоящее время существует ряд программ, предназначенных для автоматизированной обработки информации по результатам мульти- и гиперспектральных съемок в интересах изучения состояния компонентов окружающей среды. Они включают набор процедур предварительной коррекции, преобразования и различные методы классификации, включая объектно-ориентированную сегментацию изображений в сочетании с геоинформационными технологиями.

Рабочий прототип квадрокоптера был собран на базе полетного контроллера Pixhawk, бесщеточных электродвигателей постоянного тока, GPS-навигатора, радиотелеметрического комплекта и регуляторов оборотов двигателя.

Контроллер полета включает в себя встроенный гироскоп, акселерометр, компас и барометр. В качестве контроллера полета на борту дрона можно использовать такой контроллер, как Pixhawk. Pixhawk – это новая усовершенствованная система автопилота, основанная на проекте PX4 с открытым исходным кодом и созданная 3dRobotics. Среди основных преимуществ — быстрый, мощный 32-битный процессор и датчики от известной компании STMicroelectronics® и операционная система реального времени NuttX, обеспечивающая невероятную производительность, гибкость и надежность при управлении любым автономным устройством. Преимуществами платы Pixhawk являются встроенная многопоточность, Unix/Linux-подобная среда и совершенно новые функции автопилота. Основной модуль Pixhawk может быть расширен дополнительными опциями, такими как цифровой датчик воздушной скорости, поддержка внешних разноцветных светодиодных индикаторов, внешний компас и т. д. В роли датчика будет выступать GPS, который будет предоставлять информацию о геопозиции дрона и дополнительно отслеживать высоту его полета. UbloxNEO – модуль M8N с компасом.

Двигатели – один из основных приводов на борту дрона. Дроны и все БПЛА используют бесколлекторные (бесщеточные) трехфазные двигатели постоянного тока. При их подборе следует обратить внимание на их номинал, а именно количество оборотов в вольтах (КВ), диаметр статора и ротора в данном случае равен 2213. Двигатели в первую очередь следует подбирать с охлаждением, чтобы они не изнашивались, как можно меньше перегревались и могли бы работать более стабильно в жаркую погоду. Также следует выбирать двигатели в зависимости от веса конструкции дрона. Если дрон весит больше, необходимо подбирать двигатели с меньшим КВ и большим размером винта, тем самым, создавая больший крутящий момент, то есть, создавая большую тягу для подъема конструкции дрона. Также следует обратить внимание на двигатели, специально созданные для многовинтовых аппаратов, поскольку между этими двигателями и двигателями, предназначенными для авиационных БПЛА, имеются различия.

Регулятор оборотов двигателя. Имеется небольшая плата с микроконтроллером, который при получении сигнала от полетного контроллера (широтно-импульсная модуляция)

увеличивает или уменьшает количество оборотов двигателя. Длительность импульса ШИМ варьируется в диапазоне 1-2 микросекунд. При 1 микросекунде двигатель выключается, при 1,5 микросекунде двигатель работает на 50% и при ширине импульса 2 микросекунды двигатель работает на максимальной мощности, совершая максимальное количество оборотов. Регуляторы, как и двигатели, необходимо подбирать в первую очередь под тип дрона; Существует значительная разница между регуляторами самолетного и многовинтового типа. На многовинтовых регуляторах рабочая частота составляет не менее 600 Гц, а в самолетах – 400 Гц [6].

Описание программного обеспечения

БПЛА способны играть важную роль в задачах обработки данных и решении проблем. Несколько алгоритмов используются для оптимизации, автономности и планирования пути. Эти инструменты могут свести к минимуму человеческую помощь и инфраструктуру, необходимую для различных задач, таких как связь.

Программное обеспечение, установленное на БПЛА, признано важным фактором создания стоимости. Эта концепция сопровождала расширение отраслей и компаний, производящих программное обеспечение. В число этих компаний входят SkyworksAerialSystem (США), SkyWards (США), RedBird (Франция), PIX4D (Швейцария), MapBox (США), DroneDeploy (США), Dedrone (Германия) и Airware (США).

Программное обеспечение дрона может управляться несколькими программами. Программы для управления дроном называются «наземными станциями», поскольку управление происходит удаленно, и «наземная станция» получает информацию о состоянии дрона со своего борта. Одной из таких программ является QgroundControl. В этой программе можно настроить как сам дрон, так и его полетное задание [6]. Это программное обеспечение очень гибкое, так как поддерживается операционными системами Windows, MacOS, Android, IOS, т.е. возможна установка их на мобильные устройства, такие как смартфоны и планшеты.

Заключение

Поскольку БПЛА привлекли значительное внимание исследователей, публикуется все больше и больше патентов и научных статей в этой области. Следствием этих инноваций является быстрое расширение исследований и разработок БПЛА. Кроме того, потребность в высокой мобильности, большей автономности и дальности действия БПЛА привела к разработке новых систем замены аккумуляторов, док-станций и точной посадки. Объяснена важная связь между системой автоматического управления и ее интеграцией в беспилотные летательные аппараты.

Подводя итог, можно сказать, что дроны являются неотъемлемой частью робототехники и автоматизации. Это объясняется тем что, на производительность и качество работы БПЛА влияет его система автоматизации, а именно алгоритмы управления и точность приборов.

Литература:

1. Овечкин М.В., Гедзь А.В. Автоматизация контрольно-измерительных работ в воздушном пространстве с использованием БПЛА //Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 11-2. – С. 266-270.
2. Ильюшко В.М., Митрахович М.М., Самков А.В., Силков В.И. Беспилотные летательные аппараты: методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик. 2009. 302 с.

3. Богословский С.В., Дорофеев А.Д. Динамика полёта летающих аппаратов, учебное пособие. – СПб: СПбГУАП., 2002. – 64с.
4. Гурьянов А.Е. Моделирование управления квадрокоптером // электронный научно-технический журнал «Инженерный вестник», Россия. МГТУ им. Баумана, Издатель: Общероссийская общественная организация "Академия инженерных наук им. А.М. Прохорова". –2014. – С 522–534
5. Балыбердин В.А., Белевцев А.М., Степанов О.А. Оптимизация информационных процессов в автоматизированных системах с распределенной обработкой данных. – М.:Технология, 2002. – 280 с.
6. Габуев К.О., Гонгало В.О., Кучеренко Н.А., Шипко А.И. Система автоматического управления беспилотного летательного аппарата //Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – 2018. – Т. 10, Выпуск 4. – С. 57-62;

References:

1. Ovechkin M.V., Gedz' A.V. Avtomatizacijakontrol'no-izmeritel'nyhrabot v vozdušnomprostranstve s ispol'zovaniem BPLA //Sovremennyenaukoemkietehnologii. – 2021. – № 11-2. – S. 266-270.
2. Il'jushko V.M., Mitrahovich M.M., Samkov A.V., Silkov V.I. Беспилотные летательные аппараты: методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик. 2009. 302 с.
3. Bogoslovskij S.V., Dorofeev A.D. Dinamika poljota letajushhih apparatov, uchebnoe posobie/ SPbGUAP. SPb, 2002. S 64.
4. Gur'janov A.E. Modelirovanie upravlenija kvadrokopterom / jelektronnyj nauchno-tehnichekij zhurnal «Inzhenernyjvestnik», Rossija. MGTU im. Baumana, Izdatel': Obshherossijskaja obshhestvennaja organizacija "Akademija inzhenernyh nauk im. A.M. Prohorova".2014. S 522-534
5. Balyberdin V.A., Belevcev A.M., Stepanov O.A. Optimizacija informacionnyh processov v avtomatizirovannyh sistemah s raspredeľennoj obrabotkoj dannyh. – М.:Технология, 2002. – 280 с.
6. Gabuev K.O., Gongalo V.O., Kucherenko N.A., Shipko A.I. Sistema avtomaticheskogo upravlenija bespilotnogo letatel'nogo apparata // Avtomatizacija tehnologicheskikh i biznes-processov. – 2018. – Т. 10, Issue 4. – S. 57-62.

Поступила 15 декабря 2023 г.

МРНТИ 04.01.29

УДК 316.1

MEGAPOLIS AS A NEURAL NETWORK

Kabdushev Sh. B.¹, Shaltykova D.B¹, Kadyrzhan A.B.², Suleimenov I.E.¹, Matrassulova D.K².

¹*National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan*

²*Almaty University of Power Engineering and Telecommunications*

named after Gumarbek Daukeev

Almaty, Republic of Kazakhstan

e-mail: aru.kadyrzhan@gmail.com

On the base of neural network theory of society, it is shown that any megapolis, especially the one with a significant history, has a well-defined information component, which was previously intuitively interpreted as the “soul of the city”. The material component, including historical buildings, etc., also plays a significant role in the formation of the “soul of the city.” This is due to the fact that the urban environment has a significant influence on the formation of the transpersonal level of information processing, determined by the nature of interpersonal communications. The metropolis is a dialectical unity of material and informational/spiritual components, the latter also existing objectively. These conclusions allow us to consider the metropolis as a systemic integrity and even as a kind of analogue of a biological organism developing in accordance with objective laws. It is demonstrated that proposed approach is also of direct practical interest from the point of view of the transition to the mass use of unmanned aerial vehicles in a megapolis. In this case, it makes importance to switch to neural network control of swarms of such devices, which means embedding an artificial neural network into the neural network structure that is historically formed in each particular megapolis. It is shown that the rational substantiation of the existence of the “spirit of the city” also makes it possible to raise the issue of conducting environmental monitoring and reducing the harmful effects of pollution of the urban environment using purposefully created civil society institutions that use information technologies specially developed for this purpose.

Keywords: *megapolis, neural network, transpersonal level of information processing, interpersonal contacts, genius loci, environmental monitoring, unmanned aerial vehicle.*

Қоғамның нейрондық желі теориясына сүйене отырып, кез келген мегаполистің, әсіресе маңызды тарихы бар мегаполистің бұрын интуитивті түрде «қаланың жаны» ретінде түсіндірілетін нақты анықталған ақпараттық құрамдас бөлігі болатыны көрсетілген. «Қала жанын» қалыптастыруда материалдық құрамдас бөлік, оның ішінде тарихи ғимараттар және т.б. да маңызды рөл атқарады. Бұл қалалық ортаның тұлға аралық коммуникациялар сипатымен анықталатын ақпаратты өңдеудің трансперсоналды деңгейін қалыптастыруға айтарлықтай ықпал етуімен байланысты. Мегаполис – бұл материалдық және ақпараттық/рухани құрамдастардың диалектикалық бірлігі, оған қоса соңғысы объективті түрде де болады. Бұл тұжырымдар мегаполисті жүйелік тұтастық және тіпті объективті заңдылықтарға сәйкес дамып келе жатқан биологиялық организмнің өзіндік аналогы ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Ұсынылған тәсіл елорда аумағында ұшқышсыз ұшу аппараттарын жаппай пайдалануға көшу тұрғысынан да тікелей практикалық қызығушылық тудыратыны көрсетілген. «Қала рухының» болуын ұтымды негіздеу сонымен қатар ақпаратты пайдаланатын мақсатты түрде құрылған азаматтық қоғам

институттарын пайдалана отырып, экологиялық мониторинг жүргізу және қалалық қоршаған ортаның ластануының зиянды әсерін азайту мәселесін көтеруге мүмкіндік беретіні көрсетілген. Осы мақсат үшін арнайы әзірленген ақпараттық технологиялар қолданылады.

Түйінді сөздер: *мегаполис, нейрондық желі, ақпаратты өңдеудің трансперсоналды деңгейі, тұлғааралық байланыстар, genius loci, қоршаған ортаны бақылау, ұшқышсыз ұшу аппараты.*

На основе нейросетевой теории общества показано, что любой мегаполис, особенно имеющий значимую историю, имеет четко выраженную информационную составляющую, которая ранее интуитивно трактовалась как «душа города». В формировании «души города» существенную роль играет также материальная составляющая, включая исторические здания и т.д. Это обусловлено тем, что на формирование надличностного уровня переработки информации, определяемого характером межличностных коммуникаций, существенное влияние оказывает городская среда. Мегаполис представляет собой диалектическое единство материальной и информационной/духовной составляющих, причем последняя также существует объективно. Данные выводы позволяют рассматривать мегаполис как системную целостность и даже как своего рода аналог биологического организма, развивающегося в соответствии с объективными закономерностями. Показано, что предлагаемый подход представляет также непосредственный практический интерес с точки зрения перехода к массовому использованию беспилотных летательных аппаратов в условиях мегаполиса. Показано, что рациональное обоснование существования «души города» позволяет также поставить вопрос о проведении экологического мониторинга и снижении вредных последствий загрязнения городской среды с использованием целенаправленно создаваемых институтов гражданского общества, использующих информационные технологии, специально разработанные для этой цели.

Ключевые слова: *мегаполис, нейронная сеть, надличностный уровень переработки информации, межличностные контакты, geniusloci, экологический мониторинг, беспилотный летательный аппарат.*

In Ref. [1,2], a neural network theory of society was proposed, the justification of which at the level of a mathematical model was given in Ref. [3].

At a qualitative level, the rationale for this approach is as follows. Any communication between individuals is actually an exchange of signals between the neurons that make up their brain. Taking into account the fact that communication channels between neurons do not have to exist stationary to form a neural network, it is permissible to conclude that society, along with its relatively independent fragments (for example, ethnic groups), forms a complexly structured neural network. The brains of individuals are included in such network as constituent parts. In the limiting case (when the planet is under consideration), such a network is a noosphere, understood in the spirit of the concept of V. Vernadsky [4].

Such an approach, among other things, makes it possible to interpret basic statements of geopolitics from natural-science positions. It is appropriate to emphasize that geopolitics initially [5, 6] considered states as some analogues of an organism that develop in accordance with some objectively existing regularities. This task remains unresolved to the end. Moreover, the subject field of geopolitics, which so far actually remains a protoscience, has not been fully formed [7]. The neural network approach proposed in [1, 2] makes it possible, at least in the future, to ensure the creation of a consistent natural science foundation for geopolitics.

It is essential that the neural network approach also leads to the conclusion about the existence of transpersonal information structures. The mechanism of their formation is completely similar to that which leads to the emergence of human consciousness, which arises as a result of the exchange of

signals entering the human brain. The difference is that transpersonal information structures are formed due to the exchange of signals between neurons belonging to different individuals.

Any megapolis can also be considered as a relatively independent fragment of the noosphere, since the density of interpersonal communications within the city significantly exceeds this indicator, which reflects the connections between people living in different cities. This is confirmed, among other things, by a direct analysis of the number of “friends” of residents of specific cities that they have in online social networks [8].

This paper substantiates the hypothesis that the city should be considered as a single organism that forms, among other things, specific transpersonal information structures. Otherwise, in relation to the Genius Loci of the city, which was revered by the ancient Romans, is neither a metaphor nor an element of mythology. This is an objective informational reality. The proposed concept also leads to very non-trivial conclusions that are of direct practical importance (including in relation to monitoring the life of the city as a systemic integrity).

The next subsections provide instructions on how to insert figures, tables, and equations in your document.

Methodology

The neural network approach is illustrated by Fig. 1, which emphasizes the formation of a common neural network in the process of interpersonal communication.

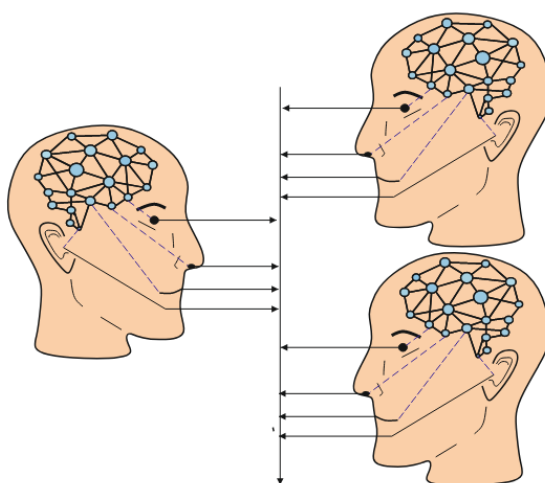


Figure 1 – Society as a neural network

The exchange of information between individuals, which generates relatively independent fragments of the noosphere, depends on associations and many other factors. For example, a particular person may unexpectedly recall one or another moment from his biography under the influence of one or another object of material culture.

Consequently, there is a dependence of the nature of information exchange on, relatively speaking, external stimuli that activate or deactivate certain layers of an individual's memory, including those segments that can be attributed to the unconscious.

Let's clarify this with one more example. Staying in mosques or churches, especially ancient ones, has an impact on a person, especially a believer, to one degree or another. From the considered point of view, mosques or churches are sets of objects of material culture, which is

capable, among other things, to activate the deep layers of the personality structure, almost to the level of archetypes.

Activation of this kind radically changes the nature of communication between individuals, especially believers. Moreover, in a mosque or in a church, practically a person, regardless of the degree of awareness, one way or another will behave differently than at the station or at the market.

A change in communication, in accordance with what has been said above, also affects the behavior of transpersonal information structures. In other words, the presence of a complexly structured memory of individuals forces us to include in consideration the objects of material culture that have an impact on the neural network that is complementary to society.

The structure of personality is quite complex, which is recognized by almost all psychological schools [9,10]. According to Jung [11], the personality structure also includes the unconscious, which is closely connected with the collective unconscious. Its existence can also be consistently substantiated in the framework of the neural network theory of society [12]. This is one of the transpersonal information structures that are formed according to the above-mentioned mechanism.

Consequently, it is permissible to consider material culture as one of the factors that directly interact, including with the collective unconscious, and through it, with specific people.

Further, the verbal form of communication is only one of the types of interpersonal communications. Along with it, there is a “body language” and a special, saturated with non-trivial symbolism, language of material culture. A person most often uses this language unconsciously demonstrating his social status through the acquisition of goods of a certain category. This language was consistently considered by J. Baudrillard [13], who showed that any product has two components. One of them is responsible for the satisfaction of real needs, the second is symbolic (for example, it marks the position of the owner in society).

Conclusions related to the influence of objects of material culture on the collective unconscious and other structural components of the personality allow us to assert that the formation of the noosphere (as well as its relatively independent fragments) is not limited to interpersonal information exchange. The noosphere turns out to be most closely integrated with the objects of material culture, which together also form a certain integrity.

About the megapolis as a relatively independent fragment of the noosphere, this gives a new and very unexpected meaning to the Latin saying “Nullus enim locus sine genioest” (there is no place that would not have its own genius).

Results and discussion

Information component of the megapolis as system integrity

Based on the methodology described above, it can be argued that the concept of “megapolis” is not limited to the purely material side of the matter. Megapolis also has a pronounced information component, which is formed according to the above mechanisms. Poets and writers have felt this since the ages, speaking of the “soul” of the city. It is correct to speak about the information component of the megapolis as a systemic integrity, which is generated by specific transpersonal information structures that are characteristic of this particular city. There is every reason to believe that the presence of such a component distinguishes the city from industrial development. Schematically, the formation of the “spirit of the city” is illustrated in Fig. 2. Note that the proposed approach, among other things, makes it possible to identify the rational component in ancient Chinese geomancy and Feng Shui practices [2]. It is possible that talented architects who use Feng Shui in their professional activities [14,15] understood the importance of considering such considerations on an intuitive level.

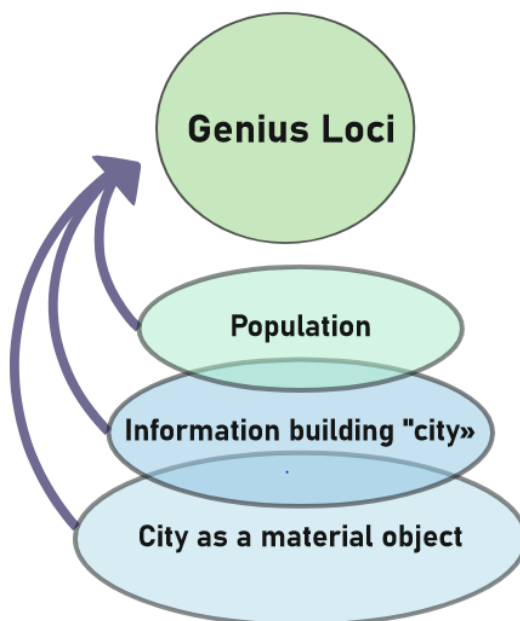


Figure 2 – On the interpretation of the “spirit of the city” from an informational point of view

The connection between the personality structure and the information and material structure of the megapolis, which follows from the neural network theory of society, is illustrated by Fig. 3.

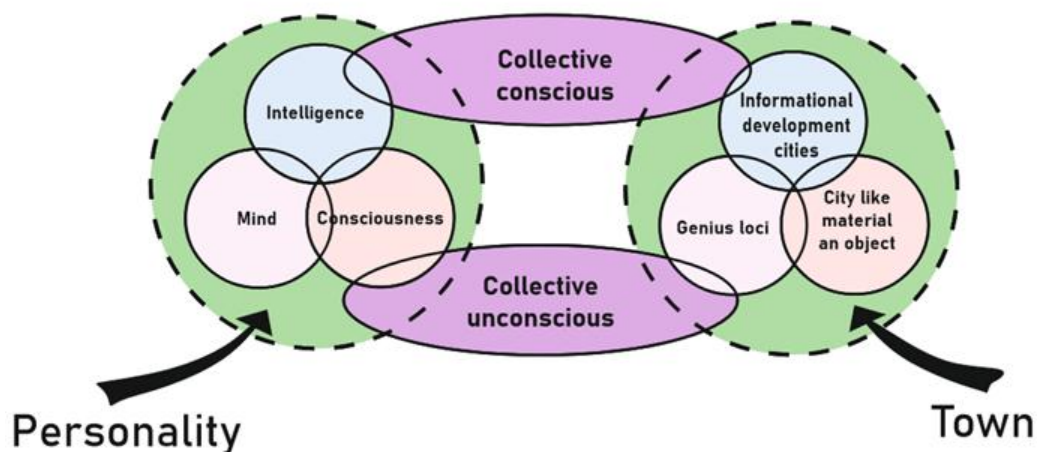


Figure 3 – To the interaction of an individual with a megapolis as a systemic integrity

The left side of this figure is the most simplified diagram of the personality structure, one of the components of which is the intellect. As noted above, an important component of the structure of personality is also the personal unconscious, which is closely adjacent to the collective unconscious. Interpretation of the essence of the collective unconscious based on the neural network theory of society leads to the conclusion that the collective conscious exists too. Simplifying, this is the totality of all the information that ensures the formation of intelligence in the process of learning and socialization of the individual.

Both the collective conscious and the collective unconscious refer to the transpersonal level of information processing (the term is understood in the sense of [16]). That is why they can be

considered as a link between the individual and the megapolis as a systemic integrity, which is reflected in Fig. 4.

The right side of this figure corresponds to Fig. 4, which emphasizes the organic connection of the inhabitants of the megapolis with the information structures that it generates. The “spirit of the city” lives in each of them, and any person feels it one way or another, especially those born in cities with a significant history (St. Petersburg, Istanbul, Paris, etc.).

Let us show that the proposed concept of the “Spirit of the City”, based on the neural network theory of society, has a direct practical significance.

Opportunities for the practical use of the concept of "spirit of the city"

Considering a megapolis as a system integrity is practically useful, first of all, from the point of view of monitoring the processes taking place in it. Currently, statistics are collected on a variety of indicators and there is no methodological tool that would allow them to be brought together. If we consider the megapolis as a systemic integrity, then, at least in the future, it becomes possible to analyze the behavior of various aspects of its life from a unified standpoint.

At a minimum, this is important from the point of view of the verification of statistical material. It becomes possible to cross-check the data provided by various city services (from law enforcement to educational institutions), fig. 4.

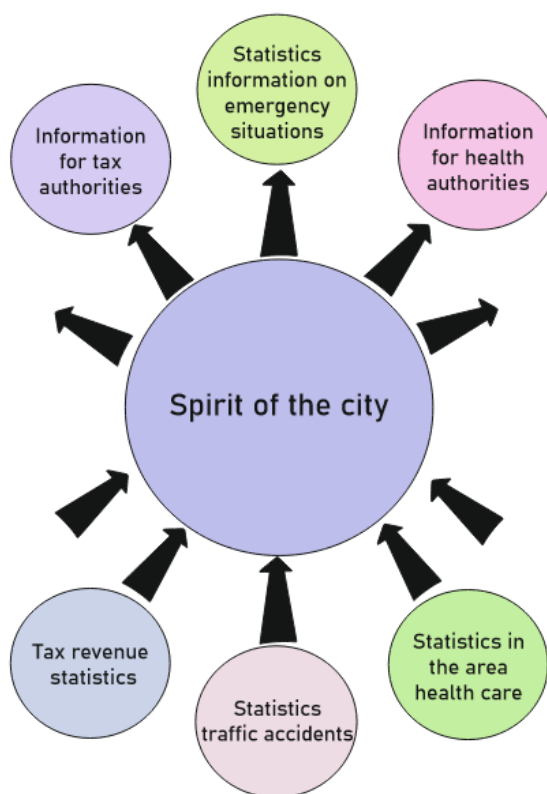


Figure 4 – To the practical use of the concept of the information component of the megapolis

Of course, a comprehensive solution to this problem seems to be a matter of the future, however, already at this stage of research it is permissible to consider a very specific task related to ensuring the safety of citizens. For such countries as Kazakhstan, due to the observed geopolitical turbulence and historical features, this task seems to be increasingly relevant, especially if we consider the nature of the events of January 2022 in Almaty.

These events, which resulted in mass riots, among other things, forced the Kazakh scientific and technical community to pay attention to improving the means of ensuring the safety of not only households or vehicles, but also individual citizens moving along the streets, including at night.

During the discussions on this issue, a very wide range of opinions was expressed, often very controversial. It was proposed to use an unmanned aerial vehicle accompanying a person as a system for ensuring the personal safety of a pedestrian. One of the obvious objections to this approach is related to the uncontrolled saturation of the airspace with quadcopters or similar devices. If, however, we look at this issue from the point of view of the megapolis as a systemic integrity, then many objections of this kind are removed.

When an escort drone follows a pedestrian through streets where there are no other pedestrians, there are certainly no problems. This unit can be connected to the same burglar alarm systems that households are currently connected to. It can also be equipped with a video recording system like that installed in road transport (which is a means of preventing crime), etc.

Problems arise when there are a lot of such devices in a local area of airspace. At a minimum, they will make it difficult for each other to move in space, it will be necessary to implement appropriate communication channels, etc.

From the point of view of the developed approach, this problem is solved by building a hierarchy for managing individual security UAVs. With this approach, they, of course, cease to be strictly individual in the sense of user control. At present, however, there are already well-defined regulations and administrative restrictions on the use of such devices and, therefore, we are talking about nothing more than some kind of transformation of existing regulations approved in accordance with the current legislation.

The hierarchical control system, among other things, will be designed to block the take-off of the device if the density of the flow of protected persons exceeds a certain critical threshold. More generally, a megapolis (as a systemic integrity) can afford the mass use of UAVs belonging to individual users only when they are combined into some analogue of a neural network built according to a hierarchical principle.

Depending on the density of wearable UAVs at any given time, their control is transferred to the appropriate level of the hierarchy (Fig. 5). The takeoff of a part of the UAV with such control turns out to be blocked. The tracking functions of several users are transferred to a separate UAV, the choice of which can be carried out not only through centralized control, but also using neural network principles, which were considered in [17] in relation to military neural networks.

Of course, the example with the use of UAVs for security purposes may seem far-fetched, but we emphasize once again, it is used as an illustration, or rather, a certain limiting case. Sooner or later, the issue of managing "swarms" of UAVs moving within the urban environment will still be on the agenda. It is difficult, to put it mildly, to develop an analogue of the rules of the road for vehicles of this kind. The neural network approach in this regard looks much more attractive. But the application of the neural network approach to a separate facet of the life of the city cannot but cause its induced use for other purposes. At a minimum, a neural network built based on UAVs that saturate the urban environment is certainly capable of obtaining a wide variety of statistical data, for example, on the actual load of the street and road network, on the nature of population movement within the city, etc. With the consistent application of the neural network approach in combination with entropy methods [18], such information can provide important information even about business activity.

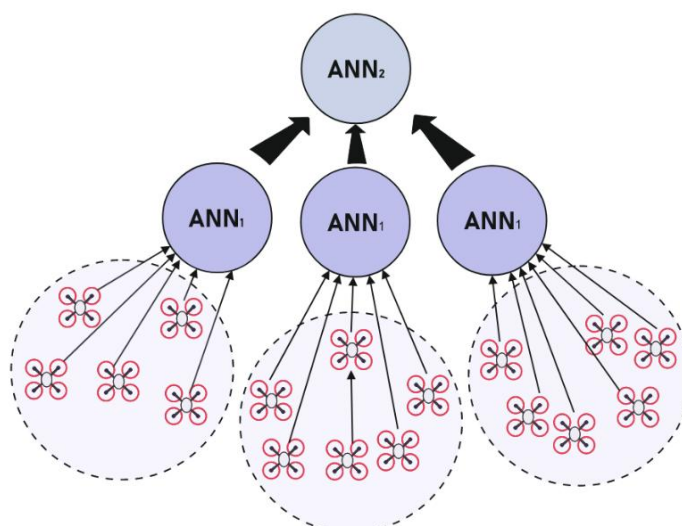


Figure 5 – Hierarchical scheme of UAV control in the megapolis environment

Paradoxically, this brings back to the point of view on the dual essence of human intellect and consciousness [12,19], which follows from the neural network theory of the formation of society [1,2], and, consequently, to the information component of the megapolis. Similarly, a separate UAV under certain conditions can act as a purely individual element, and under other conditions – as an element of a common neural network.

It makes sense to emphasize this fact, since the considered example clearly shows that the issue of “embedding” specific neural networks in the environment of a megapolis will inevitably be on the agenda for purely economic reasons (reducing the cost of delivery, ensuring logistics) in the foreseeable future. This actualizes the question of the megapolis as a neural network.

Conclusion

Thus, any megapolis, especially one with a significant history, has a well-defined informational component, which determines what poets and writers have called the “spirit of the city” since ancient times.

A consistent interpretation of the “spirit of the city” is given based on the neural network theory of society. This allows us to consider the megapolis as a single organism, just as geopolitics interprets states in terms of analogy with biological organisms.

An illustration of the thesis about the megapolis as a system with an informational component is the consideration of the issue of the use of UAVs in the urban economy, including for security purposes.

The optimal way to use UAVs for the needs of city residents cannot but be associated with the use of neural network principles to control such devices (in any case, during the transition to their mass use). In fact, this means that the artificial neural network is built into the neural network structure of the megapolis as a system integrity.

Another illustration is mobile applications (both existing and planned) aimed at conducting environmental monitoring and reducing the negative impact of environmental pollution on city residents through the mobilization of civil society resources.

Acknowledgments

This research has been/was/is funded by the Science Committee of the Ministry of Higher Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP14870281)

References:

1. Suleimenov I., Massalimov A., Bakirov A., Gabrielyan O. Neural Networks and the Philosophy of Dialectical Positivism // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 214. – doi: 10.1051/mateconf/201821402002.
2. Suleimenov I.E., Gabrielyan O.A., Bakirov A.S. Neural network approach to the interpretation of ancient chinese geomancy feng shui practices //European Journal of Science and Theology. – 2023. – Vol. 19. – № 2. – P.11–23.
3. Suleimenov I. E., Matrassulova D. K., Moldakhan I., Vitulyova Y. S., Kabdushev S.B., Bakirov A.S. Distributed memory of neural networks and the problem of the intelligence`s essence. // Bulletin of Electrical Engineering and Informatics. – 2022. – Vol. 11. – № 1. – doi: 10.11591/eei.v11i1.3463.
4. Oldfield J.D., Shaw B.D.J. V.I. Vernadsky and the noosphere concept: Russian understandings of society-nature interaction. // Geoforum. – 2006. – Vol. 37. – № 1. – doi: 10.1016/j.geoforum.2005.01.004.
5. Wolkersdorfer G. Karl Haushofer and geopolitics – the history of a German mythos. – Geopolitics. – 1999. – Vol. 4. – № 3. – doi: 10.1080/14650049908407659.
6. Knutsen T.L., Mackinder H.J. Geopolitics, and the heartland thesis // International History Review. – 2014. – Vol. 36. – № 5. – doi: 10.1080/07075332.2014.941904.
7. Sparke M. Globalizing capitalism and the dialectics of geopolitics and geoeconomics. – Environment and Planning A. – 2018. – Vol. 50. – № 2. – doi: 10.1177/0308518X17735926.
8. Suleimenov I., Bakirov A. Semi-empirical Theory of Distributions of Users of Social Online Networks by the Number of Contacts. – In MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 214. – doi: 10.1051/mateconf/201821402001.
9. Guntrip H. Personality structure and human interaction: The developing synthesis of psychodynamic theory. – 2018. – doi: 10.4324/9780429478192.
10. Siegfried W. The Formation and Structure of the Human Psyche: Id, Ego, and Superego - The Dynamic (Libidinal) and Static Unconsciousness, Sublimation, and the Social Dimension of Identity Formation. // Undergraduate Philosophy Journal. – 2014. – Vol. 62. – № 2.
11. Hobson R.F. The archetypes of the collective unconscious. Analytical psychology: a modern science. In Analytical Psychology, 1st Edition. – London: Routledge, 2019. – P.66–75.
12. Bakirov A.S., Vitulyova Y.S., Zotkin A.A., Suleimenov I.E. Internet user's behavior from the standpoint of the neural network theory of society: Prerequisites for the meta-education concept formation. In International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives. – 2021. – Vol. 46. – 4/W5-2021. – doi: 10.5194/isprs-Archives-XLVI-4-W5-2021-83-2021.
13. Baudrillard J. For a Critique of the Political Economy of the Sign. In Jean Baudrillard: Selected Writings. – 2022. – doi: 10.1515/9781503619630-006.
14. Madeddu M., Zhang X. Harmonious spaces: the influence of Feng Shui on urban form and design. // J Urban Des (Abingdon). – 2017. – Vol. 22. – № 6. – P. 709–725. – doi: 10.1080/13574809.2017.1336061.
15. Mak M.Y., Ng S.T. The art and science of Feng Shui – A study on architects' perception. // Build Environ. – 2005. – Vol. 40. – № 3. – doi: 10.1016/j.buildenv.2004.07.016.
16. Vitulyova Y.S., Bakirov A.S., Baipakbayeva S.T., Suleimenov I.E. Interpretation of the category of 'complex' in terms of dialectical positivism. – In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 946. – №1. – doi: 10.1088/1757-899X/946/1/012004.

17. Suleimenov I.E., Gabrielyan O.A., Malenko S.A., Vitulyova Y.S., Nekita A.G. Algorithmic Basis of Battle Neural Networks And Crisis Phenomena In Modern Society. – 2021. – doi: 10.15405/epsbs.2021.12.03.33.

18. BaigabulovaZh., Suleimenova K., Bekmagambetova J., SuleimenovI. The ecological and economic methods of analysis of the urban transport system. – In International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – ISPRS Archives. – 2008. – Vol. 37.

19. Suleimenov I., Gabrielyan O., Vitulyova Y. Dialectics of Scientific Revolutions from the Point of View of Innovations Theory // WISDOM. – 2022. – Vol. 24. – №4. – P.25–35. –doi: 10.24234/wisdom.v24i4.913.

Поступила 11 июня 2023 г.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

МРНТИ 49.01.85; 76.13

УДК 541.64; 614

СОЗДАНИЕ АНТИСЕПТИЧЕСКИХ МАЗЕЙ НА ОСНОВЕ ГИДРОГЕЛЕЙ ГЕЛЛАНА И ХЛОРГЕКСИДИНА БИГЛЮКОНАТА

**Асанов М.К.¹, Ким К.И.¹, Мангазбаева Р.А.², Ермухамбетова Б.Б.¹, Alikulov A.¹,
Балабаева А.М.¹, Зезин А.А.³**

¹*Казахский национальный университет им. аль-Фараби*

²*Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан*

³*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
e-mail: muhit777.82@mail.ru; kari.kim@inbox.ru; rauash_55@mail.ru; baya_yerm@mail.ru,
alikulov.adilet@gmail.com, balabaevaa24@gmail.com; aazezin@yandex.ru*

В работе проведены исследования, направленные на разработку антисептических мазей на основе гидрогелей геллана и хлоргексидинабиглюконата. С этой целью изучены фазовые переходы в водных растворах геллана под действием добавок низкомолекулярных солей хлоргексидинабиглюконата (ХГ) и тиосульфата натрия, сопровождающиеся гелеобразованием. Установлено, что добавки ХГ в водный раствор геллана по сравнению добавками тиосульфата натрия приводят к более быстрому и интенсивному формированию трехмерной структуры геля геллана. Показано, что наблюдаемый эффект обусловлен многозарядностью ионов ХГ и его органической природой. Для полученных гидрогелей геллана исследованы параметры равновесного набухания в воде и в изотоническом растворе. Показано, кинетическая кривая набухания гидрогелей геллана в воде имеет экстремальный вид, что обусловлено набуханием полимерной сетки на начальных стадиях процесса с дальнейшей частичной резорбцией геля в воде. В то же время в изотоническом растворе такой резорбции не наблюдается, что обусловлено стабилизацией геля геллана ионами хлорида натрия. Для мазевых композиций, полученных на основе геллана, изучены реологические свойства. Показано, что данные композиции проявляют свойства неньютоновских жидкостей с выраженными тиксотропными свойствами. Разработана рецептура гидрогелевой мази хлоргексидина биглюконата (ХГ) и тиосульфата натрия.

Ключевые слова: *геллан, хлоргексидинбиглюконат, гидрогель, фазовые переходы, набухание, реология, антисептик.*

Жұмыста геллан мен хлоргексидин биглюконаты гидрогельдері негізінде антисептикалық жақпа майлар жасауға бағытталған зерттеулер жүргізілді. Осы мақсатта гель түзілуі мен біргежүретін хлоргексидин биглюконатының (ХГ) және натрий тиосульфатының төмен молекулалы тұздарының қоспаларының әсерінен гелланның сулы ерітінділеріндегі фазалық ауысулар зерттелді. Натрий тиосульфаты қоспалары мен салыстырғанда геллан сулы ерітіндісіне ХГ қоспалары геллан гелінің

үшөлшемді құрылымының тезірек және қарқындық алып тасуына әкелетіні анықталды. Байқалған әсер ХГ иондарының көп зарядтылығына және оның органикалық табиғатына байланысты екендігі көрсетілді. Алынған геллан гидрогельдері үшін судағы және изотоникалық ерітіндідегі тепе-теңдік ісін упараметрлері зерттелді. Судағы геллан гидрогельдерінің ісінуінің кинетикалық қисығы экстремалды көрініске ие, бұл процестің бастапқы кезеңдерінде полимерлі тордың ісінуіне байланысты, гелдің суда одан әрі ішінара резорбциясы мен қатар жүреді. Сонымен қатар, изотоникалық ерітінді де мұндай резорбция байқалмайды, бұл геллан гелінің натрий хлориді иондарымен тұрақтануына байланысты. Геллан негізінде алынған жақпа май композицияларының реологиялық қасиеттері зерттелді. Бұл композициялар айқын тиксотропты қасиеттері бар ньютондық емес сұйықтықтардың қасиеттерін көрсететіні көрсетілді. Хлоргексидин биглюконатының (ХГ) және натрий тиосульфаты гидрогельді жақпа майларының рецептурасы жасалды.

Түйінді сөздер: геллан, хлоргексидин биглюконаты, гидрогель, фазалық ауысулар, ісіну, реология, антисептик.

The work carried out research aimed at the development of antiseptic ointments based on gellan and chlorhexidine bigluconate hydrogels. For this purpose, phase transitions in aqueous solutions of gellan under the action of additives of low molecular weight salts of chlorhexidine bigluconate (CG) and sodium thiosulfate, accompanied by gelation, have been studied. It was found that the addition of CG to an aqueous solution of gellan, compared with the addition of sodium thiosulfate, leads to a faster and more intensive formation of the three-dimensional structure of gellan gel. It is shown that the observed effect is due to the multiplicity of CG ions and its organic nature. The parameters of equilibrium swelling in water and in isotonic solution were studied for the obtained gellan hydrogels. It is shown that the kinetic curve of swelling of gellan hydrogels in water has an extreme appearance, which is due to the swelling of the polymer mesh at the initial stages of the process with further partial resorption of the gel in water. At the same time, such resorption is not observed in an isotonic solution, which is due to the stabilization of the gellan gel by sodium chloride ions. Rheological properties have been studied for ointment compositions based on gellan. It is shown that these compositions exhibit the properties of non-Newtonian liquids with pronounced thixotropic properties. The formulation of a hydrogel ointment of chlorhexidine bigluconate (CG) and sodium thiosulfate has been developed.

Keywords: gellan, chlorhexidine bigluconate, hydrogel, phase transitions, swelling, rheology, antiseptic.

Введение

Полимерные гидрогели, представляющие собой пространственно-сшитые гидрофильные полимеры, обладают уникальным комплексом ценных физико-химических и медико-биологических свойств (регулируемая в широких пределах сорбционная способность по воде и биологическим жидкостям, биосовместимость, мягкая тканеподобная консистенция, проницаемость по отношению к большим и малым молекулам, нетоксичность и др.) [1, 2]. Это обуславливает высокую эффективность их практического применения в различных областях медицины в качестве внутриорганных и внутритканевых протезов (пластика мягких тканей, хрящей, сухожилий и др.), контактных линз для коррекции зрения, гемосовместимых материалов, принципиально новых средств для лечения ран и ожоговых поражений кожи, систем с контролируемым выделением и направленным транспортом лекарственных веществ в орган-мишень, различных вспомогательных средств для диагностических целей и т.д.

Особенно перспективно использование полимерных гидрогелей в качестве мазей и перевязочных материалов. При этом гидрогелевые материалы имеют ряд преимуществ по

сравнению с традиционными жировыми и углеводородными основами, в частности, обеспечивают активное очищение ран благодаря дренирующему эффекту, за счет уникальных водопоглощающих свойств гидрогелей [1, 2].

Гидрогели условно можно разделить на два основных типа: термообратимые (физические сетки), в которых пространственная сетка полимера образована слабыми, легко разрушающимися при изменении внешних условий связями (водородными, Ван-дер-Ваальсовыми, электростатическими и др.), и термонеобратимые, в которых поперечное сшивание макромолекул осуществляется посредством ковалентных связей (химические сетки).

Типичным примером термообратимых ПГ, сетчатая структура которых стабилизирована нековалентными связями, являются гели желатина [3], поливинилового спирта (ПВС) [4,5] и полиакриламида (ПАА) [6].

Среди водорастворимых природных полимеров, способных формировать физические гели, особое место занимает геллан, представляющий собой линейный анионный гетерополисахарид, структура которого состоит из тетрасахаридных повторных единиц, включающих 1,3-β-D-глюкозу, 1,4-β-D-глюкуроновую кислоту, 1,4-β-D-глюкозу и 1,4-α-L-рамнозу [7–9].

Отличительным свойством геллана по сравнению с другими полисахаридами является тот факт, что он способен образовывать гели при достаточно низкой концентрации (≈1-2 масс. % полимера). Они обычно образуются путем охлаждения предварительно нагретых водных растворов геллана, но также могут быть получены путем добавления в раствор геллана низкомолекулярной соли при комнатной температуре, а также при ухудшении термодимического качества растворителя (воды) в результате добавления осадителя.

В настоящей работе с целью разработки гидрогелевой антисептической мази на основе геллана хлоргексидина биглюконата были детально исследованы фазовые превращения в водных растворах геллана под воздействием добавок низкомолекулярных электролитов.

В качестве таких низкомолекулярных электролитов были использованы хлоргексидина биглюконат (ХГ) и тиосульфат натрия.

Экспериментальная часть

Геллан, «GelzanТМСМ» производства фирмы "Zhejiang DSM Zhongken Biotechnology Co., Ltd" (Китай) использовался без предварительной очистки.

Водный раствор хлоргексидина биглюконата (ХГ) с концентрацией 20% производства фирмы ТОО «Нурер» (Казахстан) использовался без дополнительной очистки.

Тиосульфат натрия в виде гранулированного порошка производства фирмы ТОО «Химия и Технология» (Казахстан) использовался без дополнительной очистки.

Изучение степени набухания проводили гравиметрическим методом. Расчет степени набухания проводили по следующей формуле:

$$\alpha = \frac{m_{\text{наб}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}},$$

где $m_{\text{наб}}$ – масса равновесно набухшего полимерного гидрогеля,

$m_{\text{сух}}$ – масса сухого вещества в геле [44].

Массу сухого вещества в геле определяли на аналитических весах Sartorius (Германия) после высушивания образца в вакуумном шкафу до постоянного веса с точностью 0,0001 г.

Исследование реологических характеристик гидрогелевых композиций проводили на термостатируемом ротационном вискозиметре Rheotest RV-2. С использованием системы «цилиндр в цилиндре». Использовались цилиндрические измерительные устройства S1, S2, позволяющие измерять динамическую вязкость в диапазоне $1 \div 100000$ Па·с. Измерения проводили при различных температурах в диапазоне 25-60°C.

Расчет динамической вязкости проводили по формуле:

$$\eta = \tau/D \cdot 100,$$

где: η – динамическая вязкость, Па·с; τ – напряжение сдвига, Па; D – скорость сдвига, s^{-1} .

Напряжение сдвига рассчитывается по следующей формуле:

$$\tau = z \cdot \alpha,$$

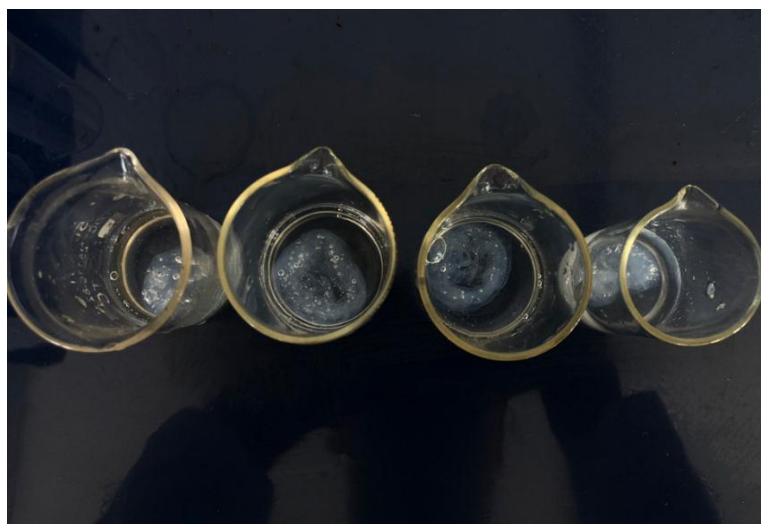
где: z – постоянная цилиндра, Па/ед. шкалы; α – показание прибора, ед. шкалы.

Результаты и их обсуждение

Изучение процесса формирования геля геллана проводилось с использованием водных растворов геллана с концентрациями 0,5 масс. %, к которым приливали растворы хлоргексидина биглюконата с концентрациями 1,0; 2,0; 4,0; 6,0 масс. %, не допуская перемешивания, при различном объемном соотношении водного раствора полимера и 20-процентного водного ХГ (n) от 0,5 до 2. Образовавшуюся при этом двухфазную систему, состоящую из водного раствора геллана (нижняя фаза) и раствора хлоргексидина биглюконата над раствором (верхняя фаза), оставляли в неподвижном состоянии на 4 часа. По истечению данного времени нижняя и верхняя фазы были отделены друг от друга. При этом было установлено, что раствор геллана терял текучесть, т.е. происходило формирование геля.

В этой связи следует отметить, можно было ожидать, что добавки ХГ, являющимся многозарядным органическим катионом, и который для геллана является осадителем, должны приводить к выпадению полимера в осадок из раствора. Причем эффективность осаждения должна будет возрастать с увеличением доли осадителя. Однако благодаря заторможенности конформационных переходов, характерных для полужесткоцепных молекул ХГ, осаждение в данном случае не наблюдается, а происходит, как видно из рисунка 23, формирование трехмерной структуры физического геля геллана, стабилизированного водородными связями и физическими узлами зацепления.

На рисунках 1–4 представлены фото формируемого геля геллана по истечению различного промежутка времени минут после добавления раствора ХГ в 0,5% водный раствор геллана. Видно, что с увеличением концентрации ХГ в водном растворе, а также времени формирования геля, количество образовавшегося возрастает.



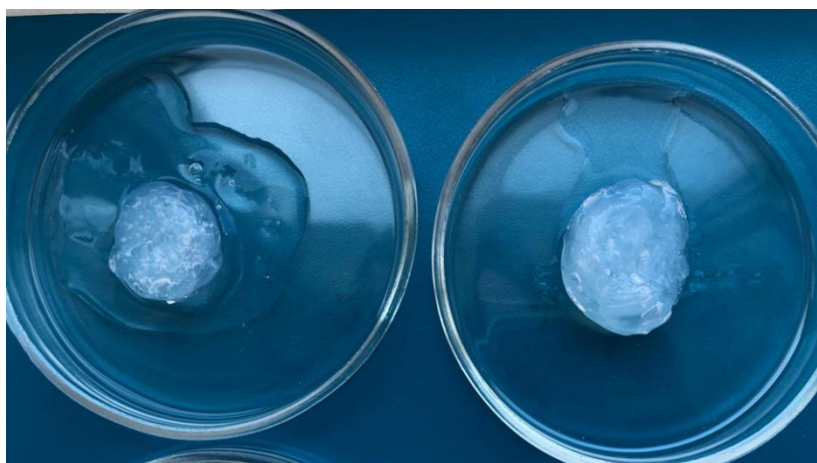
1 2 3 4
Концентрация ХГ, моль/л: 0,02 (1); 0,04 (2); 0,08 (3); 0,12 (4)
Концентрация геллана – 0,5 масс. %
Продолжительность формирования геля – 30 мин.

Рисунок 1 – Гидрогель геллана, образующийся при добавлении водного раствора ХГ в водный раствор геллана



1 2 3 4
Концентрация ХГ, моль/л: 0,02 (1); 0,04 (2); 0,08 (3); 0,12 (4)
Концентрация геллана – 0,5 масс. %
Продолжительность формирования – 60 мин.

Рисунок 2 – Гидрогель геллана, образующийся при добавлении водного раствора ХГ в водный раствор геллана

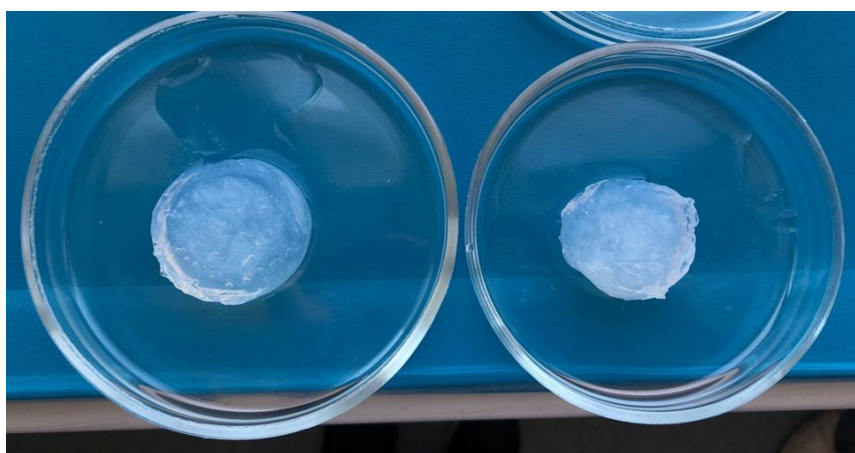


1

2

Концентрация ХГ, моль/л: 0,02 (1); 0,04 (2);
Концентрация геллана – 0,5 масс. %
Продолжительность формирования геля – 240 мин.

Рисунок 3 – Гидрогель геллана, образующийся при добавлении водного раствора ХГ в водный раствор геллана



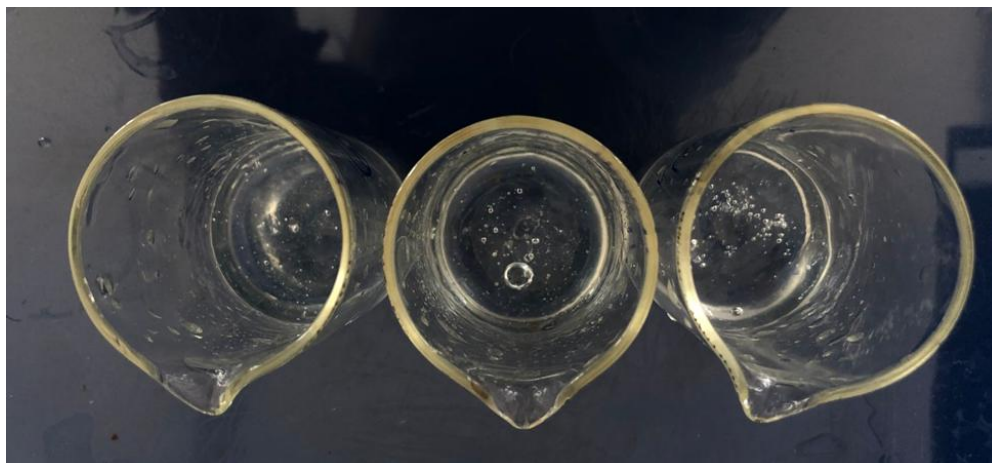
1

2

Концентрация ХГ, моль/л: 0,08 (1); 0,12 (2);
Концентрация геллана – 0,5 масс. %
Продолжительность формирования геля – 240 мин.

Рисунок 4 – Гидрогель геллана, образующийся при добавлении водного раствора ХГ в водный раствор геллана

Также в работе для изучения фазового разделения под действием солей был использован водный раствор тиосульфата натрия с концентрациями 2 моль/л; 4 моль/л; 6 моль/л; 10 моль/л; 14 моль/л.



1

2

3

Концентрация тиосульфата натрия, моль/л: 2,0(1); 4,0 (2); 6,0 (3);

Концентрация геллана – 0,5 масс.%

Продолжительность формирования геля – 60 мин.

Рисунок 5 – Гидрогель геллана, образующийся при добавлении водного раствора тиосульфата натрия в водный раствор геллана



1

2

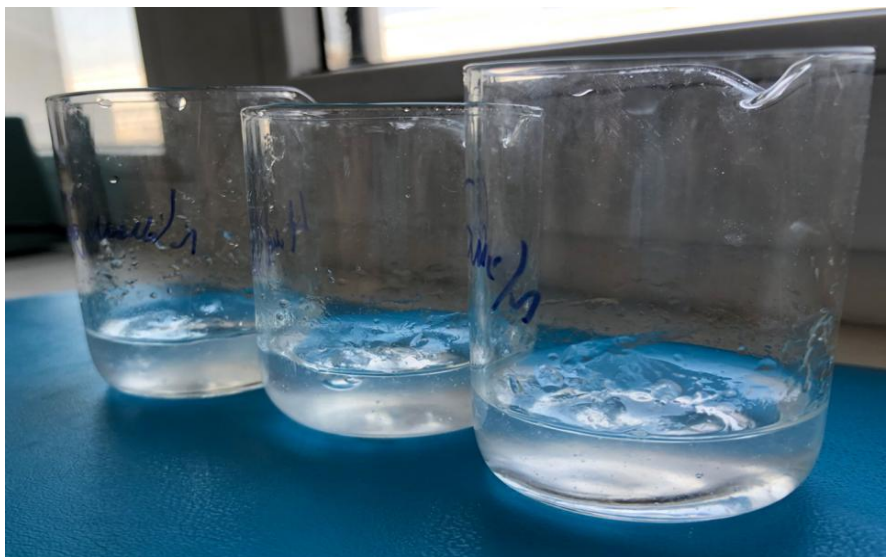
3

Концентрация тиосульфата натрия, моль/л: 2,0(1); 4,0 (2); 6,0 (3);

Концентрация геллана – 0,5 масс.%

Продолжительность формирования геля – 240 мин.

Рисунок 6 – Гидрогель геллана, образующийся при добавлении водного раствора тиосульфата натрия в водный раствор геллана



1 2 3

Концентрация тиосульфата натрия, моль/л: 2,0(1); 4,0 (2); 6,0 (3);
 Концентрация желатина – 0,5 масс. %
 Продолжительность формирования геля – 240 мин.

Рисунок 7 – Гидрогель желатина, образующийся при добавлении водного раствора тиосульфата натрия в водный раствор желатина

Изучение проводилось с использованием водных растворов желатина с концентрацией 0,5 масс. %, к которым приливали растворы тиосульфата натрия с концентрациями 2 моль/л; 4 моль/л; 6 моль/л; 10 моль/л; 14 моль/л, не допуская перемешивания, при различном объемном соотношении водного раствора полимера и тиосульфата натрия (n) от 0,5 до 2. Образовавшуюся при этом двухфазную систему, состоящую из водного раствора желатина (нижняя фаза) и раствора тиосульфата натрия над раствором (верхняя фаза), оставляли в неподвижном состоянии на 4 часа. По истечению данного времени нижняя и верхняя фазы были отделены друг от друга. При этом было установлено, что раствор желатина теряет текучесть, т.е. происходило формирование геля (Рисунки 5-7).

Исходя из данных, представленных на рисунках 5-7 можно отметить, что эффективность влияния тиосульфата натрия на фазовый переход в растворе желатина, сопровождающийся формированием трехмерной структуры геля, значительно меньше, по сравнению с хлоргексидином биглюконата.

Очевидно, это обусловлено тем, что ХГ является многозарядным органическим катионом и его добавки в воду приводят к более значительному как ухудшению качества растворителя (воды), так и более высокому повышению ионной силы раствора, по сравнению с добавками тиосульфата натрия. Кроме того, возможно, что молекулы ХГ, встраиваясь в структуру формируемого геля, могут способствовать образованию узлов сшивания в полимерной сетке, повышая плотность сшивания образующейся физической сетки.



1

2

Концентрация тиосульфата натрия, моль/л: 10,0(1); 14,0 (2);
Концентрация геллана – 0,5 масс. %
Продолжительность формирования геля – 30 мин.

Рисунок 8 – Гидрогель геллана, образующийся при добавлении водного раствора тиосульфата натрия в водный раствор геллана



1

2

Концентрация тиосульфата натрия, моль/л: 10,0(1); 14,0 (2);
Концентрация геллана – 0,5 масс. %
Продолжительность формирования геля – 240 мин.

Рисунок 9 – Гидрогель геллана, образующийся при добавлении водного раствора тиосульфата натрия в водный раствор геллана



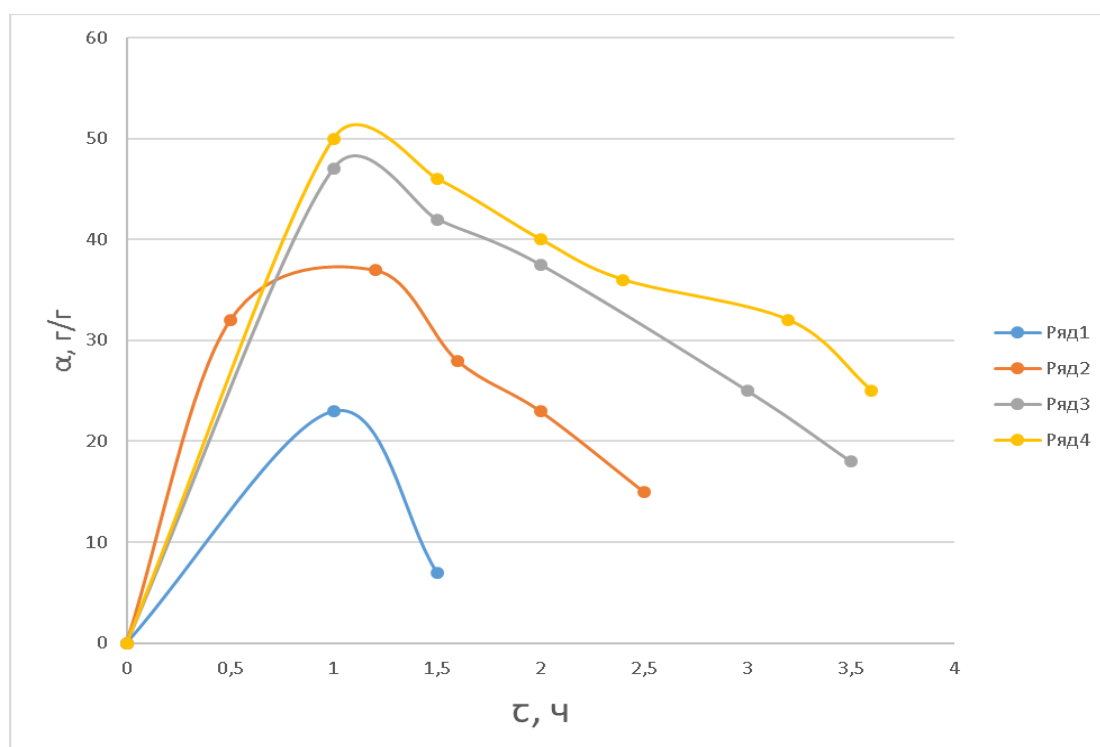
Концентрация тиосульфата натрия, моль/л: 10,0(1); 14,0 (2);
 Концентрация геллана – 0,5 масс. %
 Продолжительность формирования геля – 240 мин.

Рисунок 10 – Гидрогель геллана, образующийся при добавлении тиосульфата натрия в виде сухого порошка в водный раствор геллана

Как видно из данных, представленных на рисунках 8 и 9, использование более концентрированных растворов тиосульфата натрия сопровождается более интенсивным формированием геля геллана. Следует отметить, что формирование геля геллана наблюдается также при добавлении в водный раствор геллана сухого порошкообразного тиосульфата натрия (Рисунок 10).

Для гидрогелей геллана, полученных в результате фазового перехода, индуцированного добавками водного раствора ХГ в водный раствор геллана, при варьировании величины n (где n - количественное соотношение объема водного раствора ХГ добавляемого к определённому объему водного раствора геллана) изучены физико-химические свойства полученных гидрогелей. Одна из главных характеристик гидрогеля – степень набухания α , которая определяется количеством поглощенной полимером жидкости и рассчитывается как соотношение массы набухшего геля к его массе в сухом состоянии. Степень набухания позволяет охарактеризовать такие параметры гидрогеля как плотность сетки и прочность связей в физических гелях. На практике же определение степени набухания используется при испытании готовых полимерных изделий, предназначенных для работы в жидких средах.

На рисунке 11 приведены данные кинетики набухания полученных гидрогелей на основе геллана в воде, из которых видно, что на начальных стадиях процесса набухания наблюдается отчётливое повышение степени набухания, но затем после достижения максимального значения набухание уменьшается. Наблюдаемый экстремальный вид кривой кинетики набухания гидрогелей геллана в воде, очевидно, обусловлено частичной резорбцией (рассасывание или деструкция) трехмерной структуры этих гелей на поздних стадиях набухания.

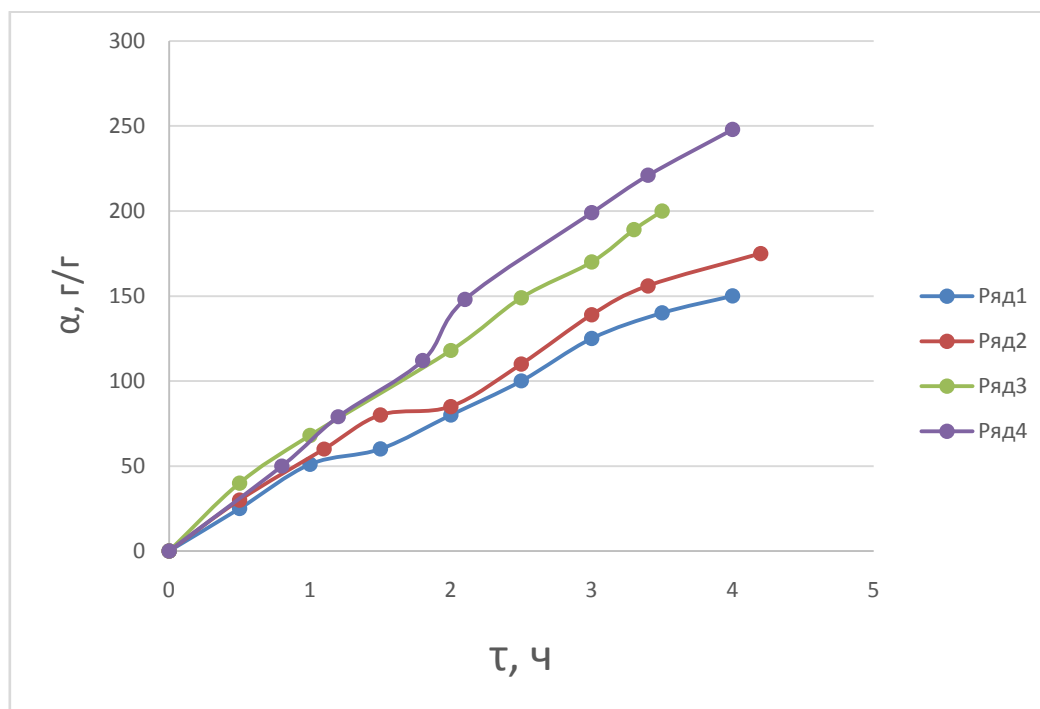


n – количественное соотношение объема водного раствора ХГ, добавляемого к определённому объему водного раствора геллана
 [геллан] = 0,5 масс. %; $n = 0,8$ (1); 1,2 (2); 1,6 (3); 2 (4)

Рисунок 11 – Кинетика набухания в воде гидрогеля на основе геллана, полученного при добавлении водного раствора ХГ к водному раствору геллана при различных их соотношениях n

В то же время как видно из данных рисунка 12, при набухании геллана в изотоническом растворе резорбция геля не наблюдается, что, очевидно, обусловлено стабилизацией структуры геля геллана, за счет эффекта повышения ионной силы раствора, а также ухудшения термодинамического качества растворителя (воды) в присутствии ионов хлорида натрия.

Другим параметром, характеризующим структуру сетки гидрогеля, являются механические свойства. К ним относятся: эластичность, упругость, прочность. От проявленных механических свойств зависит область применения (например, в биомедицине это мягкие пероральные лекарственные формы или прочные упругие имплантаты) и срок эксплуатации гидрогеля: чем выше механические свойства, тем дольше срок его использования. В связи с этим были изучены механические свойства полученных гидрогелей на основе геллана, которые были подвергнуты сжатию с использованием прибора TA.XT.plus Texture analyzer. Максимальная нагрузка при сжатии гидрогелей составила 7 кг. В результате приложения постепенно увеличивающегося веса нагрузки к образцам гидрогели подверглись сжатию вплоть до разрушения структуры материала. На рисунке 13 представлены данные механического анализа на сжатие гидрогелей на основе геллана полученных из растворов с концентрациями 0,5%.

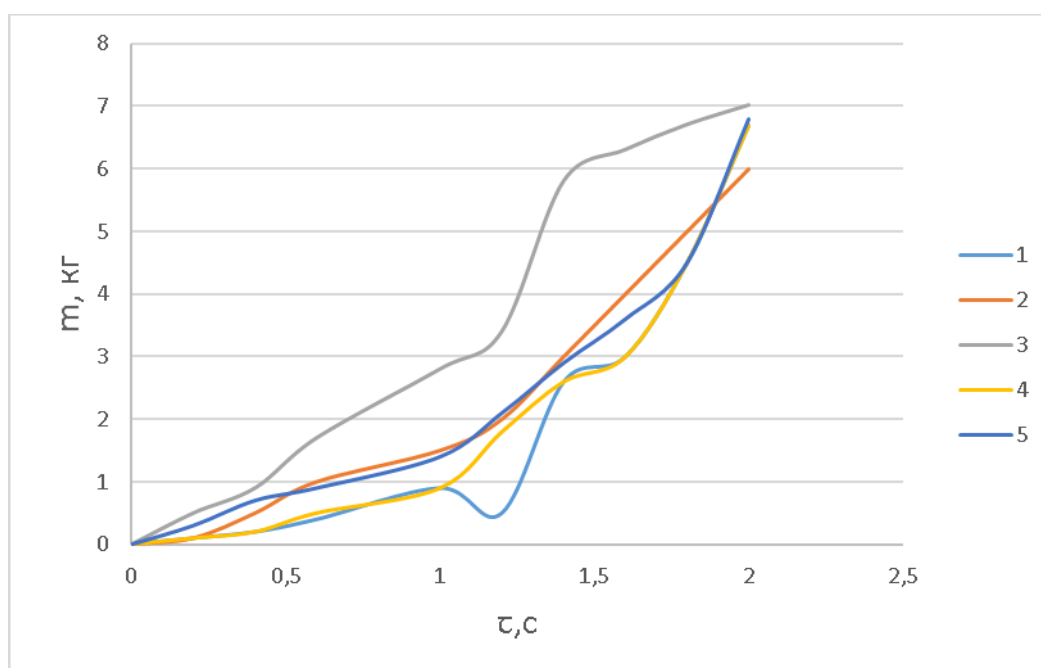


n – количественное соотношение объема водного раствора ХГ, добавляемого к определённому объему водного раствора геллана
 [геллан] = 0,5 масс. %; $n = 0,8$ (1); 1,2 (2); 1,6 (3); 2 (4)

Рисунок 12 – Кинетика набухания в воде гидрогеля на основе геллана, полученного при добавлении водного раствора ХГ к водному раствору геллана при различных их соотношениях n

Как видно из рисунка 13, разрушение для гелей, полученных из раствора с концентрацией 0,5 масс. % геллана, происходило при значении $\tau = 2$ с. Надо отметить, что гидрогели, полученные при соотношении $n > 1,6$, в условиях эксперимента сохранили свою целостность, т.е. максимальной нагрузки прибора 7 кг было не достаточно для их разрушения. На основании полученных данных был рассчитан механический предел прочности на сжатие для каждого гидрогелевого образца и проведен сравнительный анализ. При расчете учитывалась максимально приложенная нагрузка, при которой уже начался процесс разрушения гидрогеля. Результаты расчета представлены в виде гистограммы на рисунке 14. Также можно отметить, что механический предел прочности гидрогелей на основе геллана при $n > 1,5$ достигает максимальных значений за счет ограничения нагрузки на испытуемый материал. Данное явление обусловлено формированием структуры сетки геля геллана с более высокой плотностью сшивания с ростом суммарной концентрации компонентов.

С целью приготовления мазеподобной консистенции куски гидрогеля геллана, полученного путем формирования в результате добавок раствора ХГ в водный раствор геллана, размельчались до размеров частиц, обеспечивающих необходимые реологические свойства конечного продукта на измельчителе фирмы «Bosch» Concept 7200 electronic.



[геллан] = 0,5 масс.%; n = 0,4 (1); 0,8 (2); 1,2 (3); 1,6 (4); 2 (5)

Рисунок 13 – Результаты механического анализа на сжатие гидрогелей на основе геллана,

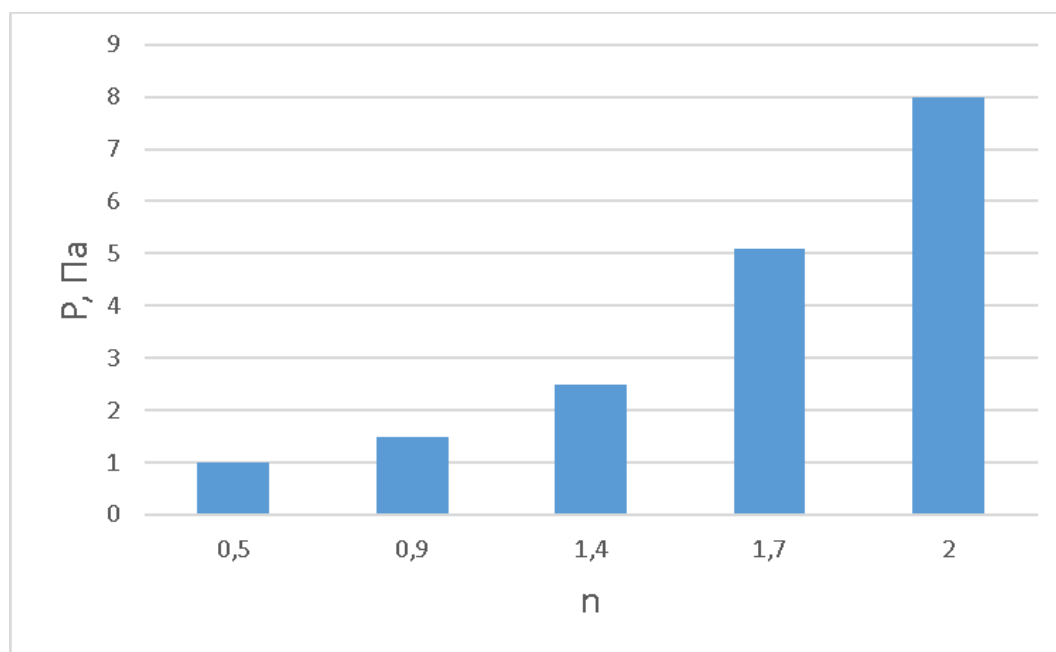


Рисунок 14 – Механический предел прочности на сжатие гидрогелей на основе геллана, в зависимости от n

Для полученной в настоящей работе гидрогелевой мазевой основы геллана были проведены реологические исследования. На рисунке 15 в качестве примера приведены данные реологических исследований геля геллана, представленных в виде кривых зависимости $\tau - \dot{\gamma}$, на которых имеется начальный участок, на протяжении которого в системе развиваются лишь незначительные деформации. После приложения более высоких значений напряжения сдвига в системе наблюдаются более существенная деформация.

Следовательно, зависимости скорости сдвига от напряжения сдвига имеют нелинейный характер, что указывает на наличие в геле определенной трехмерной структуры, стабилизированной, очевидно, водородными связями, а также физическими узлами зацепления. Гистерезисные явления, а именно, несовпадение кривых, полученных в циклическом режиме увеличение-снижение напряжения, также свидетельствует о протекании процессов формирования и разрушения физической сетки в исследуемой системе гель геллана.

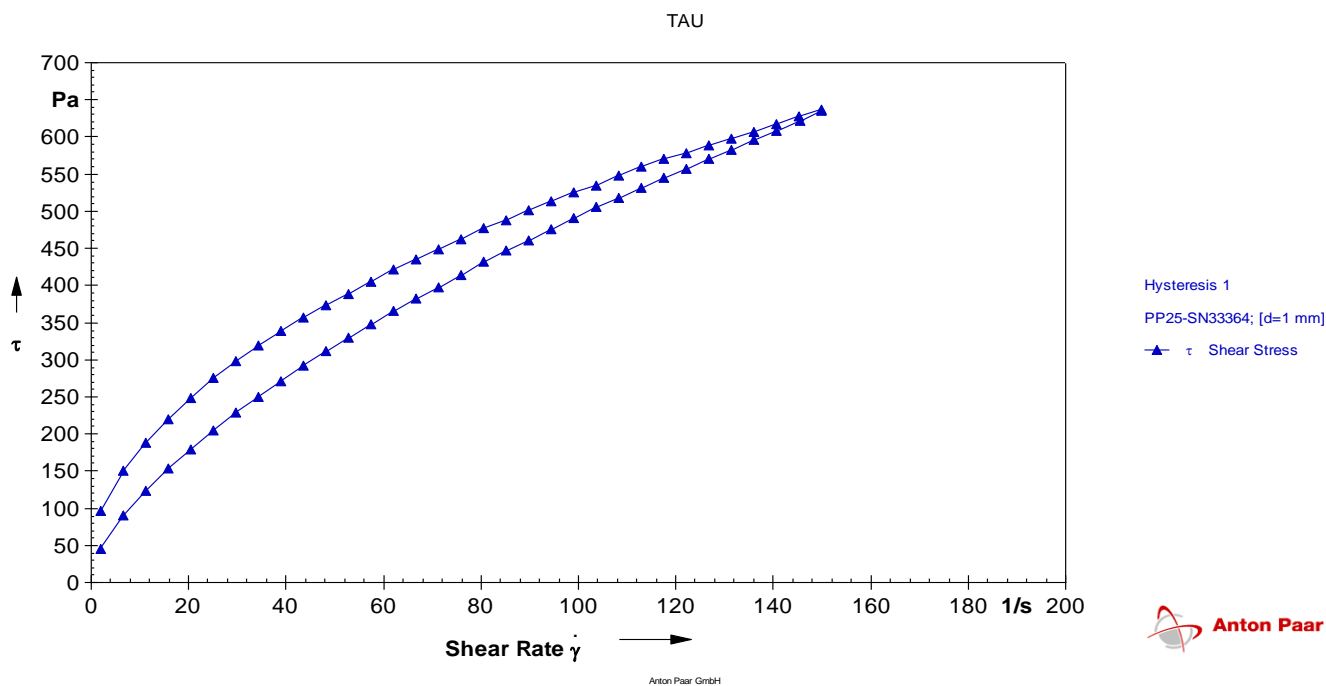


Рисунок 15 – Зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига для гидрогелевой мази на основе геллана

Как видно из рисунка 16, полученные в работе гидрогелевые мази на основе геллана не являются ньютоновскими жидкостями, а относятся к псевдопластичным структурированным жидкостям, для которых в отличие от ньютоновских процесс течения включает несколько элементарных процессов, обусловленных процессами разрушения и восстановления структуры жидкости, а также ориентацией макромолекул вдоль градиента приложенного напряжения.

При достижении минимального значения ньютоновской вязкости трехмерная структура исследуемой гидрогелевой композиции полностью разрушается, не успевая восстанавливаться, а макромолекулы получают ориентацию вдоль градиента приложенного напряжения.

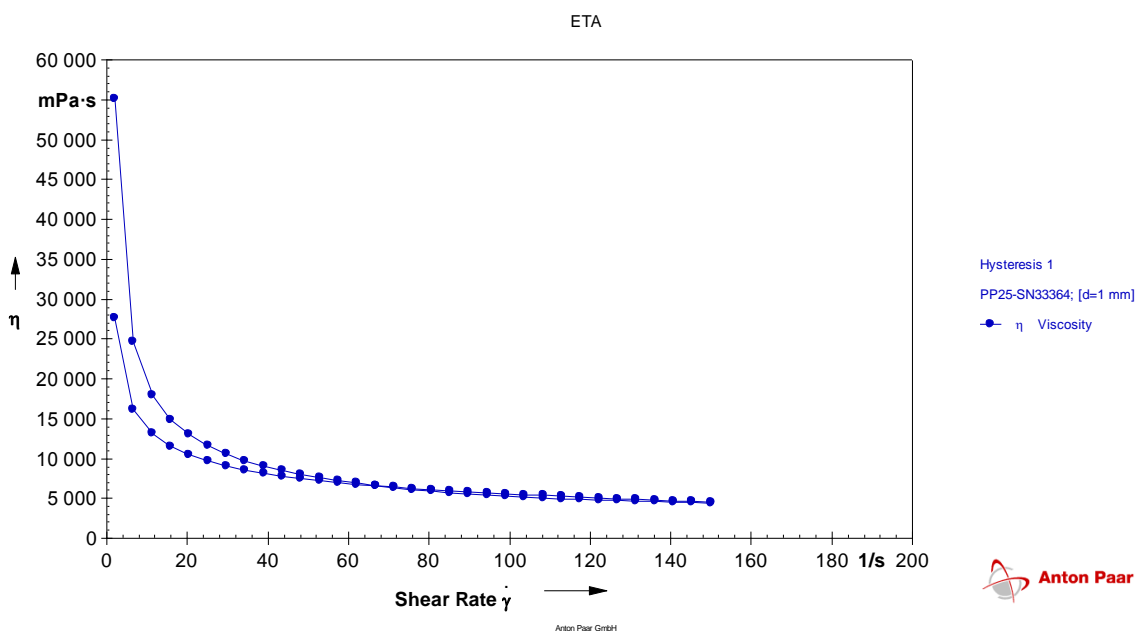


Рисунок 16 – Зависимость динамической вязкости от скорости сдвига для мазевойгидрогелевой композиции на основе геллана

Реологические исследования показали, что для гелей геллана характерны выраженные тиксотропные свойства. На рисунке17 представлены кривые изменения динамической вязкости мазевойгидрогелевой композиции основе геллана. Видно, что на начальных участках кривых при низких значениях напряжения сдвига в системе наблюдается наибольшая ньютоновская вязкость, обусловленная наличием трехмерной сетки зацепления в данной системе. При достижении высоких значений напряжения сдвига в исследуемой системе наблюдается резкое падение вязкости, что обусловлено разрушением трехмерной сетки под воздействием механической нагрузки, а также ориентацией макромолекул вдоль градиента напряжения.

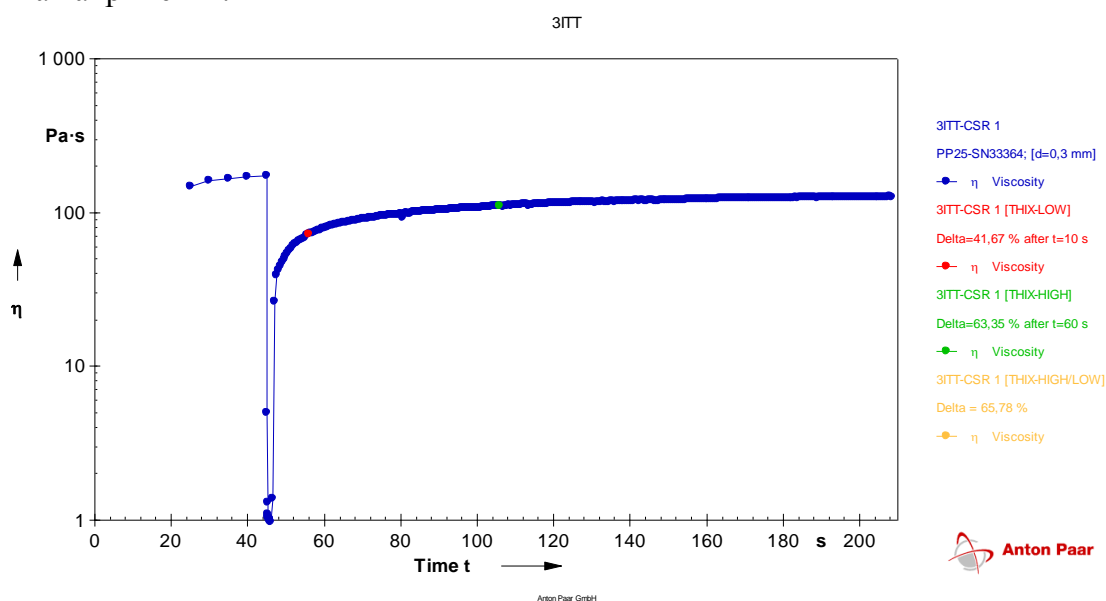


Рисунок 17 – Кривые изменения динамической вязкости во времени при различных значениях напряжения сдвига мазевойгидрогелевой композиции на основе геллана

В тоже время при обратном переходе к режиму с низкими значениями напряжения сдвига наблюдается снова существенное увеличение динамической вязкости, вследствие восстановления трехмерной сетки в исследуемой системе, что свидетельствует о выраженных тиксотропных свойствах мазей на основе геллана.

На рисунке 18 приведены данные по влиянию температуры на динамическую вязкость мазевой гидрогелевой композиции на основе геллана. Видно, что с повышением температуры наблюдается заметное снижение вязкости.

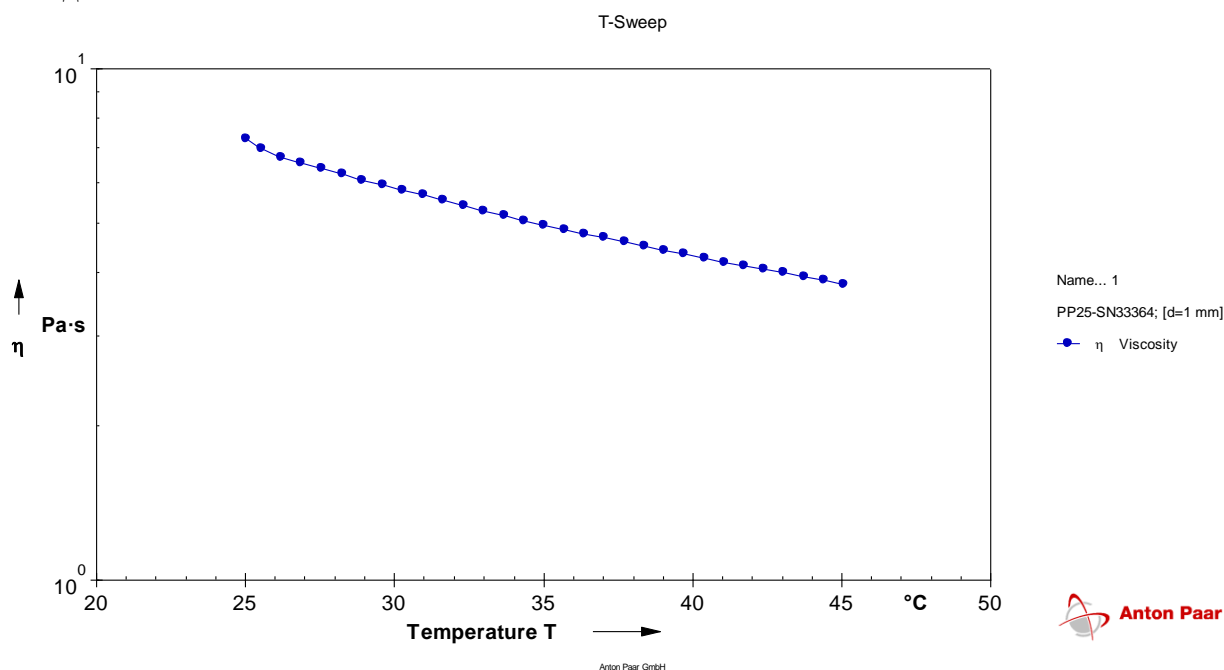


Рисунок 18 – Температурная зависимость динамической вязкости для мазевой гидрогелевой композиции на основе геллана

В настоящей работе гидрогелевая композиция на основе геллана была использована для получения антисептической мази, содержащей ХГ. Для формирования геля в водный раствор геллана приливался раствор ХГ с рассчитанной концентрацией, а также добавлялся сухой порошок тиосульфата натрия, необходимый для формирования стабильного физического геля геллана с необходимым физико-механическими параметрами.

Кроме того использование этой соли в рецептуре гидрогелевой мази обусловлено также его уникальными физиологически-активными свойствами (https://otzovik.com/review_5603675.html). Натрия тиосульфат широко применяется в косметологии, в частности, это вещество активно используется в составе масок, скрабов и пилингов для лица и тела. Кроме того, тиосульфат натрия применяется для лечения и предотвращения ряда кожных заболеваний, включая экзему и псориаз, обладает противовоспалительными и противоожоговыми свойствами. Он способствует уменьшению воспаления и зуда, снимает раздражение и помогает улучшить общее состояние кожи.

Тиосульфат натрия способствует улучшению микроциркуляции крови, что способствует более активному выведению токсинов и лишней жидкости из организма. Это позволяет улучшить тонус кожи и бороться с отечностью.

Одним из главных применений натрия тиосульфата в медицине является его использование в качестве антидота при отравлениях солями тяжелых металлов, включая

ртуть, свинец и арсен. Он способен связываться и нейтрализовывать эти яды, помогая организму избавиться от них.

Таким образом, натрия тиосульфат является важным лекарственным средством в медицине и широко используется для лечения различных состояний и отравлений. Благодаря своим свойствам он помогает организму очиститься от ядов и токсинов, а также улучшить общее состояние кожи и уменьшить воспаление (https://otzovik.com/review_5603675.html).

Используемый в рецептуре мази хлоргексидинбиглюконат (ХГ) давно известен и широко используется в медицинской практике как высокоэффективный антисептик. Показано, что ХГ эффективен в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий - *Treponemaspp.*, *Neisseriagonorrhoeae*, *Trichomonasspp.*, *Chlamydia spp.*, *Ureaplasmaspp.* Проявляет выраженную вирулицидную активность, в сочетании с фунгицидным действием [10].

Технология получения гидрогелевой мази на основе геллана, содержащей хлоргексидинбиглюконат включает следующие операции:

- приготовление водного раствора геллана (0,5 масс. %);
- формирование геля геллана путем добавления в водный раствор геллана водного раствора ХГ (5 масс. %) и расчетного количества сухого порошка тиосульфата натрия до общей концентрации 10 моль %;
- измельчение геля геллана, содержащего 0,5 масс. % ХГ и 10 масс. % тиосульфата натрия до мазеподобной консистенции;
- тестирование реологических параметров полученной гидрогелевой мази;

Для полученных гидрогелевых мазей на основе геллана с различным содержанием ХГ были изучены противогрибковая (антифунгальная) и антибактериальная активности. ую

Исследование противогрибковой активности полученных гидрогелевых мазей на основе геллана, содержащих хлоргексидинбиглюконат, проводилось, на кафедре микробиологии, вирусологии и иммунологии Крымского государственного медицинского университета им. С.И. Георгиевского путем изучения воздействия мази на рост грибов *Candidaalbicans* ССМ №885. Антифунгальную активность мази определяли по степени ингибирования роста дрожжеподобных грибов рода *Candidaalbicans* ССМ №885 (типовой штамм получен в ГИСК им. Л.А. Тарасевича, г.Москва) после инкубации с антисептиком в соответствии с Европейским Стандартом определения скорости инаktivации микроорганизмов антисептиком (European Standard EN 1040, 1997). К образцам гидрогелей № 1–5 в асептических условиях добавляли стерильную дистиллированную воду и суспензию суточной культуры грибов. Общий объем проб по 50 мл с концентрацией грибов 10^5 КОЕ/мл помещали в плоскодонные колбы. Их инкубировали при 37°C в условиях перемешивания на лабораторном встряхивателе со скоростью перемешивания 100 об/мин. Время инкубации составляло 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 и 24 часов. После окончания инкубации из соответствующих колб производили посев петлей на среду Сабуро по методу Голда. Число КОЕ (колониеобразующих единиц) грибов в 1 мл инкубированных суспензий подсчитывали в соответствии с критериями метода Голда. Контролем служили образец без геля и ХГ (К) и образец с гелем без ХГ - К1. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Воздействие гидрогелевых мазей на основе геллана с различным содержанием ХГ на рост культуры грибов *Candidaalbicans* ССМ №885 при инкубации в воде

Образцы	ХГ, масс. %	КОЕ/мл грибов								
		1ч	3ч	6ч	9ч	12ч	15ч	18ч	21ч	24ч
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
К Без геля	-	10^5	10^5	10^5	10^5	10^5	10^5	10^5	5×10^5	10^6
К-1 С гелем	-	5×10^5	5×10^5	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	5×10^6	$7,5 \times 10^6$
1	0,05	10^5	10^5	10^5	10^5	10^5	10^4	10^4	5×10^3	Роста нет
2	0,1	10^5	10^5	10^5	5×10^4	5×10^4	5×10^4	5×10^4	10^4	Роста нет
3	0,15	10^5	10^5	10^5	10^5	5×10^4	5×10^4	5×10^3	10^3	Роста нет
4	0,2	10^5	10^5	5×10^4	5×10^4	5×10^4	5×10^4	5×10^4	10^4	Роста нет
5	0,3	5×10^5	10^5	10^5	10^5	$7,5 \times 10^4$	5×10^4	10^4	10^3	Роста нет
Примечание – Шрифтом выделены концентрации грибов в пробах, соответствующих минимальному сроку инкубации, продемонстрировавшему ингибирующий эффект										

Контроль-1 с гелем без ХГ не подавлял рост дрожжеподобных грибов. За 24 ч их количество выросло в сравнении с концентрацией после 1 часа инкубации в 150 раз и превысило результаты в контроле без геля (К) в 7,5 раз (рисунок 19). Этот результат, очевидно, свидетельствует о том, что гидрогель геллана сам по себе является благоприятной средой для роста дрожжеподобных грибов.

Через 24 ч рост грибов полностью ингибировался всеми концентрациями ХГ, использованными в рецептуре исследованных гидрогелевых мазей.

В варианте 1 (концентрация ХГ в геле 0,05 масс.%) подавление роста в 10 раз по отношению к контролю без геля (К) наблюдалось через 15 часов (рисунок 20), в 100 раз – через 21 час.



А



Б

Рисунок 19– Рост грибов *C. albicans* ССМ №885 в контроле с гелем без ХГ (К1) при инкубации в течение 15 часов, вариант К1-VI (А), и 24 часов, вариант К1-IX (Б). Номера вариантов соответствуют обозначениям в таблице 15



Рисунок 20– Рост грибов *C. albicans* ССМ №885 в варианте опыта 1 (концентрация ХГ в геле 0,05 масс.%) при инкубации в течение 15 часов, вариант 1-VI

В варианте 2 (концентрация ХГ в геле 0,1 масс.%) подавление роста в 2 раза по отношению к контролю (К) без геля наблюдалось через 9 часов, в 50 раз – через 21 час (рисунок 21).



Рисунок 22– Рост грибов *C. albicans* ССМ №885 в варианте опыта 2 (концентрация ХГ в геле 0,1 масс.%) при инкубации в течение 21 часа, вариант 2- VIII

В варианте 3 (концентрация ХГ в геле 0,15 масс.%) подавление роста в 2 раза по отношению к контролю (К) без геля наблюдалось через 12 часов, в 20 раз через 18 час, в 500 раз- через 21 час (рисунок 22).



А



Б

Рисунок 22 - Рост грибов *C. albicans* ССМ №885 в варианте опыта 3 (концентрация ХГ в геле 0,15 масс.%) при инкубации в течение 12 часов, вариант 3 – V (А) и 21 часа вариант 3 – VIII (Б)

В варианте 4 (концентрация ХГ в геле 0,2 масс.%) подавление роста в 2 раза по отношению к контролю (К) без геля наблюдалось через 6 часов, в 50 раз – через 21 час.

В варианте 5 (ХГ в геле 0,3 масс.%) подавление роста в 2 раза по отношению к контролю (К) без геля наблюдалось через 15 часов, в 10 раз - через 18 часов, в 500 раз - через 21 час (Рисунок 23).



А



Б

Рисунок 23– Рост грибов *C. albicans* ССМ №885 в варианте опыта 5 (концентрация ХГ в геле 0,3 масс.%) при инкубации в течение 15 часов, вариант 5 – VI (А) и 21 часа вариант 5 – VIII (Б)

Достоверных различий в динамике подавления роста грибов по вариантам опыта не выявляли. В результате было установлено полное подавление дрожжеподобных грибов за 24 ч при использовании всех вариантов гидрогелевых мазей, содержащих ХГ.

Антибактериальную активность гидрогелевых мазей, содержащих ХГ, определяли по степени ингибирования роста *S. aureus* ATCC 25922 (типовой штамм получен в ГИСК им. Л.А. Тарасевича, г. Москва) после инкубации с антисептиком в соответствии с Европейским Стандартом определения скорости инактивации микроорганизмов антисептиком (European Standard EN 1040, 1997).

Образцы гидрогелевых мазей № 1-6 весом по 30 мг в асептических условиях вносили в плоскодонные колбы с 30 мл стерильной дистиллированной воды. В каждую пробу добавляли по 3 мл суспензии точной культуры бактерий. Концентрация *S. aureus* в каждой пробе составляла 10^6 КОЕ/мл. Колбы инкубировали при 37°C в условиях перемешивания на лабораторном встряхивателе со скоростью перемешивания 100 об/мин. Время инкубации составляло 5, 10, 15, 20, 30, 60, 90, 120, 150 мин, а также 5, 7, 9 часов. После окончания инкубации из соответствующих колб производили посев петлей на среду МПА по методу Голда. Число КОЕ (колониеобразующих единиц) бактерий в 1 мл инкубированных суспензий подсчитывали в соответствии с критериями метода Голда. Контролем служили образец без геля и наносеребра (К) и образец с гелем без наносеребра – К1. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2– Воздействие гидрогелевых мазей на основе геллана на рост культуры бактерий *S. aureus* ATCC 25922 при инкубации в воде

Образцы	ХГ, масс. %	Концентрация бактерий (КОЕ/мл) после инкубации с образцами*:												
		5м	10м	15м	20м	30м	60м	90м	120м	150 м	5ч	7ч	9ч	
К	-	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6
К-1	-	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	5×10^6	5×10^6
1	0,05	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^5	3×10^3	0
2	0,1	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^5	10^4	0
3	0,15	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^5	0	0
4	0,2	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	10^6	0	0	0

5	0,3	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁵	0	0	0	0	0	0	0
6	0,5	2 КО Е	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечание - Шрифтом выделены концентрации бактерий в пробах, соответствующих минимальному сроку инкубации, продемонстрировавшему ингибирующий эффект.

К-1 – контроль с гелем ХГ. К – контроль без геля и ХГ.

* м-минуты, ч-часы инкубации. КОЕ-колониеобразующие единицы бактерий

Контроль-1 с гелем ХГ не подавлял рост бактерий. За 7 ч их количество выросло в сравнении с начальной концентрацией в 5 раз, достоверно не превышая результаты в контроле без геля (К) (рисунок24). Через сутки инкубации количество бактерий в контрольных образцах К и К-1 составило 5×10^6 КОЕ/мл.

В варианте с концентрацией ХГ в геле 0,05масс.% подавление роста в 10 раз по отношению к контролю без геля (К) наблюдалось через 5 часов и в 330 раз – через 7 часов (рисунок25). Полное отсутствие роста наблюдали через 9 часов.

В варианте с концентрацией ХГ в геле 0,1масс.% подавление роста бактерий по отношению к контролю без геля (К) через 5 и 7 часов было 10-кратным и 100-кратным соответственно (рисунок26). Через 9 часов инкубации рост отсутствовал полностью.



А



Б

Рисунок 25– Рост *S. aureus* ATCC 25922 в контроле без геля и ХГ- К(А) и с гелем без ХГ К-1 (Б) при инкубации в течение 9 часов



А



Б

Рисунок 26– Рост *S. aureus* ATCC 25922 в варианте опыта с концентрацией ХГ в геле 0,05 масс. % при инкубации в течение 5 часов (А) и 7 часов (Б)



А



Б

Рисунок 27– Рост *S. aureus* ATCC 25922 в варианте опыта с концентрацией ХГ в геле 0,1 масс. % при инкубации в течение 5 часов(А) и 7 часов (Б)

В варианте с концентрацией ХГ в геле 0,15 масс. % подавление роста в 10 раз по отношению к контролю (К) без геля наблюдалось через 5 часов, полное ингибирование роста - через 7 часов (рисунок 28) .



А



Б

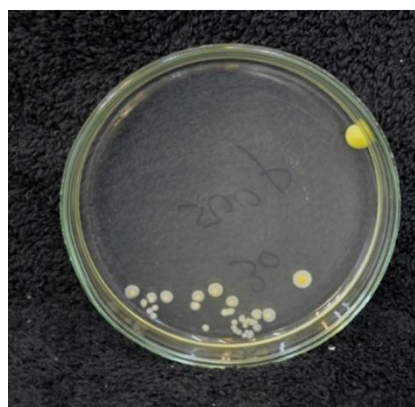
Рисунок 28 - Рост *S. aureus* ATCC 25922 в варианте опыта с концентрацией ХГ в геле 0,15 масс.% при инкубации в течение 5 часов (А) и 7 часов (Б)

В варианте с концентрацией ХГ в геле 0,2 масс.% отсутствие роста отмечалось через 5 часов инкубации.

В варианте с концентрацией ХГ в геле 0,3 масс.% ингибирование роста в 10 раз по отношению к контролю без геля (К) наблюдалось уже через 30 минут, а отсутствие роста - через 60 минут (рисунок 29).



А



Б

Рисунок 29– Рост *S. aureus* ATCC 25922 в варианте опыта с концентрацией ХГ в геле 0,3 масс.% при инкубации в течение 15 минут (А) и 30 минут (Б)

Наибольшим бактерицидным эффектом обладали повязки с концентрацией ХГ в геле 0,5 масс.%. Уже через 5 минут инкубации число бактерий в 1 мл образца уменьшилось с 10^6 до нескольких сотен клеток (2 КОЕ на чашке Петри, рисунок 30). Через 10 минут рост отсутствовал. Последующие посевы из данного образца также были стерильными.



Рисунок 30—Рост *S. aureus* ATCC 25922 в варианте опыта с концентрацией ХГ в геле 0,5 масс.% при инкубации в течение 5 минут

По итогам исследования гидрогелевые мази, содержащие ХГ, обладали выраженным антибактериальным эффектом в отношении типового штамма *S. aureus* ATCC 25922. Через 9 часов инкубации культуры полное ингибирование роста бактерий наблюдалось во всех вариантах опыта. Через 5 часов инкубации рост стафилококков уменьшился в 10 раз при содержании ХГ в образцах от 0,05 до 0,15 масс.% и полностью отсутствовал при более высоких его концентрациях. При инкубации бактерий с гидрогелевыми мазями, содержащими 0,3 масс.% ХГ, рост микроорганизмов полностью подавлялся в течение 60 минут. Наиболее сильным антибактериальным действием обладали гидрогелевые мази с концентрацией ХГ 0,5 масс.%. Их бактерицидный эффект проявлялся уже через 5 минут инкубации (рост единичных колоний). Начиная с концентрации ХГ 0,15 масс.% и выше отмечалась зависимость «доза-эффект», прямо пропорциональная содержанию ХГ в образце.

Таким образом, результаты проведенного комплекса медико-биологических испытаний, показали, что полученные материалы обладают высокой антибактериальной и противогрибковой активностями, что с учетом их высокой дренирующей способностью, характерной для гидрогелей, свидетельствует о перспективности их использования в качестве перевязочных средств для лечения обширных ран и ожогов.

Литература:

- 1 Offenbrite R.M., Park K., Okano T. Biomedical Applications of Hydrogels Handbook. – Springer, 2010. – 423 p.
- 2 Hydrogels in Medicine and Pharmacy/ Ed. N.A. Peppas. – Boca Raton: CRC press., 1987. –Vol.3 – 190 p.
- 3 Djabourov M., Leblond J., Papon P. Gelation of aqueous gelation solutions.I. Structural investigation // J.Phys.(Fr), – 1988. – Vol.49. – № 2. – P. 319–332.
- 4.Kuhn W., Peterly E.,Majer H. Freezing point depression of gels produced by high polymer networks.// J.Polym.Sci. – 1955. – Vol.16. – P.539–541.
- 5 Bergman S.H., Stocks W. Morphology and formation mechanism of thermoreversible gels of poly(vinylalcohol) // Morphol. Polym.:abstr.Pap. 17th Eur. Conf.Macromol.Phys. July 15–18. –1985. – Praque, 1985. –5/1.

6 Валуев И.Л., Чупов В.В., Сытов Г.А., Валуев Л.И., Платэ Н.А. Фазообратимые гидрогели на основе сополимеров акриламида и N-(2-D-глюкоз)акриламида // Высокомолек.соед. – 1997. – Т. Б39. – С. 751–754.

7 Xu L., Dong M., Gong H., Sun M., Li Y. Effects of inorganic cations on the rheology of aqueous welan, xanthan, gellan solutions and their mixtures // Carbohydr. Polym. – 2015. – Vol. 121. – P. 147–154.

8 Osmalek T., Froelich A., Tasarek S. Application of gellan gum in pharmacy and medicine // Int. J. Pharm. – 2014. – Vol. 466, №1–2. – P. 328–340.

9 DaSilva L.P., Cerqueira M.T., Sousa R.A., Reis R.L., Correlo V.M., Marques A.P. Engineering cell-adhesive gellan gum spongy-like hydrogels for regenerative medicine purposes // Acta Biomater. – 2014. – Vol. 10, №11. – P. 4787–4797.

10 Зверьков А. В., Зузова А. П. Хлоргексидин: прошлое, настоящее и будущее одного из основных антисептиков // Клинический микробиологический журнал. – 2013. – Том 15, № 4. – С. 279–285.

References:

1 Offenbrite R.M., Park K., Okano T. Biomedical Applications of Hydrogels Handbook. – Springer, 2010. – 423 p.

2 Hydrogels in Medicine and Pharmacy/ Ed. N.A. Peppas. – Boca Raton: CRC press., 1987. – Vol.3 – 190 p.

3 Djabourov M., Leblond J., Papon P. Gelation of aqueous gelatin solutions. I. Structural investigation // J.Phys.(Fr), – 1988. – Vol.49. – № 2. – P. 319–332.

4 Kuhn W., Peterly E., Majer H. Freezing point depression of gels produced by high polymer networks. // J.Polymer.Sci. – 1955. – Vol.16. – P.539–541.

5 Bergman S.H., Stocks W. Morphology and formation mechanism of thermoreversible gels of poly(vinylalcohol) // Morphol. Polym.:abstr.Pap. 17th Eur. Conf.Macromol.Phys. July 15–18. –1985. – Prague, 1985. –5/1.

6 Valuev I.L., Chupov V.V., Sytov G.A., Valuev L.I., Platje N.A. Fazoobratimye gidrogelina osnove sopolimero vakrilamida i N-(2-D-gljukoz)akrilamida // Vysokomolek.soed. – 1997. – Т. Б39. – С. 751–754.

7 Xu L., Dong M., Gong H., Sun M., Li Y. Effects of inorganic cations on the rheology of aqueous welan, xanthan, gellan solutions and their mixtures // Carbohydr. Polym. – 2015. – Vol. 121. – P. 147–154.

8 Osmalek T., Froelich A., Tasarek S. Application of gellan gum in pharmacy and medicine // Int. J. Pharm. – 2014. – Vol. 466, №1–2. – P. 328–340.

9 DaSilva L.P., Cerqueira M.T., Sousa R.A., Reis R.L., Correlo V.M., Marques A.P. Engineering cell-adhesive gellan gum spongy-like hydrogels for regenerative medicine purposes // Acta Biomater. – 2014. – Vol. 10, №11. – P. 4787–4797.

10 Zver'kov A. V., Zuzova A. P. Hlorgeksidin: proshloe, nastojashhee i budushhee odnogo iz osnovnyh antiseptikov // Klinicheskij mikrobiologicheskij zhurnal. – 2013, Vol. 15, № 4. – P.279–285.

Поступила 4 декабря 2023 г.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

МРНТИ 76.03.55

УДК 623.459.452

КВОПРОСУ ОБ ИСТОРИИ ИПРИТА И СВЯЗАННОЙ С НИМ ТРАДИЦИОННОЙ ХИМИОТЕРАПИИ РАКА

Ким И.К.

e-mail: kasaira@mail.ru

В статье рассмотрена история открытия и применения иприта. Иприт – это отравляющее вещество, которое впервые было использовано в Первой мировой войне. Иприт является чрезвычайно токсичным веществом. Однако было установлено, что в определенных дозах он может использоваться как антираковый препарат. Производное иприта эмбихин (хлорметин) стал первым противораковым препаратом. Известно, что новые препараты на основе иприта (циклофосфамид, циклофосфан, новэмбихин и др.) обладают преимуществами по сравнению с эмбихином.

Ключевые слова: *иприт, отравляющее вещество, рак, эмбихин, противораковые препараты, химиотерапия, опухоль.*

Мақалада иприттің ашылу және қолдану тарихы қарастырылады. Иприт – бұл Бірінші дүние жүзілік соғыста алғаш рет қолданылған улызат. Иприт – өте улызат болып табылады. Алайда, белгілі бір дозаларда оны қатерлі ісікке қарсы дәріретінде қолдануға болатындығы анықталды. Иприт туындысы эмбихин(хлорметин) ісікке қарсы алғашқы дәрі болып табылды. Иприт негізіндегі жаңа препараттар (циклофосфамид, циклофосфан, новэмбихин және т.б.) эмбихинге қарағанда артықшылықтарға ие екендігі белгілі.

Түйінді сөздер:*иприт, улы зат, қатерлі ісік, эмбихин, қатерлі ісікке қарсы препараттар, химиотерапия, ісік.*

The article discusses the history of the discovery and application of mustard gas. Mustard gas is a poisonous substance that was first used in the First World War. Mustard gas is an extremely toxic substance. However, it has been found that in certain doses it can be used as an anti-cancer drug. The mustard derivative embiquin (chlormethine) became the first anticancer drug. It is known that new drugs based on mustard gas (cyclophosphamide, cyclophosphamide, novembiquin, etc.) have advantages over embiquin.

Keywords: *mustard gas, toxic substance, cancer, embiquin, anticancer drugs, chemotherapy, tumor.*

Смертельное отравляющее вещество – иприт, от которого на фронтах Первой мировой войны пострадало не менее 400 000 человек, положил начало целому направлению в терапии злокачественных опухолей – химиотерапии. За свою 200-летнюю историю он спас гораздо больше жизней, чем погубил, и является наглядным примером вещества, которое в больших дозах является ядом, а в малых – ценным лекарством!

Крайне токсичный дихлордиэтилсульфид или «горчичный газ» был впервые случайно получен ученым химиком Сезаром Дебре в 1822 году, который не обратил на него особого внимания [1]. В последующем выявились крайне токсичные особенности данного вещества, но для его использования в целях массового убийства людей должно было коренным образом измениться общественное сознание.

Первая мировая война вдребезги разбила наследие «красивых войн» прошлого, в которых генералы лично наблюдали за ходом сражения, офицеры придерживались «рыцарского кодекса чести», а солдаты сражались лицом к лицу. С каждым месяцем изматывающих сражений ожесточение нарастало и в конце концов у противоборствующих сторон появились идеи применить оружие массового поражения.

Историки считают, что первыми применили химическое оружие французские войска, в 1915 году они распылили над расположением немецких войск тот самый слезоточивый газ, который сейчас применяют для разгона демонстраций. Однако из-за сильного ветра он не причинил никакого вреда.

Германия посчитала себя вправе ответить подобным образом, и 13 июля 1917 года в ходе сражения под бельгийским городом Ипром было впервые применено химическое оружие массового поражения – крайне токсичный «горчичный газ», который впоследствии был назван ипритом. У этого вещества был запах горчицы и чеснока, на который вначале не обратили особого внимания. Губительные последствия иприта сказывались через несколько часов или через сутки.

При попадании в дыхательные пути он вызывал удушье, кровотечение, отек легких и смерть, а при наружном воздействии плохо заживающие ожоги глаз и кожи. Особенно опасными оказались долгосрочные последствия заражения даже небольшим количеством иприта. Почти все подвергшиеся воздействию иприта умирали в течение последующих нескольких лет от сердечно-сосудистой и желудочно-кишечной патологии, рака, неврологических и психических расстройств.

При изучении тел умерших от воздействия иприта эксперт по химическому оружию доктор Стюарт Александер обнаружил почти полное отсутствие лейкоцитов в их костном мозге и заключил, что иприт нарушает способность клеток к делению в организме и данное свойство может быть использовано в лечении рака [2].

Поскольку были предположения о возможности использования химического оружия в будущих войнах, иприт и его производные подверглись тщательному изучению с целью выработки мер противодействия. Антидот создать не удалось, зато в ходе экспериментов на кроликах обнаружили, что при воздействии производных иприта у них рассасывались раковые опухоли.

Ученые предположили, что в правильной дозе он может быть применен для лечения опухолей у человека. В 1942 году начались медицинские эксперименты на людях. Шла война, исследования шли под контролем военных и были строго засекречены. Испытуемое вещество называли «лимфоцид» или «вещество X» [3].

В 1946 году в Американском медицинском журнале вышла первая публикация об опыте применения азотистого иприта для лечения злокачественных лимфом, лимфосарком и лейкемии, где описывалась достигнутая ремиссия у 30% пациентов.

Эти результаты были поразительными для ранее обреченных на смерть людей: злокачественные опухоли рассасывались и исчезали. К сожалению, через некоторое время рак возвращался, и лечение уже не помогало. Тогда был неизвестен феномен формирования лекарственной устойчивости, с которым сейчас научились бороться.

Эта информация вызвала огромный интерес у медицинского сообщества, поскольку ранее все попытки лечить лимфоидный рак лекарствами были неудачными.

Так возникло целое направление в онкологии – химиотерапия. Первым химиотерапевтическим препаратом, получившим широкое распространение во всем мире, стал именно азотистый иприт – хлорметин (эмбихин).

Основной принцип традиционной химиотерапии – война на уничтожение клеток опухоли, которые более чувствительны к отравляющим веществам, чем нормальные клетки организма.

При этом главной проблемой химиотерапии является правильный выбор комбинации препаратов и их дозировки с тем, чтобы уничтожить опухолевые клетки и нанести наименьший урон здоровым клеткам организма [4].

С этой целью создано немало новых препаратов на основе иприта и его комбинаций с другими веществами – циклофосфамид, циклофосфан, новэмбихин, проспидин, лофенал, хлорамбуцил и др. Они имеют ряд преимуществ по сравнению с эмбихином и позволили добиться значительных успехов в терапии опухолей.

Конечно, современная таргетная химиотерапия эффективнее и лучше переносится, но и стоит очень дорого. Для примера, популярный препарат циклофосфан стоит около 4000 рублей за 1 капельницу, аретуксимаб – 450 000. И это не самый дорогой таргетный препарат.

Думаю, что в ближайшие годы производные иприта не утратят своего значения, тем более, что разработаны новые комбинированные методы химиотерапии.

Одним из самых перспективных направлений современной химиотерапии опухолей является метод высокодозной химиотерапии в сочетании с трансплантацией заранее полученных собственных стволовых клеток пациента [5].

Производные иприта разрушают опухолевые клетки, но при этом поражаются и все быстро регенерирующие клетки, в том числе временно останавливается процесс кроветворения. Если остановку регенерации в основных органах организм способен пережить, то прекращение кроветворения ведет к развитию опасных для жизни осложнений. Дефицит тромбоцитов вызывает кровотечения, снижение числа лимфоцитов ведет к тяжелым инфекциям.

В то же время недостаточная доза препарата не убивает все раковые клетки: некоторые выживают и приобретают к нему устойчивость. Через некоторое время рак может вернуться.

При использовании метода высокодозной химиотерапии в сочетании с трансплантацией заранее полученных собственных стволовых клеток пациента кроветворные клетки заранее выводятся из-под «удара» большими дозами химиопрепарата, которые в противном случае уничтожили бы и их.

Перед началом химиотерапии производится забор стволовых клеток пациента, которые замораживаются и хранятся в специальном хранилище. После курса интенсивной химиотерапии, которая позволяет полностью уничтожить клетки рака, пациенту вводят его собственные размороженные стволовые клетки. Обычно в течение 2 недель восстанавливается нормальный процесс кроветворения.

В подавляющем большинстве случаев достигается стойкая ремиссия, бывшие пациенты работают, ведут активный образ жизни, рожают здоровых детей.

Таким образом, боевое отравляющее вещество – иприт и его производные спасли и продолжают спасать миллионы жизней по всему миру, и парадоксальным образом навсегда вошли в историю медицины как ценные лекарства.

Литература:

1. Александров В. Н., Емельянов В. И. Отравляющие вещества – М.: Воениздат, 1990. – 271 с.
2. Goodman L. S., Wintrobe M. M., Dameshek W. et al. Nitrogen mustard therapy. //J.A.M.A. – 1946. – Vol.132. – №.3. – P. 126-132.
3. Scott R. B. Cancer chemotherapy –the first twenty-five years // Br. Med. J. – 1970. – Vol. 4, № 5730. – P. 259-265.
4. Nicols C.R. // Hematopoetic cell transplantation in germ cell tumors. – Scientific MAJ. – 1999. – P. 1049-1057.
5. ГуттиересДельгадо Ф. Высокодозная химиотерапия в сочетании с трансплантацией аутологичных клеток-предшественников гемопоэза при лечении пациентов с солидными опухолями: современное состояние проблемы и перспективы – Материалы VI Российской онкологической конференции – Москва, 2020.

References:

1. Aleksandrov V. N., Emel'janov V. I. Otravljajushhie veshhestva – М.: Voenizdat, 1990. – 271 s.
2. Goodman L. S., Wintrobe M. M., Dameshek W. et al. Nitrogen mustard therapy. //J.A.M.A. – 1946. – Vol.132. – №.3. – P. 126-132.
3. Scott R. B. Cancer chemotherapy –the first twenty-five years // Br. Med. J. – 1970. – Vol. 4, № 5730. – P. 259-265.
4. Nicols C.R. // Hematopoetic cell transplantation in germ cell tumors. – Scientific MAJ. – 1999. – P. 1049-1057.
5. GuttieresDel'gado F. Vysokodoznajahimioterapija v sochetanii s transplantaciejautologichnyhkletok-predshestvennikovgemoipojezapri lecheniiipacientov s solidnymiopuholjami: sovremennoesostojanieproblemyiperspektivy – Materialy VI Rossijskojonkologicheskoi konferencii – Moskva, 2020.

Поступила 10ноября 2023 г.

ЭКОЛОГИЯ

МРНТИ 87.24

УДК 591.543.4

О ГЛОБАЛЬНОМ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА И ЧЕМ ЭТО МОЖЕТ ГРОЗИТЬ КОРЕЕ И КАЗАХСТАНУ

Ким И.К.

НТО «КАХАК», Алматы

e-mail: kasaira@mail.ru

В статье рассматриваются катастрофические последствия глобального потепления климата. В последние годы изменения происходят непредсказуемо быстро. Приводится анализ мониторинга климата Южной Кореи и повышения сейсмической активности в регионе. Также оценивается изменение климата в различных регионах Казахстана. Особое внимание уделяется состоянию самого крупного и развитого города Казахстана – Алматы. Приводятся рекомендации по действию людей в чрезвычайной ситуации, которая может возникнуть в результате изменения климатических условий.

Ключевые слова: *климат, потепление, сейсмическая активность, таяние ледников, парниковые газы, Казахстан, чрезвычайная ситуация.*

Мақалада жаһандық климаттың жылынуының апатты салдары қарастырылады. Соңғы жылдары өзгерістер күтпеген жерден тез орын алуда. Оңтүстік Корея климатының мониторингіне және аймақтағы сейсмикалық белсенділіктің артуына талдау жасалынады. Сонымен бірге, Қазақстанның түрлі өңірлеріндегі климаттың өзгеруі де бағаланылады. Қазақстанның ең ірі және дамыған қаласы – Алматының жағдайына ерекше назар аударылады. Климаттық жағдайлардың өзгеруі нәтижесінде туындауы мүмкін төтенше жағдайдағы адамдардың іс-әрекеті бойынша ұсыныстар беріледі.

Түйінді сөздер: *климат, жылыну, сейсмикалық белсенділік, мұздықтардың еруі, парниктік газдар, Қазақстан, төтенше жағдай.*

The article discusses the catastrophic consequences of global warming. In recent years, changes have occurred at an unpredictably rapid pace. An analysis of climate monitoring in South Korea and increased seismic activity in the region is provided. Climate change in various regions of Kazakhstan is also assessed. Particular attention is paid to the state of the largest and most developed city in Kazakhstan - Almaty. Recommendations are given for how people should act in an emergency situation that may arise as a result of changing climate conditions.

Keywords: *climate, warming, seismic activity, melting glaciers, greenhouse gases, Kazakhstan, emergency.*

1. О последствиях глобального потепления в мире

Климат на планете меняется. По новостям нам регулярно сообщают о температурных рекордах, разрушительных тайфунах и масштабных затоплениях, пересыхании рек,

извержениях вулканов и землетрясениях во всех частях света [1-4]. Конечно, лично нас больше волнует мороз за окном, чем глобальное потепление, но в природе все настолько тесно взаимосвязано, что если сегодня у нас немного холоднее обычного, то в других местах гораздо теплее, и мы будем все более явственно ощущать последствия погодных аномалий.

Климатологов особенно беспокоит быстрое таяние льдов Арктики. Она нагревается в 4 раза быстрее остальной планеты. Северный морской путь уже функционирует 9 месяцев в году: с начала мая до конца января. А при использовании атомных ледоколов нового поколения навигация по нему станет возможной круглогодично. Это делает Россию новой великой морской державой. Очевидно, что климат Сибири постепенно становится более теплым и благоприятным для жизни. Однако, если сюда начнут массово переезжать люди из затопленных или наоборот пораженных засухой стран, этот процесс может принять неуправляемый характер.

Потепление ведет также к таянию вечной мерзлоты и разрушению инфраструктуры в заполярных районах России, Канады и США. Ученые опасаются, что при этом могут высвободиться большие объемы метана и углекислого газа, вследствие чего температура на планете еще больше повысится.

Метан и углекислый газ являются парниковыми газами, которые создают в атмосфере Земли парниковую подушку, благодаря которой солнечное тепло задерживается на ее поверхности. Если бы не было парниковых газов, наша планета была бы ледяным шаром с температурой -18 градусов.

Однако в результате крупномасштабного сжигания угля, нефти и газа концентрация парниковых газов в атмосфере постоянно растет, и наша планета перегревается.

За последние 140 лет среднегодовая температура на Земле повысилась на 1 градус и продолжает ускоренно расти. Всемирная метеорологическая организация прогнозирует, что дальнейшее повышение среднегодовой температуры еще на один градус может оставить примерно миллиард человек без пригодных для жизни условий существования.

Палеонтологи утверждают, что подобные циклы потеплений являются предвестниками приближающегося большого ледникового периода, который может сильно изменить современную человеческую цивилизацию, подобно тому, как некогда внезапно замерзли и вымерли динозавры или как примерно 75 тысяч лет назад вследствие резкого похолодания от всей человеческой популяции осталось в живых примерно 2-5 тысяч человек.

Изучение вечных льдов Антарктиды путем бурения сверхглубоких скважин показало, что ледниковые периоды на Земле повторяются с цикличностью 12-24 тысячи лет. Это происходило миллионы, сотни и десятки тысяч лет назад, когда вообще не было человека или его деятельность не влияла на природу. Мы как раз живем в преддверии наступления очередного такого катаклизма.

Климатологи, оперирующие периодами в сотни и тысячи лет, раньше давали человечеству запас времени в 100-500 лет для принятия необходимых защитных мер, но в последнее время климат стал меняться непредсказуемо быстро.

По всей планете привычными стали так называемые конвективные осадки, когда вместо 5 небольших дождей в течение месяца за один день извергается один мощный ливень, который затапливает город, потому что противоливневая система не справляется с таким объемом. Или за сутки выпадает полугодовая норма осадков.

Вследствие таяния льдов повысился и продолжает повышаться уровень мирового океана. Это уже привело к исчезновению некоторых островных государств и сделало непригодными

для жизни многие прибрежные территории. Значительно увеличилась площадь затоплений в сезон «высокой воды». В некоторых местах, например на юге Средиземного моря, из-за особенно сильного нагрева воды массово гибнут многие морские организмы.

Научные исследования в Арктике установили интересный факт: таяние ледников происходит также изнутри с образованием огромных внутренних озер. Наша планета нагревается не только снаружи, но и изнутри! Зоны больших лесных пожаров в основном совпадают с зонами разломов, где из глубины Земли выделяются горючие газы.

Нарастает активность вулканов. Ведь что такое вулкан? Это отверстие или трещина в тонкой части земной коры, через которую наружу извергается раскаленная жидкая магма. Со временем магма застывает, образуя в жерле вулкана пробку. Когда давление жидкой магмы ее вышибает, то происходит извержение. После извержения вулкан превращается в «спящий», который в любой момент может проснуться.

Ученые считают, что наиболее вероятное место прорыва перегретой магмы – это область Марианской впадины – самого глубокого места в океане, находящегося на 11 тысяч км. ниже уровня океана. В этом месте зафиксировано нарастание вулканической активности, здесь самая тонкая земная кора и находится разлом, в котором напозадают друг на друга Тихоокеанская и Филиппинская тектонические плиты. Если начнется извержение магмы, то в результате супермощного подводного взрыва произойдет целый ряд землетрясений и гигантскоеразрушительныхцунами.

Впрочем, извержение любого из крупных «дремлющих» вулканов будет иметь катастрофические последствия для всей планеты. Помимо разрушений от взрыва, схода лавы, селевых потоков и проч. в воздух поднимутся тонны очень мелкой вулканической пыли и пепла, которые достигнут верхних слоев тропосферы и разносятсяна значительные расстояния. Эта пыль поглощает часть солнечного излучения и способствует охлаждению части планеты. Казалось бы – это хорошо!

Однако на практике это только усугубит неравномерность распределения температуры, то есть приведет к аномальному холоду в одних местах, сильной жаре и засухе – в других, а также к возникновению катастрофических ливней, тайфунов и затоплений. Подобные катаклизмы большая часть растений и животных не перенесет.

Ученые климатологи считают, что фильм-катастрофа «Послезавтра», который описывает арктический холод на одной половине планеты и страшную жару и засуху – на другой, является довольно реалистичным вариантом развития будущего. Кому интересно, тот может бесплатно посмотреть фильм в интернете.

Ученые прогнозируют, что уже в 2026 году часть стран начнет испытывать недостаток питьевой воды и продуктов, а к 2050 году сотни миллионов людей окажутся в крайней нищете и будут испытывать хронический голод. Другие сотни миллионов вынуждены будут переехать из-за постоянной угрозы затоплений и штормовых выносов. Почти полмиллиарда городских жителей столкнутся с нехваткой воды из-за сильной засухи. Многие густонаселенные районы Южной Америки, Индии, Африки, Австралии и Юго-Восточной Азии превратятся в пустыни, подобные Сахаре.

В прошлом такая ситуация приводила к конфликтам, войнам и массовым миграциям. Известный немецкий профессор-климатолог Г.И. Шельнхубер считает, что пригодной для жизни будет относительно малая часть исторически сложившейся среды обитания человека и поэтому частью глобальной стратегии по адаптации к изменениям климата должна стать масштабная управляемая миграция.

Проблема изменения климата обсуждается уже на общемировом уровне. Этим занимаются известные ученые и целые институты, которые пока смогли констатировать лишь то, что критическая точка невозврата пройдена, остановить или даже замедлить этот процесс невозможно. Даже, если вдруг человечество мгновенно перестанет выбрасывать парниковые газы, результат скажется только через 50-100 лет. В ближайшие десятилетия мы столкнемся с очень серьезными проблемами, которые могут поставить вопрос о существовании целых стран и народов.

Ученые-оптимисты считают, что вопросы выживания заставят работать заплывающие жирком мозги и мышцы, подтолкнут людей к новым открытиям. Беда лишь в том, что изменения происходят настолько быстро, что люди не успевают к ним приспособиться.

2. Изменение климата Кореи и повышение сейсмической активности в регионе

Погода на Корейском полуострове значительно потеплела за последние 10 лет [5]. Причем значительно увеличился диапазон колебаний температуры в течение года. Количество очень холодных дней резко сократилось, при этом морозы усилились и снег стал выпадать в тех регионах, где раньше этого не наблюдалось. Жара и максимальное количество осадков летом увеличились. Особенно много проливных дождей отмечается в южной части Корейского полуострова и на острове Чеджудо. На восточном побережье значительно увеличилось количество разрушительных тайфунов и наводнений, особенно в северной части.

Основной период выпадения осадков в Республике Корея называется «Чангма». Это пояс тропических дождей, который в течение многих лет медленно проходил через Корею в течение 4-5 недель в конце июня и в июле каждого года. В последние годы Чангма стала проходить меньше, чем за 3 недели и сопровождаться проливными дождями, а также штормами разной силы в период с конца июля до начала августа.

Среднегодовая температура в Корее растет гораздо быстрее, чем в среднем по планете - на полградуса каждые 10 лет. Сейчас она составляет примерно +15 градусов. Зима уже стала на 1 месяц короче, соответственно весна и осень – длинее. Весьма возможно, что к середине века климат Южной Кореи станет субтропическим со среднегодовой температурой +27. Сейчас зона субтропиков находится в самой южной части полуострова. К 2100 году она может дойти до северной оконечности гор Тхэбек.

Температура воды за последние 10 лет повысилась почти на 1 градус, а уровень моря за 33 года поднялся на 10 см. Это в 3 раза быстрее, чем средняя скорость изменений в мире в целом.

Климатологи полагают, что в результате этих процессов изменятся условия существования многих видов дикой природы, уменьшится количество доступной пищи и будет все больше больных и погибших особей.

Из-за нарастающей жары и связанных с ней болезней в Южной Корее погибает ежегодно 0,7 человек на 100 тысяч населения. Ожидается, что к 2036 году будет погибать в 2 раза больше.

Изменения климата в наибольшей степени затрагивают прибрежные районы, где происходит рост наводнений и тайфунов. В связи с этим в стране совершенствуется система предотвращения стихийных бедствий, ужесточаются строительные нормы и требования к промышленным структурам и землепользованию.

По объемам выброса углекислого газа Южная Корея занимает 9 место в мире. На первом – Китай, за ним США, на 4 месте – Россия. С целью уменьшения «парникового эффекта»

Южная Корея обязалась к 2030 году сократить на 37% выбросы углекислого газа. Расчеты показали, что на это понадобится около 10 миллиардов долларов.

Пока страна не может отказаться от угольных электростанций, поскольку люди не готовы к переходу на дорогостоящие возобновляемые источники энергии. Тем не менее правительством выработана программа «Новый зеленый курс» по постепенному переходу на «зеленую» экономику с минимизацией финансовых потерь для населения.

В рамках этой программы южно-корейские промышленные компании разрабатывают новые технологии, позволяющие эффективно сократить выбросы углекислого газа. Конечно, это приводит к удорожанию стоимости производства и делает производимые ими товары менее конкурентоспособными... Но, думаю, ни у кого нет сомнений, что Республика Корея достойно справится со своими климатическими проблемами.

Гораздо больше опасений вызывает ситуация в Северной Корее. Ее территория в гораздо большей степени пострадала сначала от продолжительной засухи, а впоследствии от сменивших ее разрушительных дождей и наводнений. Серьезные засухи 2017 и 2019 годов почти уничтожили урожай основных сельскохозяйственных культур – риса, сои и кукурузы. А в 2020 году урожай был низким из-за постоянных дождей. Согласно исследованию Министерства сельского хозяйства США в 2020 году около 59% населения страны страдало от нехватки еды.

В последнее время участившиеся проливные дожди приводят к масштабным затоплениям. Например, в августе 2020 г. вода затопила более 1000 домов и уничтожила сотни гектаров сельскохозяйственных угодий. Более 5 тысяч человек были вынуждены покинуть свои дома.

Высокие температуры и повышенная влажность усиливают интенсивность тайфунов, что может серьезно повредить прибрежную часть КНДР, где инфраструктура разрушается еще и за счет постепенного подъема уровня моря.

Борьба с изменением климата проводится путем улучшения состояния рек, посадки лесов для борьбы с эрозией почв, строительства новых дамб и укрепления существующих.

Из-за наложенных санкций, по числу которых КНДР занимает 4 место в мире после России, Ирана и Сирии, трудно проводить необходимые реформы в сельском хозяйстве, промышленности и строительстве. Без серьезных инвестиций, без доступа к новым технологиям Северная Корея ведет борьбу с климатическими катаклизмами, опираясь только на самоотверженный труд своих граждан и помощь Китая.

Тем не менее, КНДР участвует в борьбе с изменением климата на международном уровне, и выполняет условия подписанных ею Киотского протокола 1997 года и Парижского соглашения 2016 года. На климатической конференции ООН 2021 года Пхеньян объявил о собственной программе снижения выброса парниковых газов.

Несмотря на сильную зависимость экономики от «грязного» угольного топлива, выбросы углекислого газа в Корее действительно сокращаются. В стране построено несколько крупных гидроэлектростанций, реализуется программа по ветровой энергетике.

Очень хочется надеяться, что правительству КНДР удастся провести успешные реформы для преодоления климатических изменений и обеспечения продовольственной безопасности.

В отличие от Японии и северного Китая Корейский полуостров считается стабильным и землетрясения на нем редки. Расположение на континентальной Амурской тектонической плите, объединяющей его с Приморским краем России и Манчжурией, снижает риск сильных землетрясений, но нельзя сказать, что обеспечивает полную сейсмическую безопасность.

Исторические летописи сообщают, что в 779 году в результате землетрясения в районе г. Кенчжу в провинции Кенсан-Пукто разрушилось много домов и погибло более 100 человек. Судя по описанию, сила толчков составляла около 9 баллов. В 15-18 веках на полуострове также отмечалась повышенная сейсмическая активность, и было зафиксировано более 40 довольно сильных землетрясений. Летописцы сообщали, что разрушались здания и маяки, из разломов земли вода била фонтаном.

В недавнем прошлом сильное 5,3-балльное землетрясение было отмечено в 1980 г. в провинции Северный Пхенан. После этого в КНДР регистрировались лишь небольшие землетрясения, а в последние годы периодически отмечались толчки, связанные с проведением подземных ядерных испытаний.

Самое мощное 5,8-балльное землетрясение было зафиксировано в 2016 году на юго-востоке Кореи с эпицентром близ города Кенчжу, провинции Кенсан-Пукто в 320 км от Сеула. Подземные толчки явственно ощущались в Пусане и других крупных городах. Жертв и разрушений не было, но эксперты с обеспокоенностью отмечали, что в радиусе 70 км от Кенчжу расположено 10 атомных электростанций, что создает риск возникновения техногенной катастрофы.

В 2017 г. случилось наиболее разрушительное землетрясение силой 5,4 балла в г. Пхохане той же провинции Кенсан-Пукто, где пострадало более 2000 человек.

В октябре 2022 г. землетрясение магнитудой 4,1 балла случилось недалеко от города Квесан в провинции Чхунчхон-Пукто в центре Южной Кореи.

После принятия новых стандартов строительства 3-х и более этажные современные здания в Корее строятся с достаточным запасом сейсмостойчивости, но большинство старых домов и построек вероятнее всего не выдержат сильного землетрясения.

Опасения внушают прогнозы Японского комитета по исследованию землетрясений, согласно которому происходит активация разлома Нанкай в Тихом океане в районе острова Хонсю, а также усиление сейсмической активности в районе Курило-Камчатского желоба. Это может вылиться в очередное разрушительное для Японии землетрясение в ближайшие десятилетия. Сила возможных толчков может превысить 6-7 баллов, высота цунами – 5 метров. Вероятнее всего, при этом пострадают и прибрежные районы Кореи.

3. Об изменении климата в Казахстане. Угрозы для Алматы

Климатологи оценивают изменение климата для Казахстана как в целом неблагоприятное. Страна уже столкнулась с сильной жарой, засухой, неурожаем и массовой гибелью скота. В случае повтора подобной ситуации может накопиться критический протестный потенциал [6].

Продолжается повышение среднегодовой температуры, уменьшается количество осадков, мелеют и пересыхают реки. Все это способствует опустыниванию и деградации пахотных земель и пастбищ. В Центрально-Азиатском регионе уже ощущается недостаток воды, а дальнейшее пересыхание рек чревато возникновением конфликтов между соседними странами. Даже в богатом нефтью и газом Западно-Казахстанском регионе до сих пор не решена проблема с водоснабжением. Воду населению дают по часам и ее качество оставляет желать лучшего.

Благодаря таянию ледников Памира в настоящее время в Таджикистане, например, наблюдается переизбыток воды, которой они готовы поделиться с соседями. Но площадь ледников уже сократилась на 40% и совсем скоро полноводные горные реки начнут мелеть.

Проблема водоснабжения уже не раз вызывала конфликты между Киргизией и Таджикистаном, ситуация в ближайшем будущем грозит вновь обостриться.

Китай активно строит водохранилища и гидроэлектростанции на реке Или. Из-за этого она может обмелеть еще больше и тогда вопрос строительства атомной электростанции на озере Балхаш можно считать закрытым. Подобное производство требует постоянного огромного притока воды. Вдобавок к этому, с высыхающим Балхашом возникнет не меньше проблем, чем с Аралом. Эти и другие проблемы требуют активного межгосударственного сотрудничества.

Ученые полагают, что часть территории республики попадет в зону увеличения осадков в связи с увеличением испарения воды с поверхности морей и океанов. В предгорных районах климат тоже станет более влажным. Это приведет к миграциям населения, освоению ранее заброшенных земель. Благоприятные для жизни зоны следует расширять путем высадки лесов, они являются главными поглотителями избытка углекислого газа и способствуют удержанию воды в почве.

На части территории Казахстана, подверженной опустыниванию, людям придется переходить на климатически оптимизированные методы сельскохозяйственного производства: теплицы, капельное орошение и др. С традиционного отгонного животноводства переходить на более устойчивые и стабильные способы его ведения. Срочной модернизации подлежат устаревшие системы водоснабжения, где часть воды попросту уходит в землю. Все эти мероприятия требуют огромных затрат, но во имя будущего это необходимо делать.

Международные эксперты рекомендуют Казахстану диверсифицировать свою экономику, которая сильно зависит от использования угля для отопления и выработки электроэнергии, а также нефти и газа, как источника экспортных поступлений.

Нефти в стране становится все меньше, добывать и транспортировать ее все труднее и дороже. Вдобавок при переходе развитых стран на «зеленую энергетику» потребность в нефти значительно снизится. Жить на нефтяные доходы станет невозможно.

По объемам выброса в атмосферу парниковых газов мы занимаем 20-е место в мире. Маловероятно, что к 2030 году удастся снизить эти выбросы на 15%, как запланировано. Казахстан пока не может отказаться от использования ископаемого топлива для выработки энергии и тепла, но должен постараться использовать свой огромный потенциал в развитии ветровой и солнечной энергии. Одновременно эксперты Всемирного банка советуют утеплять здания, повышать энергоэффективность транспорта и промышленности.

Даже частичный переход на «зеленую энергетику» ожидаемо приведет к удорожанию энергии, всех товаров и услуг, росту безработицы. Сильнее всего пострадает обычное население, малый и средний бизнес. Если не принять мер по минимизации ущерба, это может привести к социальному взрыву. Впрочем, в свете текущей политической ситуации в мире внедрение «зеленой энергетики» откладывается на неопределенный срок, который можно использовать с пользой.

Отдельного упоминания заслуживает самый крупный и развитый город Казахстана – Алматы. Поскольку он расположен в предгорной зоне, то, по-видимому, в его окрестностях климат станет более мягким и влажным.

Однако внутри города возник типичный для мегаполисов свой собственный микроклимат, который связан с загрязнением воздуха выбросами транспорта, ТЭЦ и промышленных предприятий, наличием поблизости мусорных полигонов, свалок и мусоросжигающих и перерабатывающих заводов, приемников для сточных вод и т.п. Это создает высокую

концентрацию парниковых газов, вследствие чего температура в мегаполисе всегда на несколько градусов выше, чем в окружающей местности.

К тому же Алматы окружен горами, и воздух в нем проветривается в основном за счет горных бризов. Плотная застройка верхней части города привела к тому, что движение воздуха затруднено, а в безветренную погоду в застоявшемся воздухе накапливается огромное количество вредных веществ.

Грязный воздух Алматы ведет к росту заболеваемости населения хроническим гайморитом, тонзиллитом и астмой. В сочетании с нездоровым питанием и чрезмерным использованием бытовой и промышленной химии – это все способствует заметному росту аллергических болезней.

Высокий уровень акустического шума, постоянное воздействие электромагнитного излучения от гаджетов и другой электроники, долгое стояние в автомобильных заторах и «цифровая реальность», когда в любой момент можно получить тревожное сообщение или срочный телефонный звонок, отрицательно влияют на сердечно-сосудистую и нервную систему.

Значительно «помолодели» инфаркты и инсульты, а аритмии стали обыденным явлением среди горожан. Увеличилось количество неврозов, бессонницы и тревожных расстройств. Имеются также достоверные данные о повышенной частоте онкологии, бесплодия и преждевременных родов у жителей мегаполисов.

Для того, чтобы по возможности уменьшить влияние вредных факторов мегаполиса, рекомендуется больше времени проводить на природе, в парках и скверах; ходить пешком рано утром, когда концентрация вредных веществ в воздухе минимальна. В «неблагоприятные» по загрязнению воздуха дни следует пореже выходить на улицу и носить медицинскую маску для защиты органов дыхания.

Помимо общих для мегаполисов проблем у Алматы есть свои грозные риски. Город расположен в сейсмоопасной зоне и подвержен риску землетрясений даже в спокойное время. Беспорядочная застройка города, массовые нарушения строительно-архитектурных норм и правил, высотные новостройки сомнительного качества, растущие как грибы после дождя, вызывают обоснованные страхи и опасения горожан.

Хочу напомнить, что первое высотное здание в Алматы – 26-этажная гостиница «Казахстан» – строилась с 1975 по 1977 год по особой технологии. Гостиница углублена в землю на 25 метров и рассчитана на 9-балльное землетрясение. А как строят сейчас? Видели. Знаем.

Специалисты по безопасности зданий считают, что возведенные в советское время монолитные и даже панельные дома выдержат землетрясение средней силы. Старые кирпичные дома и новые многоэтажные «человейники» вызывают у них обоснованные сомнения.

Еще одна постоянная опасность для Алматы – сели. Интенсивное таяние ледников может привести к переполнению и прорыву горных озер, что чревато образованием мощного селевого потока. Плотина на Медео, которая спасла город в 1973 году, может не выдержать. Не исключается возможность сочетания землетрясения и селя, что приведет к еще большему числу жертв и разрушений.

Конечно, подобные вопросы лучше обсуждать со специалистами, но напомнить и предостеречь лишний раз не помешает. Ибо спасение утопающих – дело рук самих утопающих!

Например, в постоянно сотрясаемой землетрясениями Японии каждый населенный пункт имеет свой штаб по организации спасения населения в случае стихийного бедствия. В нем работают активисты-общественники из числа местных жителей. В случае возникновения техногенной катастрофы, землетрясения или цунами все, включая детей, знают, что они должны делать и куда обращаться за помощью.

В любом случае при нарастании вулканической активности в мире и сейсмической активности в нашем регионе жителям Алматы следует быть готовыми к возможной эвакуации.

Желательно иметь дома собранный заранее «тревожный чемоданчик» и определенную сумму наличных денег. Подумайте, куда сможете переместиться в случае необходимости. Например: на дачу к друзьям, в другой город (хотя бы в Конаев!), во временный палаточный лагерь. А главное – объединяйтесь с другими людьми, дружите с соседями! Обсудите с ними ваши совместные действия в случае опасности. В изменяющихся неблагоприятных условиях мы сможем выжить только вместе!

Литература:

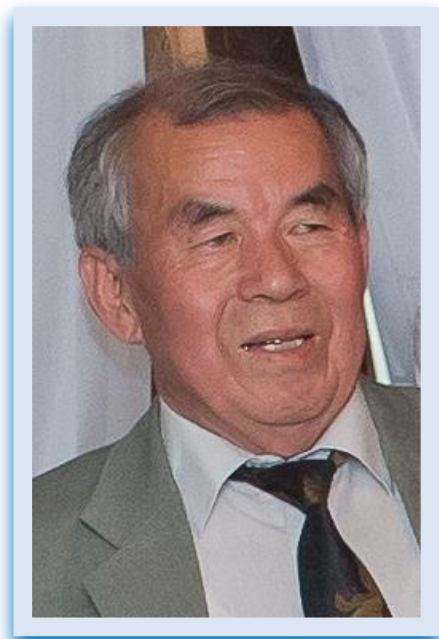
1. Sutter J.D., Berlinger J. Final draft of climate deal formally accepted in Paris. – CNN. Cable News Network, 2015. –globalwarming-sowhat.com
2. Meinshausen M., Meinshausen N., Hare W. et al. Greenhouse gas emission targets for limiting global warming warming to 2 degrees C. - Nature 2009. – Vol.458. – P.1158-1162.
3. Статистический Ежегодник мировой энергетики. – 2018-2020.
4. Доклад межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК ОД6), 2021.– https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Russian.pdf
5. Climate & Clean Air Coalition. UN Environment Programm. – Seoul, 2022. – <https://www.ccacoalition.org/ru/partners/korea-republic>
6. Всемирный банк: Противодействуя изменению климата, Казахстан может диверсифицировать экономику, сократить зависимость от нефти и создать новые факторы роста – <https://www.vsemirnyjbank.org/ru/news/press-release/2022/11/03/climate-action-can-help-kazakhstan-diversify-its-economy-away-from-oil-and-create-new-drivers-of-growth-world-bank>

References:

1. Sutter J.D., Berlinger J. Final draft of climate deal formally accepted in Paris. – CNN. Cable News Network, 2015. –globalwarming-sowhat.com
2. Meinshausen M., Meinshausen N., Hare W. et al. Greenhouse gas emission targets for limiting global warming warming to 2 degrees C. - Nature 2009. – Vol.458. – P.1158-1162.
3. StatisticheskijEzhegodnikmirovojenergetiki. – 2018-2020.
4. Dokladmezhpriavitel'stvennojgruppyjeksptov po izmenenijuklimata (MGJeIK OD6), 2021. – https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Russian.pdf
5. Climate & Clean Air Coalition. UN Environment Programm. – Seoul, 2022. – <https://www.ccacoalition.org/ru/partners/korea-republic>
6. Vsemirnyj bank: Protivodejstvujazmenenijuklimata, Kazahstanmozhetdiversificirovat' jekonomiku, sokratit' zavisimost' otneftiisozdat' novyefactoryrosta –<https://www.vsemirnyjbank.org/ru/news/press-release/2022/11/03/climate-action-can-help-kazakhstan-diversify-its-economy-away-from-oil-and-create-new-drivers-of-growth-world-bank>

Поступила 2 октября 2023 г.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ



Ким Николай Хваенович

кандидат технических наук,
профессор

Ким Николай Хваенович родился 20 мая 1943 г. Поступил на вечернее отделение механико-математического факультета КазГУ им. С.М. Кирова. Параллельно работал лаборантом в Казахском политехническом институте им. К. Сатпаева. Прошел путь от старшего лаборанта до старшего научного сотрудника. Кандидат технических наук, блестящий преподаватель ведущего технического университета Республики Казахстан – КазНИТУ им. К. Сатпаева. Был активным членом НТО «КАХАК».

Дорогой Николай Хваенович, НТО «КАХАК» от всей души поздравляет Вас с юбилеем и желает здоровья, а также творческого долголетия!





Ким Светлана Николаевна

кандидат химических наук,

доцент

Ким Светлана Николаевна родилась в 1943 г. в Якутске. С отличием окончила химический факультет КазГУ им. М. Кирова и аспирантуру Московского института стали и сплавов. Работала в «СоюздорНИИ», в Тюменском институте нефти и газов, КазПИ им. Абая, КазГУ им. аль-Фараби и Институте ядерной физики. Автор более 90 научных и учебно-методических работ. Активный член НТО «КАХАК».

Две красоты

*Хоть мать-природа не сидит без дела,
Но идеалы редко созидает.
И красота души с красивым телом
Довольно редко в людях совпадает.
Две красоты, и обе хороши.
Вручить бы им по равному венцу!
Однако часто красота души
Завидует красивому лицу.
Не слишком-то приятное признание,
А все же что нам истину скрывать?!
Ведь это чувство, надобно сказать,
Не лишено, пожалуй, основанья.
Ведь большинство едва ль не до конца*

*Престранной "близорукостью" страдает.
Прекрасно видя красоту лица,
Душевной красоты не замечает.
А и заметит, так опять не сразу,
А лишь тогда, смущаясь, разглядит,
Когда все то, что мило было глазу,
Порядочно и крепко назолит.
А, может быть, еще и потому,
Что постепенно, медленно, с годами,
Две красоты, как женщины в доме,
Вдруг словно бы меняются ролями.
Стареет внешность: яркие черты
Стирает время властно и жестоко,
Тогда как у духовной красоты
Нет ни морщин, ни возраста, ни срока.
И сквозь туман, как звездочка в тиши,
Она горит и вечно улыбается.
И кто откроет красоту души,
Тот, честное же слово, не закается!
Ведь озарен красивою душой,
И сам он вечным расплеснется маем!
Вот жаль, что эту истину порой
Мы все же слишком поздно понимаем.*

Асадов Эдуард

Дорогая Светлана Николаевна, НТО «КАХАК» от всей души поздравляет Вас с юбилеем и желает здоровья, долгих лет жизни



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Аликулов А.Ж. – старший преподаватель кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби. OrcidID 0000-0003-0380-0612.
2. Асанов М.К. – докторант магистранткафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби. OrcidID 0009-0007-6620-8073.
3. Балабаева А.М. – магистранткафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби. OrcidID0000-0002-5929-9815.
4. ЕрмухамбетоваБ.Б. – кандидат химических наук, зав. лабораторией НИИ НХТиМ при Казахском национальном университете им. аль-Фараби. OrcidID0000-0003-4950-0367.
5. Зезин А.А. – доктор химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник кафедры высокомолекулярных соединений химического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. OrcidID0000-0003-2080-0876.
6. Искендерова С. А. – преподавательфакультетавоздушного транспорта, авионики Национальнойавиационнойакадемии, Баку, Азербайджан, OrcidID 0009-0006-4718-3512,
7. Кабдушев Ш.Б. – PhD докторант Алматинского университета энергетики и связи, директор ТОО «QAZTEXInnovations», научный сотрудник Национальной инженерной академии РК. OrcidID 0000-0001-9528-084X.
8. Қадыржан А.Б. – докторант PhD Алматинского университета энергетики и связи им. ГумарбекаДаукеева.
9. Ким И.К. – кандидат медицинских наук, «КАХАК»
10. Ким К.И. – студентка 4-го курса факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби. OrcidID 0009-0005-5781-363X.

11. Мангазбаева Р.А. – кандидат химических наук, доцент КазНИТУ им. К. Сатпаева. OrcidID 0000-0003-1876-591X.
12. Матрасулова Д.К. – докторант PhDАлматинского университета энергетики и связи им. ГумарбекаДаукеева. Orcid ID 0000-0002-0646-6333.
13. Нагорный В.М. – кандидат технических наук, доцент кафедры общей механики и динамики машин факультета электроники и информационных технологий Сумского государственного университета, Сумы, Украина. Orcid ID 0009-0008-0205-1000.
14. Сулейменов И.Э. – доктор химических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, академик Национальной инженерной академии РК, профессор, главный научный сотрудник НИА РК. Orcid ID 0000-0002-7274-029X.
15. Шалтыкова Д.Б. – кандидат химических наук, старший научный сотрудник Национальной инженерной академии РК. Orcid ID 0000-0002-6245-6447.

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

НАГОРНЫЙ В.М.

Прогнозирование землетрясения посредством анализа прогностических кривых..... 5

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИСКЕНДЕРОВА С. А.

Взаимосвязь между системой автоматического управления и ее интеграцией на беспилотных летательных аппаратах 30

КАБДУШЕВ Ш.Б., ШАЛТЫКОВА Д.Б., ҚАДЫРЖАН А.Б. , СУЛЕЙМЕНОВ И.Э., МАТРАСУЛОВА Д.К.

Мегаполис как нейронная сеть 38

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

АСАНОВ М.К., КИМ К.И., МАНГАЗБАЕВА Р.А., ЕРМУХАМБЕТОВА Б.Б., ALIKULOVA., БАЛАБАЕВА А.М., ЗЕЗИН А.А.

Создание антисептических мазей на основе гидрогелей геллана и хлоргексидина биглюконата 48

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

КИМ И.К.

On the history of mustard gas and associated traditional cancer chemotherapy 74

ЭКОЛОГИЯ

КИМ И.К.

О глобальном изменении климата и чем это может грозить Корею и Казахстану 78

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

КИМ Н.Х. – 80..... 87

КИМ С.Н. – 80..... 88

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ 90

CONTENTS

MATHEMATICS AND INFORMATICS

NAHORNY V.V.

Earthquake forecasting through the analysis of forecast curves 5

TECHNICAL SCIENCES

ISGANDAROVA S.A.

Relationship between the automatic control system and its integration on unmanned aircraft vehicles 30

*KABDUSHEV Sh. B., SHALTYKOVA D.B, KADYRZHAN A.B., SULEIMENOV I.E.,
MATRASSULOVA D.K.*

Megapolis as a neural network 38

CHEMICAL SCIENCES

*ASSANOV M.K., KIM K.I., MANGAZBAYEVA R.A., ERMUKHAMBETOVA B.B.,
ALIKULOV A.ZH., BALABAYEVA A.M., ZEZIN A.A.*

Creation of antiseptic ointments based on gellan and chlorhexidine bigluconate hydrogels 48

MEDICAL SCIENCES

KIM I.K.

On the history of mustard gas and associated traditional cancer chemotherapy 74

ECOLOGY

KIM I.K.

About global climate change and what it can threaten Korea and Kazakhstan 78

JUBILEE DATE

KIMN.Kh. – 80 87

KIM. S.N. – 80 88

THE INFORMATION ABOUT AUTHORS 90

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. Журнал «ИзвестияНТО «Кахак» публикует написанные на русском, казахском, английском и корейском языках оригинальные статьи, обзоры. Также 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 именное рецензирование не менее, чем двумя независимыми учеными по соответствующей тематике.

6. Решение о публикации статьи принимает редакционная коллегия Журнала.

7. 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.

8. Авторы могут представить электронную версию своей статьи по адресу: **izv.ntokahak@mail.ru**.

Требования к оформлению рукописей

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

Шрифт Times New Roman 12 pt. Межстрочный интервал 1,15. 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, соответствующих заявленной теме, ниже приводятся:

через строку указывается **заглавие статьи** (прописными буквами, шрифт – полужирный, выравнивание текста по центру, кегль 14 pt). Название должно максимально полно и точно описывать содержание статьи, включать ключевые слова, отражающие направление и/или основной результат исследования, но в то же время быть коротким и ясным и не содержать сокращений.

- фамилии и инициалы авторов (выравнивание текста по центру, шрифт – полужирный, кегль 12 pt),
- название организации и ее местонахождение,
- e-mail авторов (выравнивание текста по центру, курсив, кегль 12 pt),

- резюме (краткое изложение содержания статьи, дающее представление о теме и структуре текста, а также основных результатах, **7–10 предложений**, (выравнивание текста по центру, курсив, кегль 11 pt),
- ключевые слова, обеспечивающие полное раскрытие содержания статьи (**7–10 слов**) выравнивание текста по ширине, курсив, кегль 11 pt),
- текст статьи (выравнивание текста по ширине, курсив, кегль 12 pt),
- 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 (фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, служебный адрес, место работы, должность, контактные телефоны, e-mail и Orcid ID).

Ссылки на литературные источники в тексте приводятся после цитаты 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 21.12.2023
Печать трафаретная. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная № 1.
Тираж 500 экз.

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