

ISSN-1682-0533

Научно-Техническое Общество «КАХАК»

ИЗВЕСТИЯ

Научно-Технического Общества «КАХАК»

2024, № 2(82)

Алматы, 2024

ИЗВЕСТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА «КАХАК»

Алматы, 2024 г., № 2 (82)

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)

ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРЕДВЕСТНИКОВ АВАРИЙ И КАТАСТРОФ В ТЕХНИКЕ

Нагорный В.М.

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

Рассмотрены примеры использования методики прогнозирования ресурса разнообразных по конструкции и назначению технических систем. Методика основана на допущении о том, что процесс изменения технического состояния изделия можно представить как процесс, развивающийся в режиме с обострением. Это позволяет рассматривать информационный сигнал, фиксируемый при контроле изделий, как временной ряд, состоящий из двух составляющих. Одна составляющая представляет собой гладкий монотонно изменяющийся тренд. Вторая составляющая является периодически изменяющейся функцией. В качестве модели периодической составляющей используется ряд Фурье, составленный из логопериодических функций. Период колебаний логопериодической функции по мере обострения технического состояния изделия непрерывно уменьшается. Данное свойство логопериодической функции служит предвестником приближающихся аварий и катастроф. Идентификация параметров логопериодической функции позволяет решить основную проблему в технике – прогнозирование остаточного ресурса технических систем. В статье приведены примеры сравнительной апробации применения данной методики прогнозирования для разнообразных по конструкции, назначению и условиям эксплуатации технических систем. Результаты апробирования методики подтвердили ее эффективность.

Ключевые слова: прогнозирование остаточного ресурса, режим с обострением, периодическая составляющая, логопериодическая функция, прогнозная модель, время обострения состояния системы.

Техникалық жүйелердің дизайны мен мақсаты бойынша әр түрлі ресурстарды болжау әдістемесін қолдану мысалдары қарастырылған. Әдістеме өнімнің техникалық жағдайын өзгерту процесі шиеленіскен режимде дамитын процесс ретінде ұсынылуы мүмкін деген болжамға негізделген. Бұл өнімді бақылау кезінде бекітілген ақпараттық сигналды екі құрамдас бөліктен тұратын уақыт қатары ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Бір құрамдас біркелкі, монотонды өзгеретін тренд болып табылады. Екінші құрамдас мезгіл-мезгіл өзгеретін функция. Периодтық құрамдастың моделі ретінде логопериодтық функциялардан тұратын Фурье сериясы қолданылады. Логопериодтық функцияның тербеліс кезеңі өнімнің техникалық жағдайы шиеленіскен сайын үздіксіз азаяды. Логопериодтық функцияның бұл қасиеті жақындап келе жатқан апаттар мен қираулардың хабаршысы ретінде қызмет етеді. Техникалық жүйелердің қалдық ресурсын болжау — логопериодтық функцияның параметрлерін анықтау техникадағы негізгі мәселені шешуге мүмкіндік береді. Мақалада техникалық жүйелердің дизайны, мақсаты мен пайдалану шарттары бойынша әр түрлі болжау әдістемесін қолданудың салыстырмалы сынамасының мысалдары келтірілген.

Түйінді сөздер: қалдық ресурсты болжау, шиеленісу режимі, периодты құрамдас, логопериодты функция, болжамды модель, жүйенің шиеленісу уақыты, Фурье қатары.

The article presents examples of using the resource forecasting technique for technical systems of various designs and purposes. The technique is based on the assumption that the process of changing the technical condition of a product can be represented as a process developing in an blow-up aggravation mode. This allows us to consider the information signal recorded during product inspection as a time series consisting of two components. One component is a smooth, monotonically changing trend. The second component is a periodically changing function. A Fourier series composed of log-periodic functions is used as a model of the periodic component. The oscillation period of the log-periodic function continuously decreases as the technical condition of the product worsens. This property of the log-periodic function serves as a harbinger of approaching accidents and disasters. Identification of the parameters of the log-periodic function allows us to solve the main problem in engineering - forecasting the residual resource of technical systems. The article presents examples of comparative testing of the application of this forecasting technique for technical systems of various designs, purposes and operating conditions. The results of testing the technique confirmed its effectiveness.

Key words: *residual resource prediction, blow-up mode, periodic component, log-periodic function, forecast model, blow-up time of the system state.*

Введение

Основной проблемой в технике является не решенная до конца задача прогнозирования момента отказа, разрушения, аварий и катастроф, разнообразных по конструкции и назначению технических изделий.

Прогнозирование ресурса технических систем является важным аспектом для обеспечения их надёжной работы и оптимального управления техническим обслуживанием. Точные прогнозы позволяют предсказать остаточный ресурс до замены или ремонта системы, минимизировать потери от unplanned остановок и оптимизировать эксплуатационные расходы.

Основными задачами в этой области являются:

- определение вероятностного распределения времени до отказа;
- предсказание остаточного ресурса до замены или ремонта;
- оценка влияния различных факторов на срок службы.

Современные методы прогнозирования срока службы технических систем включают в себя разнообразные подходы, основанные на анализе данных [1], статистических методах [2], машинном обучении [3] и теории надежности [4, 5].

Для описания всего многообразия условий эксплуатации технических изделий с учетом стохастических и детерминированные факторов, влияющие на долговечность и надёжность технических систем, эти методы комбинируют. Однако, это не приводит к желаемому результату, так как на самом деле рассматривается состояние не конкретного образца изделия, а некоторого обобщенного средне статистического образа изделия данного типа.

На практике, согласно кривой Гаусса, половина эксплуатируемых изделий отказывают ранее среднестатистического времени, являясь причиной непредвиденных аварий и катастроф, а вторая – преждевременно снимается с эксплуатации, что приводит к существенным материальным потерям, особенно, при эксплуатации дорогостоящих изделий.

Ближе к истине приближаются методы прогнозирования ресурса, основывающиеся на анализе временных рядов, составленных по результатам постоянного мониторинга технического состояния изделия [6].

Совершенствование данного подхода к прогнозированию привело к пониманию, что технические системы следует рассматривать, как системы, развивающиеся в режиме с обострением [7].

При данном методе прогнозирования в анализируемом временном ряду потребовалось выделять периодическую составляющую. Характер изменения во времени этой составляющей позволяет определить момент обострения в поведении системы, то есть момент времени, к которому техническая система потеряет работоспособность или радикально изменит свое состояние.

Наличие во временном ряду подобной периодической составляющей, придает ему свойство предвестника указанных событий.

Для подтверждения эффективности и достоверности методики прогностического анализа предвестников аварий и катастроф в статье рассмотрены разнообразные по конструкции, назначению и условиям эксплуатации изделия, что и явилось целью настоящей статьи.

Результаты и их обсуждение

Информационный сигнал, фиксируемый при контроле систем, развивающихся в режиме с обострением, описывается следующим выражением [7].

$$\frac{dx}{dt} = x^{1+1/\alpha}. \quad (1)$$

Для получения приемлемого для практики решения переходят от действительного показателя α к комплексному $\alpha + \beta i$, что позволяет получить уравнение следующего вида:

$$x(t) = \operatorname{Re} \sum_k a_k (Tnp - t)^{-\alpha + k\beta i} = (Tnp - t)^{-\alpha} \cdot F(\log(Tnp - t)) \quad (2)$$

Наработка Tnp изделия до обострения его технического состояния определяется при минимизации следующего выражения:

$$\sum_i^m (x(t_i) - (Tnp - t_i)^{-\alpha} \cdot F(\log(Tnp - t_i)))^2 \Rightarrow \min. \quad (3)$$

Функция $F(\cdot)$, представляющая периодическую составляющую $A_{пер}$, в общем случае является полигармонической функцией, характеризующей нелинейность реальной механической системы.

Однако, в технической литературе при описании функция $F(\cdot)$ получило распространение описание, ограничивающееся одной гармоникой [7].

$$x(t) = (Tnp - t)^{-\alpha} \cdot (a_0 + a_1 \cos(\omega \cdot \operatorname{Ln}(Tnp - t) + \varphi)). \quad (4)$$

Для приближения к действительности в [8] для описания модели $A_{мод}$ периодической составляющей $A_{пер}$ предложено применять тригонометрический полином (ряд Фурье), составленный из ряда логопериодических функций.

$$A_{Мод} = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^m [a_k \cos(k \cdot \omega \cdot \operatorname{Ln}(Tnp - t_i)) + b_k \sin(k \cdot \omega \cdot \operatorname{Ln}(Tnp - t_i))], \quad (5)$$

где a_0, a_k, b_k – коэффициенты ряда Фурье, которые определяются из следующих выражений

$$\begin{cases} a_0 = \frac{1}{t_0 - t_m} \int_{t_0}^{t_m} A_{nep} \cdot \frac{1}{T_{np} - t} dt, \\ a_k = \frac{1}{t_0 - t_m} \int_{t_0}^{t_m} A_{nep} \cdot \cos\left(k \cdot \frac{2\pi}{t_0 - t_m} \cdot \text{Ln}(T_{np} - t)\right) \cdot \frac{1}{T_{np} - t} dt, \\ b_k = \frac{1}{t_0 - t_m} \int_{t_0}^{t_m} A_{nep} \cdot \sin\left(k \cdot \frac{2\pi}{t_0 - t_m} \cdot \text{Ln}(T_{np} - t)\right) \cdot \frac{1}{T_{np} - t} dt. \end{cases} \quad (6)$$

Периодическая составляющая A_{nep} выделяется из информационного сигнала $x(t)$, путем разложения его на эмпирические моды [9]

$$A_{ПЕР} = -0.25 \cdot x(t_{i-1}) + 0.5 \cdot x(t_i) - 0.25 \cdot x(t_{i+1}). \quad (7)$$

С учетом (5) расчетная формула (3) запишется в следующем виде:

$$\sum_i^m \left(x(t_i) - (T_{np} - t_i)^{-\alpha} \cdot \left(\frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^m [a_k \cos(k \cdot \omega \cdot \text{Ln}(T_{np} - t_i)) + b_k \sin(k \cdot \omega \cdot \text{Ln}(T_{np} - t_i))] \right) \right)^2 \Rightarrow \min. \quad (8)$$

Ниже рассматриваются результаты исследований методики прогностического анализа предвестников происходящих в технике аварий и катастроф.

Целью исследований явилась проверка эффективности прогнозирования остаточного ресурса разнообразных по конструкции и назначению технических систем, работающих в различных условиях эксплуатации.

Метод исследований заключался в представлении информационного сигнала $x(t)$ в виде суммы гладкого тренда и периодической составляющей A_{nep} , несущей ключевую прогностическую информацию.

Исследования предусматривали:

- графическое представление информационного сигнала $x(t)$;
- выделение из информационного сигнала периодической составляющей A_{nep} и представление ее в графическом виде;
- аппроксимацию периодической составляющей ее прогнозной моделью $A_{мод}$ с графической иллюстрацией результатов аппроксимации;
- идентификация параметров прогнозной модели, ключевым из которых является время T_{np} – обострения технического состояния интересующей технической системы;
- вычисление на основе текущей наработки $t_{тек}$ и параметра T_{np} остаточного ресурса системы $T_{ост}$

$$T_{ост} = T_{np} - t_{тек}. \quad (9)$$

– представление результатов прогностического анализа в графической и текстовой формах.

Прогностический анализ предвестника отказа режущего инструмента

Дефекты, приводящие к отказам и авариям изделий в условиях их эксплуатации, зарождаются в процессе их изготовления. Так, например, обработка резанием занимает до 80% промышленного производства, в процессе которого чрезмерный износ инструмента приводит к отклонению геометрии детали и качества обработанной поверхности от чертежа, что является предпосылкой будущей аварии или катастрофы изделия.

Данная проблема решается путем прогностического анализа предвестника отказа инструмента с целью его своевременной замены, исключающей появление брака, с одной стороны, и преждевременное снятие с эксплуатации дорогостоящего инструмента – с другой.

В качестве предвестника в [10], например, предложено использовать звук, генерируемый при взаимодействии инструмента с обрабатываемой поверхностью детали. В [10] данный вид предвестника был получен при обработке детали на токарном станке с ЧПУ 16К20Т1 на режиме и материалах заготовки и инструмента (режущей пластине), приведенных в таблице 1 [10].

Таблица 1 – Условия эксперимента

Режим резания				Материал	
обороты шпинделя n , об/мин	скорость резания V , мм/мин	глубина резания t , мм	подача S , мм/об	инструментальная режущая пластинка	заготовка
970	91	0,3	0,25	T15K6	Ст 40X

Звук, рассматривавшийся в качестве предвестника отказа, посредством микрофона, установленного вблизи зоны резания (рисунок 1), фиксировался непрерывно на протяжении всего процесса обработки детали. Длительность обработки составила 24 мин (рисунок 2а).

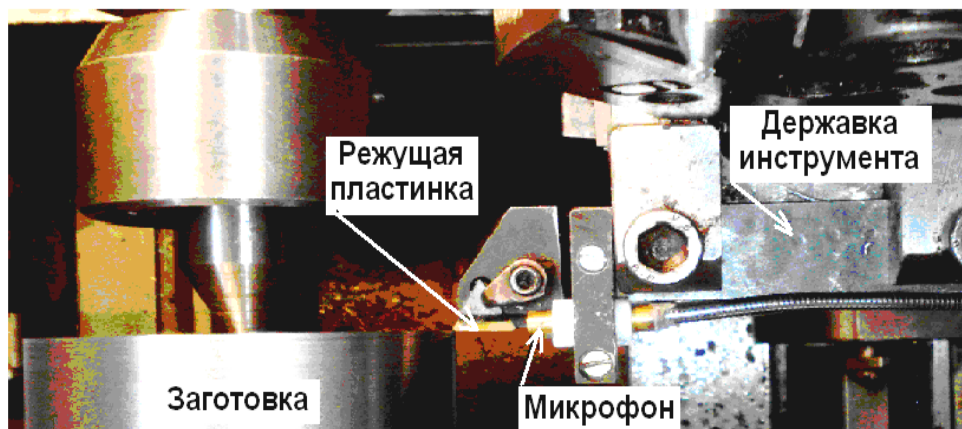


Рисунок 1 – Размещение измерительного микрофона вблизи зоны резания

На рисунке 2 приведены исходные для прогностического анализа данные, характеризующие вариацию в процессе резания звукового давления (рисунок 2 а) и его периодической составляющей $A_{пер}$ (рисунок 2 б).

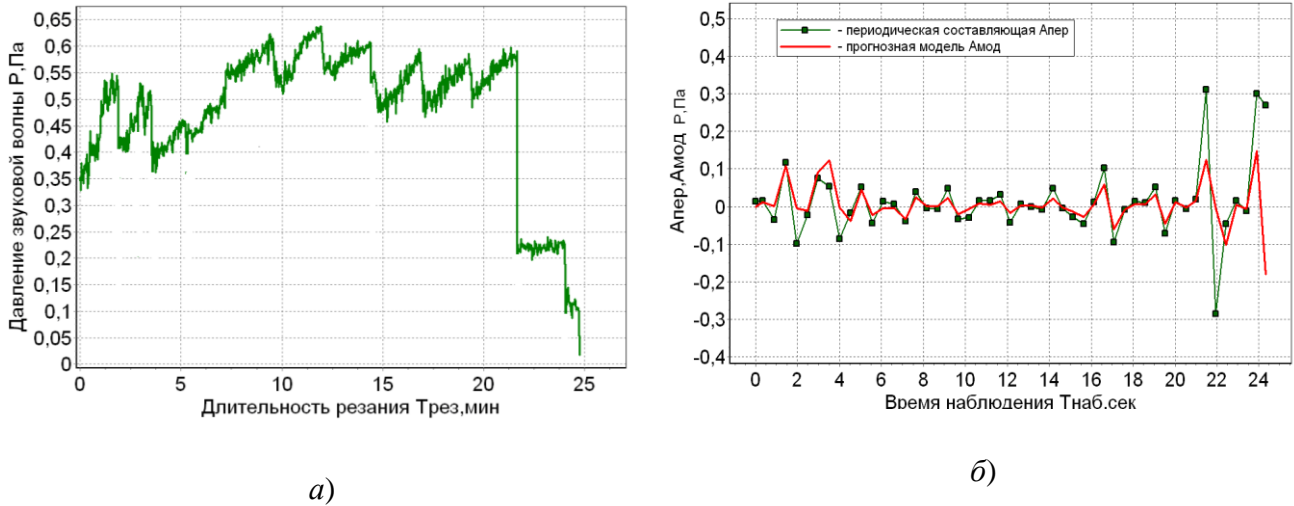


Рисунок 2 – Исходные для анализа данные: а) вариация давления звуковой волны; б) аппроксимация прогнозной моделью *Аmod* периодической составляющей звуковой волны *Апер*

На рисунке 3 и в «Протоколе прогноза...» приведены результаты прогноза остаточного ресурса режущего инструмента .

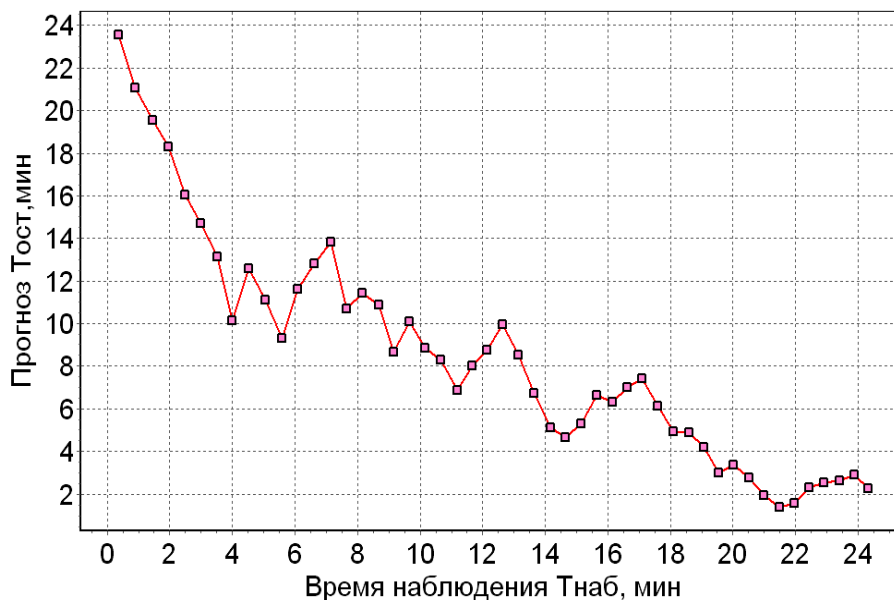


Рисунок 3 – Прогноз остаточного ресурса режущего инструмента *Тост*

ПРОТОКОЛ
прогноза наработки инструмента до замены

	Нарботка :	
	на момент прогноза	
	22.92мин	

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до замены составляет :

26.45мин

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах :

от 26.42 до 26.47мин

	Нарботка :	
	на момент прогноза	
	23.40мин	

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до замены составляет :

26.51мин

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах :

от 26.50 до 26.53мин

	Нарботка :	
	на момент прогноза	
	23.89мин	

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до замены составляет :

27.18мин

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах :

от 27.09 до 27.27мин

	Наработка :	
	на момент прогноза	
	24.33мин	

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до замены составляет:

26.77мин

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:

от 26.71 до 26.82мин

Как показал прогноз, при достижении 24.33 мин длительности резания ресурс инструмента был, практически, исчерпан ($T_{ост} = 2$ мин), что подтвердилось и на практике (рисунок 2а).

Прогностический анализ предвестника катастрофы гидротурбины

На рисунке 4 приведены фото машинного зала гидроэлектростанции до и после катастрофы.



а)



б)

Рисунок 4 – Машинный зал гидроэлектростанции: а) до катастрофы; б) после катастрофы

Для проведения прогностического анализа предвестника катастрофы гидротурбины в качестве предвестника рассматривалась вибрация вдоль оси Y ее опорного подшипника (рисунок 5).

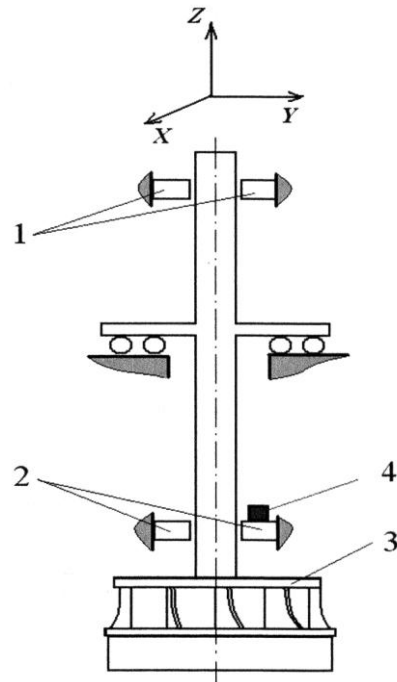


Рисунок 5 – Схема гидротурбины с указанием точек ее виброконтроля: 1 – подшипник генератора; 2—подшипник турбины; 3 – рабочее колесо турбины; 4 – датчик вибрации подшипника турбины

Исходные для прогностического анализа данные, представляющие вибрацию в предаварийный период опорного подшипника турбины (рисунок 6а) и аппроксимацию прогнозной моделью $A_{мод}$ (рисунок 6б) периодической составляющей вибрации $A_{пер}$, представлены на рисунке 6.

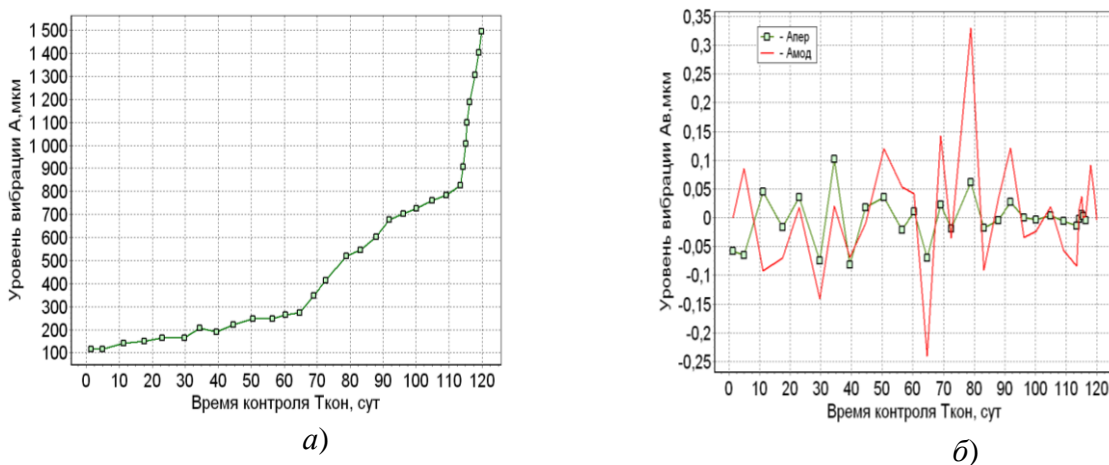


Рисунок 6– Исходные для анализа данные: а) – изменение в предаварийный период уровня вибрации опорного подшипника турбины; б)– аппроксимация прогнозной моделью $A_{мод}$ периодической составляющей вибрации $A_{пер}$ опорного подшипника

На рисунке 7 приведены результаты прогностического анализа предвестника катастрофы гидротурбины.

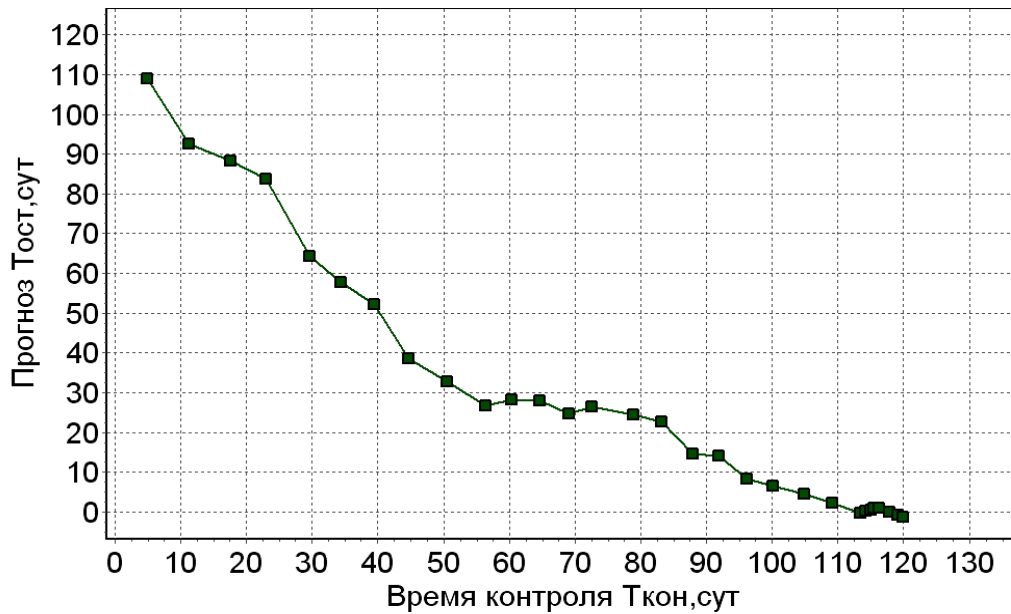


Рисунок 7 – Результаты прогностического анализа наработки турбины до катастрофы $T_{ост}$

**ПРОТОКОЛ
прогноза наработки турбины до катастрофы**

```

=====
||           Нарботка :           ||
||   на момент прогноза         ||
||           116.29сут           ||
=====
    
```

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до катастрофы составляет:
117.20сут

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:

от 117.02 до 117.37сут

```

=====
||           Нарботка           ||
||   на момент прогноза         ||
||           117.89сут           ||
=====
    
```

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до катастрофы составляет:

117.76сут

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:

от 117.62 до 117.89сут

	Нарботка:	
	на момент прогноза	
	119.09сут	

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до катастрофы составляет:

118.21сут

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:

от 118.10 до 118.31сут

	Нарботка:	
	на момент прогноза	
	119.89сут	

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до катастрофы составляет:

118.57сут

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:

от 118.49 до 118.65сут

Как показал прогностический анализ, на 120 сутки от начала ежедневного измерения вибрации опорного подшипника срок службы турбины исчерпан, что фактически и произошло [11].

Прогностический анализ предвестника отказа авиадвигателя

Безопасность полетов является главнейшим приоритетом гражданской авиации [12]. Эта задача решается путем проведения профилактических мероприятий, использующих регулярный прогноз о налете данного образца двигателя до момента достижения его критического технического состояния. В межремонтный период прогноз строится на

прогностическом анализе предвестника отказа авиадвигателя – вибрации двигателя вдоль оси У (рисунок 8) [12].

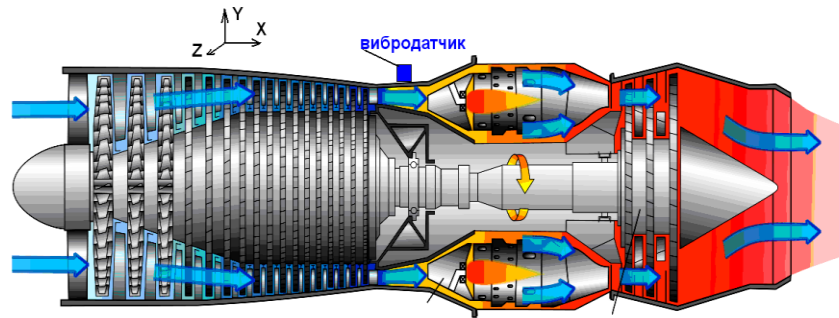
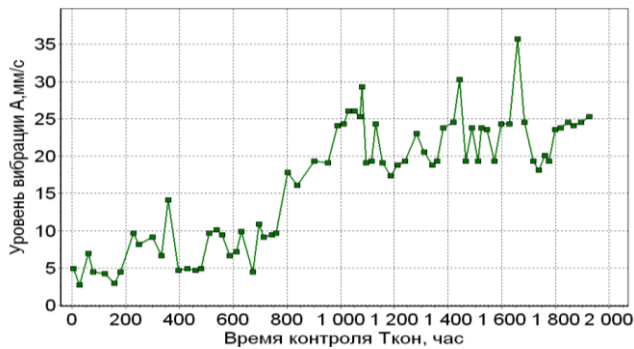
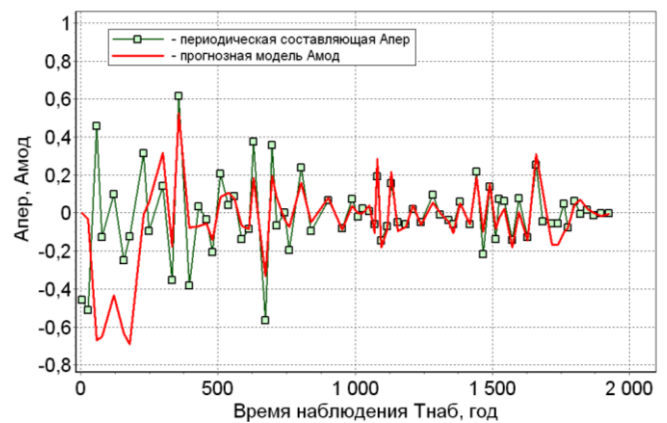


Рисунок 8 – Схема авиадвигателя с указанием точки его виброконтроля

Исходные для прогностического анализа данные (рисунок 9), характеризовали вибрацию в межремонтный период корпуса авиадвигателя в районе установки подшипников ротора (рисунок 9а) и ее периодическую составляющую $A_{пер}$ (рисунок 9б), аппроксимируемую прогнозной моделью $A_{мод}$.



а)



б)

Рисунок 9 – Исходные для анализа данные: а) – изменение за время предремонтного контроля уровня вибрации авиадвигателя; б)– аппроксимация прогнозной моделью $A_{мод}$ периодической составляющей вибрации $A_{пер}$

На рисунке 10 приведены результаты прогноза налета двигателя до остановки на очередной ремонт.

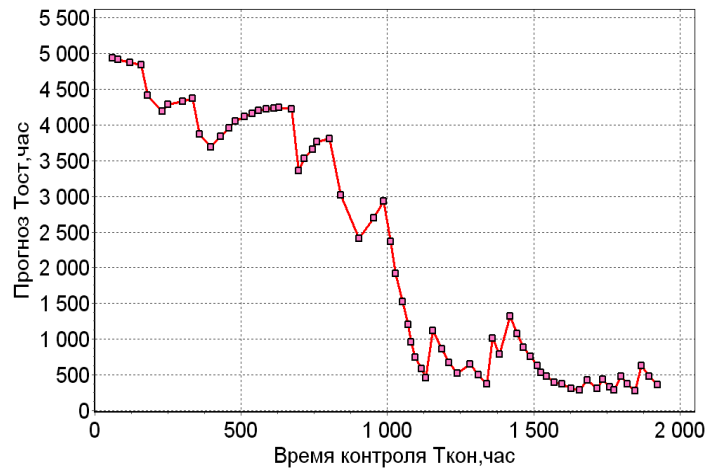


Рисунок 10 – Прогноз налета авиадвигателя до ремонта *Tост*

**ПРОТОКОЛ
прогноза налета авиадвигателя до ремонта**

```

=====
||      Налет:      ||
|| на момент прогноза ||
||      1845.86час  ||
=====
    
```

ПРОГНОЗ:
Прогноз наиболее вероятного налета до ремонта составляет:
2905.57час
и изменяется с доверительной вероятностью P=0.95 в следующих границах:
от 2904.91 до 2906.24час

```

=====
||      Налет:      ||
|| на момент прогноза ||
||      1868.18час  ||
=====
    
```

ПРОГНОЗ:
Прогноз наиболее вероятного налета до ремонта составляет:
2924.46 час
и изменяется с доверительной вероятностью P=0.95 в следующих границах:
от 2922.63 до 2926.29час

	Налет:	
	на момент прогноза	
	1894.41час	

=====

ПРОГНОЗ:

**Прогноз наиболее вероятного налета до ремонта составляет:
2916.29час**

**и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:
от 2915.51 до 2917.07час**

=====

	Налет:	
	на момент прогноза	
	1924.66час	

=====

ПРОГНОЗ:

**Прогноз наиболее вероятного налета до ремонта составляет:
2933.03час**

**и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:
от 2931.46 до 2934.61час**

Как показал прогностический анализ, после 1000 часов налета остаточный налет авиадвигателя до ремонта резко сократился с 3000 до 1000 часов и продолжал уменьшаться, что потребовало проведения профилактических мероприятий по выяснению причин подобного явления.

Прогностический анализ предвестника разрушения турбо - насосного агрегата (ТНА) ракетного двигателя

Турбонасосный агрегат является «сердцем» ракетного двигателя. По своим характеристикам и, в частности, по удельной мощности, т.е. мощности, приходящейся на единицу расхода, данные изделия относятся к экстремально нагруженным. Так, турбина самого мощного в мировой практике ракетного двигателя РД170 (РД171) конструкции «НПО Энергомаш» имеет мощность ~ 270 000 л.с. (~ 200000 кВт), что составляет 1/3 мощности Днепрогэса [13, 14].

Через турбину ТНА, вращающейся с частотой ~ 14000 об/мин, перекачивается в сумме ~ 2500 кг в секунду жидкого кислорода и керосина с давлением подачи в несколько сотен атмосфер (кислорода ~ 600; керосина для камеры сгорания ~ 500; керосина для газогенератора ~ 900 атм.). Поэтому надежность работы ТНА является ключевой проблемой в ракетостроении.

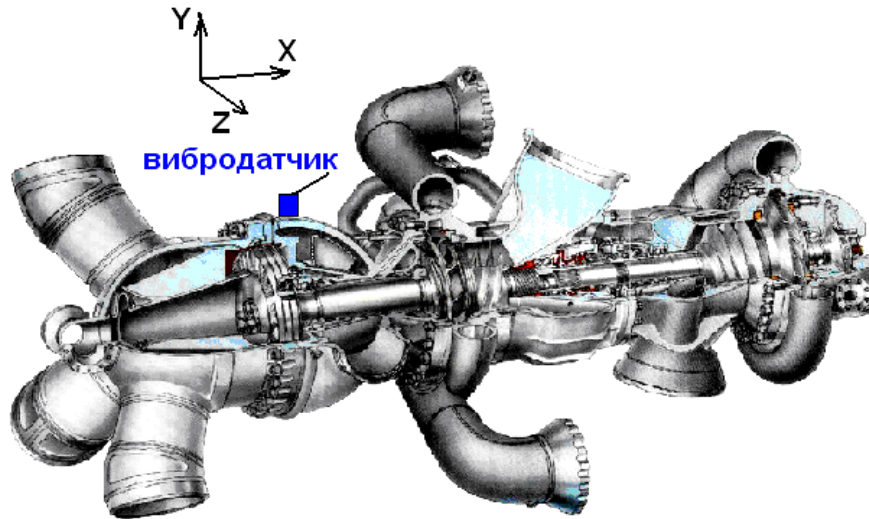


Рисунок 11 – Схема ТНА с указанием точки его виброконтроля

Исходные для прогностического анализа данные (рисунок 12), характеризовали вибрацию опор подшипников ТНА в предаварийный период (рисунок 12 а) и изменение ее периодической составляющей $A_{пер}$, аппроксимируемую прогнозной моделью $A_{мод}$ (рисунок 12 б).

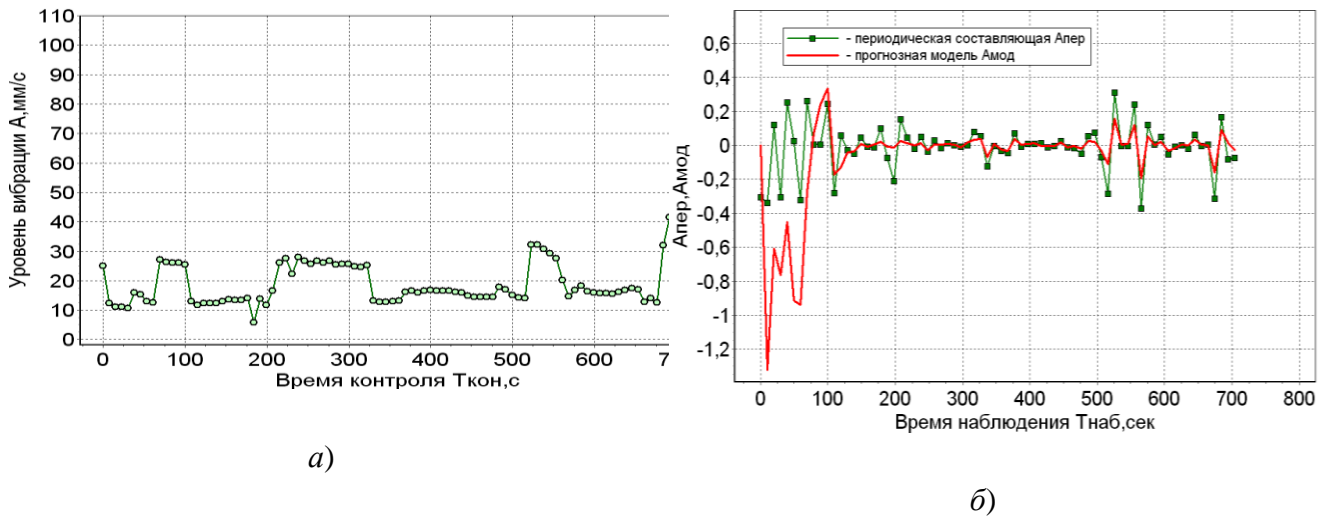


Рисунок 12 – Исходные для анализа данные: а) – изменение за время контроля уровня вибрации ТНА; б)– периодическая составляющая вибрации $A_{пер}$ и ее прогнозная модель $A_{мод}$

На рисунке 13 приведены результаты прогностического анализа предвестника разрушения турбонасосного агрегата.

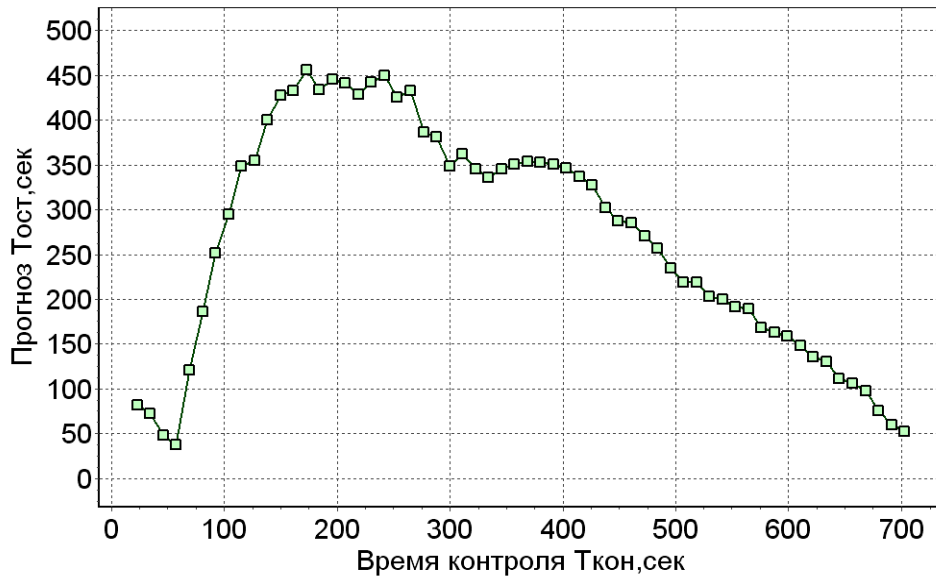


Рисунок 13 – Прогноз наработки ТНА до истощения ресурса $T_{ост}$

**ПРОТОКОЛ
прогноза наработки ТНА до отказа**

```

=====
||           Нарботка :           ||
||           на момент прогноза   ||
||           668.16 сек           ||
=====
    
```

ПРОГНОЗ:

**Прогноз наиболее вероятной наработки до отказа составляет:
765.80 сек**

**и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:
от 765.42 до 766.18 сек**

```

=====
||           Нарботка:           ||
||           на момент прогноза   ||
||           679.68 сек           ||
=====
    
```

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до ремонта составляет:

754.91 сек

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:

от 753.69 до 756.12 сек

```
=====
||      Нарботка:      ||
||   на момент прогноза   ||
||      691.20 сек      ||
=====
```

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до ремонта составляет:

751.33 сек

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:

от 750.93 до 751.72 сек

```
=====
||      Нарботка :      ||
||   на момент прогноза   ||
||      702.72 сек      ||
=====
```

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до ремонта составляет:

754.92 сек

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:

от 754.53 до 755.31 сек

Результаты прогностического анализа (рисунок 13) свидетельствуют о том, что турбонасосный агрегат обладает ярко выраженным участком приработки, который в данном случае составляет 150 сек. Далее идет участок постепенного истощения ресурса. При наработке 700 сек (Протокол прогноза...) прогноз остаточного ресурса равен 50 сек, что соответствует фактическим данным (рисунок 12а), полученным экспериментально при ресурсных испытаниях данного изделия.

Прогностический анализ предвестника аварии транспортно-отвального моста

Транспортно-отвальный мост (рисунок 14) используется при открытом способе добычи природных ископаемых. Длина моста составляет 130 м, а высота и ширина фермы – 10 м. Дефектом моста является недопустимый по нормам прогиб узлов фермы моста. Прогибы фермы (рисунок 15) подвергаются регулярному контролю с помощью теодолитов и служат исходным материалом для прогностического анализа [15].

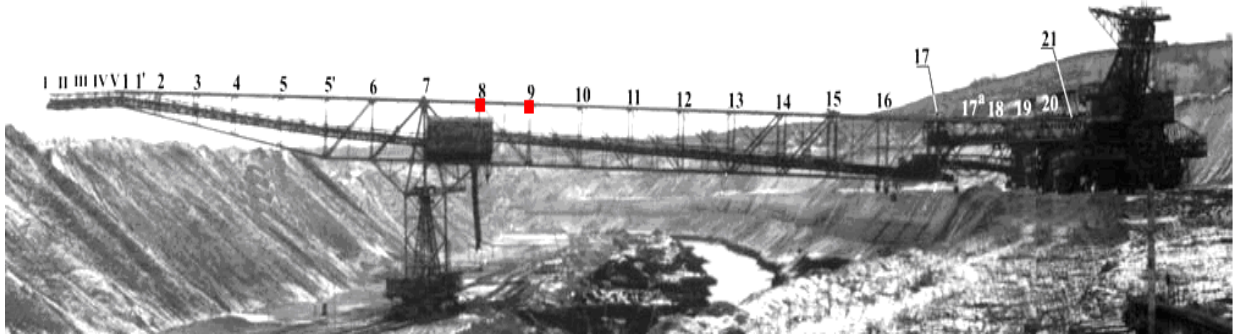


Рисунок 14 – Общий вид транспортно-отвального моста с указанием точек контроля (точки № 8 и № 9 являются слабыми элементами конструкции)

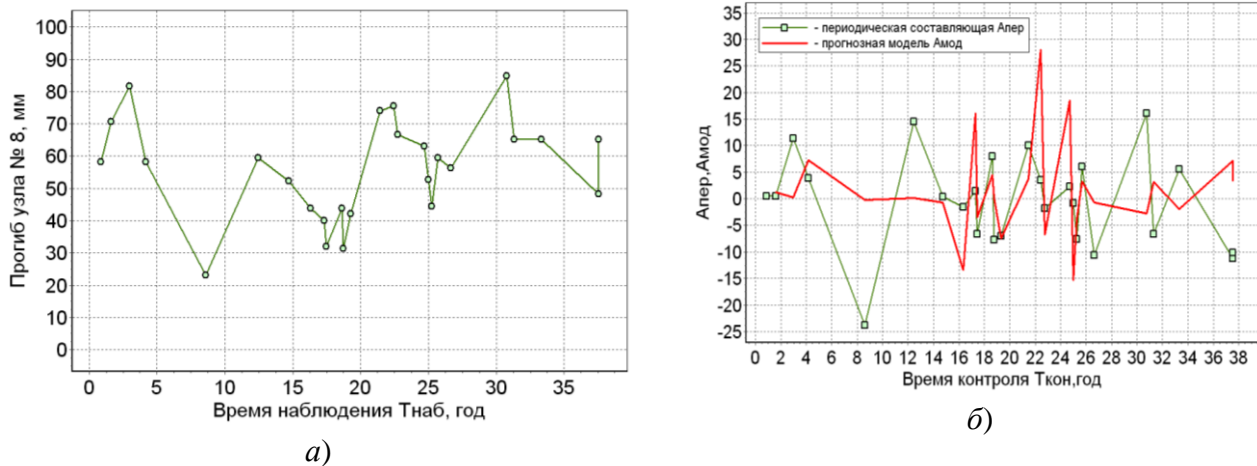


Рисунок 15 – Исходные для анализа данные: а) – изменение за время контроля прогиба фермы в узле №8; б)– периодическая составляющая прогиба $A_{пер}$, аппроксимируемая прогнозной моделью $A_{мод}$

ПРОТОКОЛ прогноза наработки узла № 8 до ремонта

=====		
	Наработка :	
	на момент прогноза	
	31 . 32год	
=====		

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до ремонта составляет:

36.21 год

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:

от 35.52 до 36.90 год

	Нарботка :	
	на момент прогноза	
	33.31год	

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до ремонта составляет:

36.62 год

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:

от 36.49 до 36.75 год

	Нарботка :	
	на момент прогноза	
	37.51год	

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до ремонта составляет:

37.44 год

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:

от 37.22 до 37.67 год

	Нарботка :	
	на момент прогноза	
	37.53год	

ПРОГНОЗ:

Прогноз наиболее вероятной наработки до ремонта составляет:

38.41 год

и изменяется с доверительной вероятностью $P=0.95$ в следующих границах:

от 38.15 до 38.67 год

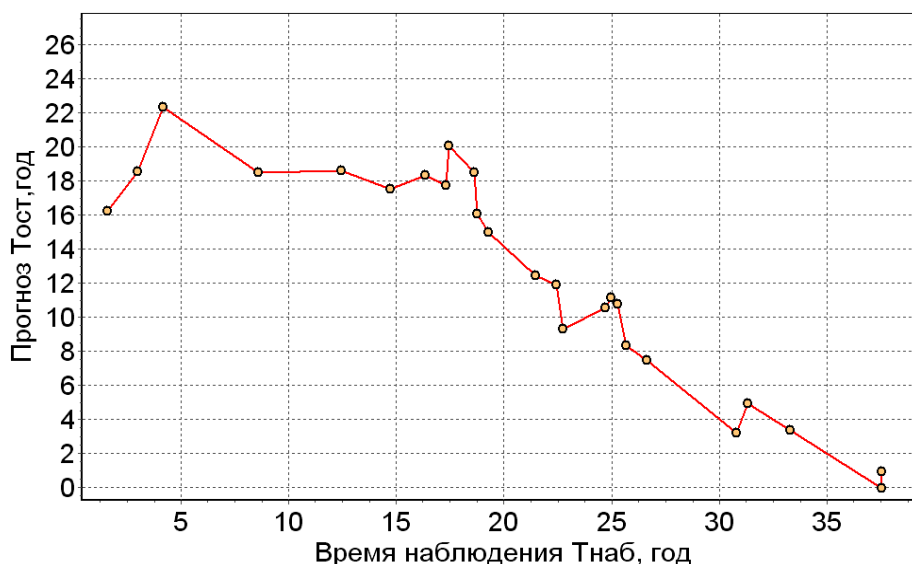


Рисунок 16 – Прогноз наработки транспортно-отвального моста *Tост* до разрушения узла №8

Как следует из прогноза остаточного ресурса узла № 8 фермы транспортно-отвального моста (рисунок 16) и из «Протокола прогноза...» узел находится на грани исчерпания ресурса, что требует восстановительного ремонта.

Экспериментальная проверка рассмотренной в статье методики показала, что результаты прогнозирования соответствуют фактически полученным на практике данным о ресурсе разнообразных по конструкции и назначению изделий.

Методика не требует знания предельно допустимых по нормам значений контролируемого информационного сигнала, определения вероятностного распределения времени до отказа, оценки влияния различных факторов на срок службы, приводящих в итоге к анализу состояния не конкретного образца изделия, а некоторого его обобщенного средне статистического образа.

Методика основывается на рассмотрении катастрофического явления не как внезапного и беспричинного события, а как процесса, характеристики которого непрерывно изменяются на протяжении всего периода эксплуатации изделия.

Мониторинг этого процесса позволяет выделить его периодическую составляющую, содержащую информацию о приближающемся моменте отказа, аварии или катастрофы подконтрольной технической системы.

Выводы

Разработана и апробирована при эксплуатации разнообразных по конструкции и назначению технических изделий эффективная методика прогностического анализа предвестников их аварий и катастроф.

Литература:

1. Hyndman R.J., Athanasopoulos G. Forecasting: principles and practice, 3rd edition, OTexts: Melbourne, Australia. 2021.

2. Fredrickson M. Modeling the Durability and Remaining Life of Aircraft Turbine Engines: Statistical Approaches and Practical Aspects // *Journal of Aircraft Engineering*. – 2007. – Т. 45, № 3. – P. 217-225.
3. Барабанов С.П., Шеховцов В.Д. Применение машинного обучения для прогнозирования срока службы технических систем // *Информационные технологии в проектировании и производстве*. – 2018. – Т. 15. – № 2. – С. 28-36.
4. Li M. Application of Survival Analysis for the Reliability Assessment and Remaining Useful Life Prediction of Industrial Control Systems // *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. – 2020. – Vol. 67, Issue 9. – P. 7424-7433.
5. Montgomery D.B. *Survival Analysis in Industry: Applications to Life and Reliability Assessment of Engineering Systems* // John Wiley & Sons, 2015.
6. Cryer J.D., Chan K.S. *Time Series Analysis with Applications in R (2nd ed.)*. New York: Springer, 2008. – <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-75959-3>
7. Подлазов А.В. Режимы с обострением с комплексными показателями. Логопериодические колебания в модели разрыва пучка волокон // *Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша*. – 2009. – № 35.
8. Panda A., Nahorny V.V. *Monitoring of vibrations and disturbances in industry and nature*. Springer Cham., 2024. – 113 p. – doi.org/10.1007/978-3-031-62190-1.
9. Мясникова Н.В. Долгих Л.А. Применение разложения по эмпирическим модам в задачах цифровой обработки сигналов // *Датчики и системы*. – 2011. – № 5. – С. 8-10.
10. Нагорный В.В. *Контроль динамического состояния металлообрабатывающей технологической системы и прогнозирование ее ресурса: монография* – Сумы: Сумский государственный университет, 2016. – 242 с. – ISBN 978-966-657-604-3.
11. Акт технического расследования причин аварии на Саяно-Шушенской ГЭС 17 августа 2009 года. – <https://ru.wikisource.org/wiki>
12. Косточкин В. В. *Надежность авиационных двигателей и силовых установок: Учебник для авиационных специальностей ВУЗов.*– Издание 2, переработанное и дополненное. – М.: Машиностроение, 1988. – 270 с. – ISBN 5-217-00128-3
13. Завистовский Д.И., Спесивцев В.В. *Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей. Учеб. пособие.* – Харьков: Национальный аэрокосмический университет «Харьковский авиационный институт», 2006.– 122 с.
14. Иванов В.К., Кашкаров А.М. *Турбонасосные агрегаты ЖРД конструкции НПО Энергомаш. Конверсия в машиностроении.* – 2006. № 1. – С. 8-14. ISSN 0869-6772.
15. Шоломицкий А.А., Сотников А.Л., Нагорный В.В. *Наблюдения за деформациями, оценка и прогнозирование технического состояния подъемно-транспортного оборудования. Металлургические процессы и оборудование.* – 2009. – 3(17). – С. 31-36.

References:

1. Hyndman R.J., Athanasopoulos G. *Forecasting: principles and practice*, 3rd edition, OTexts: Melbourne, Australia. 2021.
2. Fredrickson M. Modeling the Durability and Remaining Life of Aircraft Turbine Engines: Statistical Approaches and Practical Aspects // *Journal of Aircraft Engineering*. – 2007. – Т. 45. – № 3. – P. 217-225.
3. Barabanov S.P., Shekhovcov V.D. *Primenenie mashinnogo obucheniya dlya prognozirovaniya sroka sluzhby tekhnicheskikh sistem* // *Informacionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve*. – 2018. – Т. 15. – № 2. – С. 28-36.
4. Li M. Application of Survival Analysis for the Reliability Assessment and Remaining Useful Life Prediction of Industrial Control Systems // *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. – 2020. – Vol. 67, Issue 9. – P. 7424-7433.
5. Montgomery D.B. *Survival Analysis in Industry: Applications to Life and Reliability Assessment of Engineering Systems* // John Wiley & Sons, 2015.

6. Cryer J.D., Chan K.S. Time Series Analysis with Applications in R (2nd ed.). New York: Springer, 2008. – <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-75959-3>
7. Podlazov A.V. Rezhimy s obostreniem s kompleksnymi pokazatelyami. Logoperiodicheskie kolebaniya v modeli razryva puchka volokon // Preprinty IPM im. M.V.Keldysha. – 2009. – № 35.
8. Panda A., Nahornyi V.V. Monitoring of vibrations and disturbances in industry and nature. Springer Cham., 2024. – 113 p. – doi.org/10.1007/978-3-031-62190-1.
9. Myasnikova N.V. Dolgih L.A. Primenenie razlozheniya po empiricheskim modam v zadachah cifrovoj obrabotki signalov // Datchiki i sistemy. – 2011. – № 5. – S. 8-10.
10. Nagornyj V.V. Kontrol' dinamicheskogo sostoyaniya metalloobrabatyvayushchej tekhnologicheskoy sistemy i prognozirovanie ee resursa: monografiya – Sumy: Sumskij gosudarstvennyj universitet, 2016. – 242 s. – ISBN 978-966-657-604-3.
- 11 Akt tekhnicheskogo rassledovaniya prichin avarii na Sayano-SHushenskoj GES 17 avgusta 2009 goda. – <https://ru.wikisource.org/wiki>
12. Kostochkin V.V. Nadezhnost' aviacionnyh dvigatelej i silovyh ustanovok: Uchebnik dlya aviacionnyh special'nostej VUZov.– Izdanie 2, pererabotannoe i dopolnennoe. – M.: Mashinostroenie, 1988. – 270 s. – ISBN 5-217-00128-313.
13. Zavistovskij D.I., Spesivcev V.V. Konstrukciya i proektirovanie zhidkostnyh raketnyh dvigatelej. Ucheb. posobie. – Har'kov: Nacional'nyj aerokosmicheskij universitet «Har'kovskij aviacionnyj institut», 2006.– 122 s.
14. 14. Ivanov V.K., Kashkarov A.M. Turbonasosnye agregaty ZHRD konstrukcii NPO Energomash. Konversiya v mashinostroenii. – 2006. № 1. – S. 8-14. ISSN 0869-6772.
15. 15. Sholomickij A.A., Sotnikov A.L., Nagornyj V.V. Nablyudeniya za deformacijami, ocenka i prognozirovanie tekhnicheskogo sostoyaniya pod"emno-transportnogo oborudovaniya. Metallurgicheskie processy i oborudovanie. – 2009. – 3(17). – S. 31-36.

Поступила 11 апреля 2024 г.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

МРНТИ 31.21.27+76.31.35

УДК 574.8+615.214

**ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОФОСФОНАТА
МОРФОЛИНОПРОПИЛАМИНА В КАЧЕСТВЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО
СРЕДСТВА ДЛЯ ПСИХОФАРМАКОЛОГИИ**

Тен А.Ю.¹, Токсеитова А.Д.¹, Газизов Д.^{1,2}, Жарқынбек Т.Е.¹, Ю В.К.¹

¹АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова»

²Казахстанско-Британский технический университет

Алматы, Республика Казахстан

e-mail: ten-assel@mail.ru

Производные морфолина в настоящее время широко применяются в психофармакологии в качестве лекарственных средств. В статье представлены результаты исследования анксиолитической активности нового аминоксфоната морфолинопропиламина. Также описывается метод его синтеза по трехкомпонентной реакции Кабачника-Филдса. Соединение было выделено, очищено и охарактеризовано с помощью физико-химических методов анализа, получена его водорастворимая форма в виде комплекса с β -циклодекстрином. Кроме того проведен анализ данных прогнозируемой фармакологической активности, сгенерированных с помощью виртуального инструмента – программы PASS online. Результаты биологического скрининга показали наличие у исследуемого соединения седативного эффекта. Исследуемое соединение снижало двигательную активность и время бодрствования у подопытных животных, а также ускоряло наступление и увеличивало продолжительность сна, вызванного тиопенталом.

Ключевые слова: производные морфолина, морфолинопропиламин, аминоксфонаты, реакция Кабачника-Филдса, анксиолитики, психофармакология, PASS.

Morpholine derivatives are currently widely used in psychopharmacology as therapeutic agents. The article presents the results of the study of the anxiolytic activity of a new morpholinopropylamine aminophosphonate. It also describes the method of its synthesis by the three-component Kabachnik-Fields reaction. The compound was isolated, purified and characterized using physicochemical methods of analysis, its water-soluble form was obtained as a complex with β -cyclodextrin. In addition, the data analysis of the predicted pharmacological activity, generated using a virtual tool – the PASS online program, is presented. The results of biological screening showed the presence of a sedative effect in the studied compound. The test compound reduced motor activity and wakefulness in the test animals, and accelerated both the onset and duration of sleep induced by thiopental.

Keywords: morpholine derivatives, morpholinopropylamine, aminophosphonates, Kabachnik-Fields reaction, anxiolytics, psychopharmacology, PASS.

Морфолин туындылары қазіргі уақытта психофармакологияда дәрі ретінде кеңінен қолданылады. Мақалада жаңа морфолинопропиламин аминоксфонатының анксиолитикалық белсенділігін зерттеу нәтижелері көрсетілген. Оның үш компонентті Кабачник-Филдс реакциясы

арқылы синтездеу әдісі сипатталынған. Синтезделінген қосылыс оқшауланған, тазартылған және физика-химиялық әдістері алқылы сипаттаылған, оның суда еритін түрі – β -циклодекстринмен кешені алынды. Сонымен қатар, PASS online виртуалды бағдарламасы арқылы жүзеге асырылатын болжамды фармакологиялық белсенділік деректеріне талдау жүргізілді. Биологиялық скринингтің нәтижелері зерттелетін қосылыста седативті әсердің болуын көрсетті. Зерттелетін қосылыс сыналатын жануарлардың қозғалыс белсенділігін және ояу уақытын қысқартты, сонымен қатар тиопенталдың әсерінен ұйқының басталу жылдамдығын, және ұзақтығын арттырды.

Түйінді сөздер: морфолин туындылары, морфолинопропиламин, аминоксифосфонаттар, Кабачник-Филдс реакциясы, анксиолитиктер, психофармакология, PASS.

Хронический стресс и тревога становятся все более распространёнными в условиях современной цивилизации. За последние годы отмечен значительный рост случаев тревожных расстройств, по данным некоторых исследований этот показатель составляет около 33,7% [1]. В большинстве случаев для лечения таких расстройств используются анксиолитики, относящиеся к группе бензодиазепинов. Однако у этих препаратов имеются серьёзные недостатки: выраженное седативное действие и риск зависимости при длительном применении [2]. Это подчеркивает необходимость поиска новых анксиолитиков с различными механизмами действия, свободными от недостатков бензодиазепинов.

Среди химических соединений, обладающих анксиолитическими и ноотропными свойствами, особый интерес представляют азотсодержащие гетероциклические соединения, такие как производные морфолина. В настоящее время некоторые производные морфолина активно применяются в психофармакологии. Среди них афобазол – анксиолитик, обладающий новым механизмом действия, способный активизировать естественную противотревожную защиту нервных клеток («система эндогенного анксиолизиса») [3, 4]; ребоксетин – антидепрессант из группы ингибиторов обратного захвата норадреналина, предназначенный для лечения большого депрессивного расстройства, а также панического расстройства и синдрома дефицита внимания и гиперактивности [5]; антидепрессант моклобемид, который применяется для лечения депрессий различной этиологии [6]; виллоксазин, применяемый при депрессивных состояниях, особенно в случаях, когда не требуется седативный эффект [7].

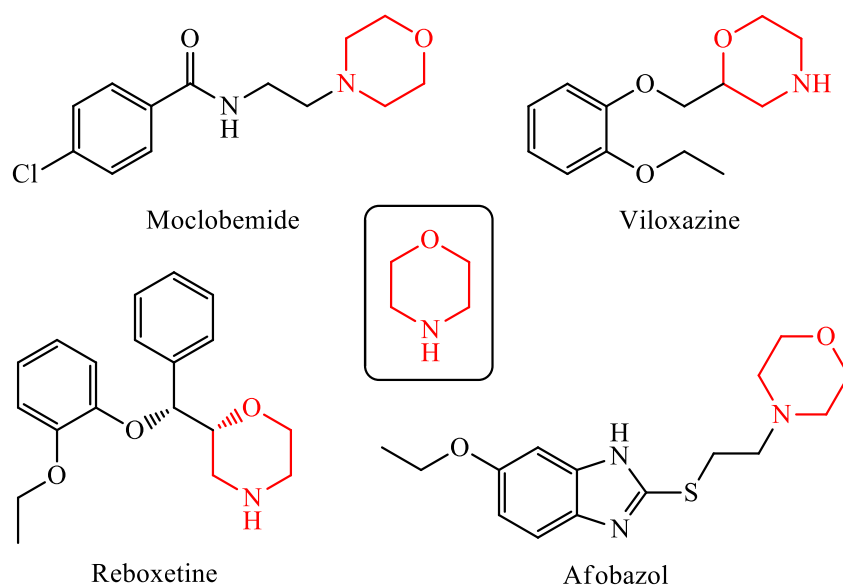


Рисунок 1 – Морфолинсодержащие лекарственные средства

Таким образом, поиск и исследование новых, ранее не изученных производных морфолина, обладающих анксиолитическими и ноотропными свойствами, представляет собой очевидную перспективу.

По трёхкомпонентной «one-pot» реакции Кабачника-Филдса были синтезирован ряд аминофосфонатов на основе морфолиналкиламинов, для которых осуществлен предикторный анализ анксиолитической и ноотропной активности. После этого были выделены 3 соединения с высокой долей вероятности наличия анксиолитической активности. В результате скрининга 1 из исследуемых производных морфолина под лабораторным шифром АГВ-39 проявило искомую активность.

На рисунке 2 представлена схема синтеза диметил((2-фторфенил)((3-морфолинопропил)амино)метил)фосфоната, который был получен кипячением в бензоле смеси морфолинпропиламина с 2-фторбензальдегидом и диметилфосфитом с использованием насадки Дина-Старка для отвода образующейся воды из реакционной смеси (реакция Кабачника-Филдса). Время реакции составило 34 часа. По окончании реакции бензол упаривают, целевой продукт отделяют от не вступивших в полной мере в реакцию исходных соединений методом колоночной хроматографии на окиси алюминия элюированием смесью хлороформ:гексан (1:1), выделяя вторую фракцию в виде масла светло-желтого цвета. Поскольку полученный аминофосфонат представляет собой нерастворимое в воде масло, для дальнейшего биологического скрининга была получена его водорастворимая форма в виде комплекса с β -циклодекстрином. Такой подход позволяет не только легко переводить жидкие вещества в твердые аморфные и кристаллические порошки, но и повышает стабильность веществ в воде и на воздухе, устраняет запах и вкус исходных соединений, а также улучшает их биодоступность и, что немаловажно, снижает токсичность [8].

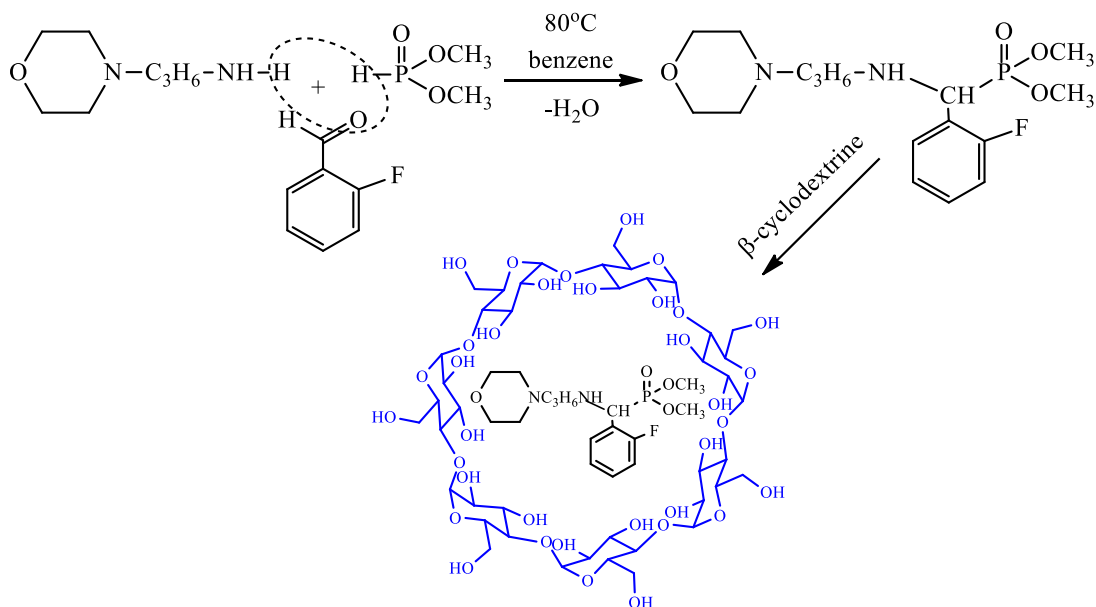


Рисунок 2 – Схема синтеза диметил((2-фторфенил)((3-морфолинопропил)амино)метил)фосфоната и его комплекса с β -циклодекстрином (АГВ-39)

Анализ синтезированного соединения по программе PASS online (Prediction of Activity Spectra for Substances) [9], позволяющий прогнозировать более 4300 видов биологической

активности со средней точностью около 95%, показал, что диметил((2-фторфенил)((3-морфолинопропил)амино)метил)фосфонат несет в себе большой биопотенциал. Согласно прогнозам PASS данное соединение может в первую очередь применяться в качестве лекарственного средства в психофармакологии, а именно при лечении фобических расстройств, а также как противоневротическое средство. Кроме того, диметил((2-фторфенил)((3-морфолинопропил)амино)метил)фосфонат – потенциальный агонист сигма-рецепторов, которые рассматриваются как мишени психофармакологического воздействия, являющиеся универсальными регуляторами внутри- и внеклеточных функций в условиях клеточного стресса.

Таблица 1 – Биологическая активность диметил((2-фторфенил)((3-морфолинопропил)амино)метил)фосфоната, спрогнозированная по программе PASS

Вероятность проявления активности, %		Вид активности
P _a (вероятность проявления)	P _i (вероятность непроявления)	
0,759	0,050	Лечение фобических расстройств
0,612	0,005	Лечение болезни Альцгеймера
0,558	0,021	Лечение нейродегенеративных заболеваний
0,496	0,014	Регулятор кальция
0,444	0,059	Антиангинальное средство
0,427	0,016	Агонист сигма-рецепторов
0,443	0,138	Противоневротическое средство
0,263	0,052	Противоэпилептическое средство

На первом этапе исследования полученный комплекс диметил((2-фторфенил)((3-морфолинопропил)амино)метил)фосфоната с β-циклодекстрином был изучен на острую токсичность, значение которой необходимо на следующих этапах для определения вводимой дозы препарата.

Цель второго этапа исследования - изучение анксиолитических свойств соединения АГВ-39. Для этого было изучено его влияние на поведение мышей в условиях теста «приподнятый крестообразный лабиринт» и «открытое поле» [10]. Опыты были проведены на белых мышах в возрасте 4 месяцев. Методом случайной выборки животные были разделены на 5 групп (4 опытных и 1 контрольная). Исследуемое соединение АГВ-39 вводилось в дозе,

эквивалентной 1/10 от LD50. Оценка поведения животных проводилась в условиях тестов через 30 мин после введения АГВ-39.

В тесте «открытое поле» оценивали ориентировочно-исследовательскую реакцию, эмоциональную реакцию и выражение пассивного страха. Установка «приподнятый крестообразный лабиринт» позволяет оценить такие показатели анксиолитического эффекта как снижение тревожности животных, о котором говорит увеличение времени их нахождения в открытых рукавах и количества входов в открытые рукава лабиринта.

В тесте «открытое поле» после введения животным препарата АГВ-39 было отмечено уменьшение пересечения центральных квадратов в 2,5 раза и времени пребывания животных в центре в 4 раза, кроме этого, в 11 раз увеличилось время «отдыха» и количество болюсов в 2,9 раз ($p \leq 0.05$). Изменение других параметров статистической значимости не имело.

В тесте «приподнятый крестообразный лабиринт» после введения исследуемого соединения АГВ-39 было отмечено уменьшение количества заходов и времени пребывания животных в открытые рукава в 4 раза, кроме этого, в 11 раз увеличилось время «отдыха» ($p \leq 0.05$). Изменение других параметров статистической значимости не имело.

Таким образом, определили, что АГВ-39 в дозе 1/10 от LD50 в условиях «открытого поля» и «приподнятого крестообразного лабиринта» не оказывает существенное влияние на поведенческие реакции, отражающие уровень тревожности животных, однако, по снижению двигательной активности животных и увеличению времени «отдыха» в установках после введения 1/10 LD50 АГВ-39, можно сделать вывод о наличии возможного седативного действия у данного соединения.

В связи с выявлением предположительного седативного эффекта исследуемого препарата для доказательства его наличия была проведена оценка его способности увеличивать длительность тиопенталового сна у лабораторных мышей. Животным из опытных групп за 30 минут до внутрибрюшинного введения тиопентала натрия в дозе 50 мг/кг (вызывающей сон у 100% мышей контрольной группы) подкожно вводили исследуемое соединение АГВ-39 в дозе 1/10 LD50. Оценивали: латентный период наступления сна (время засыпания) и продолжительность сна в сравнении с контрольной группой.

Результаты экспериментов на модели тиопенталового сна представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние АГВ-39 на длительность тиопенталового сна

Группа (n=6)	Время засыпания, мин	Продолжительность сна, мин
контроль	2,13 ± 0,19	65,76 ± 1,18
АГВ-39 (d=78,3 мг/кг)	1,32 ± 0,11*	72,3 ± 1,5*
Примечание: * - статистически достоверное отличие в сравнении с контрольной группой при уровне значимости $p \leq 0,05$		

В ходе проведённого эксперимента установлено, что введение соединения АГВ-39 в дозе, соответствующей 1/10 LD50 укорачивало латентный период наступления сна в 1,6 раза и в 1,09 раза увеличивало его продолжительность у лабораторных мышей в сравнении с контрольной группой ($p < 0.05$). Следовательно, можно сделать вывод о наличии у данного соединения седативного действия.

Экспериментальная часть

Диметил((2-фторфенил)((3-морфолинопропил)амино)метил)фосфонат. В плоскодонную трехгорлую коническую колбу, снабженную насадкой Дина-Старка с обратным холодильником, помещают 0,0154 моль морфолинпропиламина в 150 мл абс. бензола. Затем последовательно добавляют 0,0169 моль 2-фторбензальдегида и 0,0217 моль диметилфосфита. Далее при постоянном перемешивании нагревают реакционную смесь при температуре кипения бензола в течение 34 ч. По окончании реакции бензол упаривают, продукт очищают и выделяют с помощью колоночной хроматографии на Al_2O_3 , элюируя смесью хлороформ:гексан-1:1 и собирая вторую фракцию. Выход диметил((2-фторфенил)((3-морфолинопропил)амино)метил)фосфоната составляет 66%.

Диметил((2-фторфенил)((3-морфолинопропил)амино)метил)фосфоната в комплексе с β -циклодекстрином. Смешивают растворы 0,01 моль диметил((2-фторфенил)((3-морфолинопропил)амино)метил)фосфоната в 30 мл этилового спирта и 0,01 моль β -циклодекстрина в 90 мл дистиллированной воды. Смесь помещают в сушильный шкаф, выпаривают этанол и воду при 50-55 °С. Получают комплекс включения в виде белого порошка с $T_{пл} > 240$ °С.

Заключение

Результаты проведенных исследований демонстрируют несомненный потенциал аминфосфонатов на основе морфолиналкиламинов в качестве БАВ для психофармакологии и не только. Результаты прогнозирования PASS указывают на возможный успех данного препарата при лечении нейродегенеративных заболеваний, в том числе болезни Альцгеймера. На моделях «открытого поля» и «приподнятого крестообразного лабиринта» препарат АГВ-39 уменьшал двигательную активность и время отдыха у испытуемых животных, а также ускорял наступление и увеличивал продолжительность сна, вызванного тиопенталом. Таким образом, диметил((2-фторфенил)((3-морфолинопропил)амино)метил)фосфонат в комплексе с β -циклодекстрином, обладает выраженным седативным действием. После углублённого доклинического исследования данное соединение можно предложить для клинического исследования в качестве средства для лечения нарушений сна, а также состояний, сопровождающихся повышенной возбудимостью и раздражительностью.

*Работа выполнена в рамках грантового финансирования
МНВО РК AP23484420*

Литература:

1. Bandelow B., Michaelis S. Epidemiology of anxiety disorders in the 21st century. // Dialogues in Clinical Neuroscience. – 2015. – Vol. 17(3). – P. 327–335. <https://doi.org/10.31887/dcns.2015.17.3/bbandelow>
2. Лоуренс Д.Р., Бенитт П.Н. Побочные эффекты лекарственных веществ // Клиническая фармакология: В 2 т. - Т. 1: Пер с англ. М., Медицина, 1991. - С. 265-305.
3. Абрамова Е.В., Воронин М.В., Серединин С.Б. Анализ связывающей способности сигма-1 рецепторов при эмоционально-стрессовом воздействии и введении анксиолитика афобазола // Химико-фармацевтический журнал. – 2019. – Т. 53, № 8. – С. 3-7. <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2019-53-8-3-7>

4. Середенин С.Б., Мелкумян Д.С., Вальдман Е.А. и др. Влияние афобазола на содержание BDNF в структурах мозга инбредных мышей с различным фенотипом эмоционально-стрессовой реакции // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2006. – Т. 69, №6. – С. 3-6.
5. Lapmanee S., Charoenphandhu N., Krishnamra N., Charoenphandhu J. Anxiolytic-like actions of reboxetine, venlafaxine and endurance swimming in stressed male rats // Behavioural Brain Research. - 2012. – Vol. 231(1). – P. 20-28. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2012.02.037>
6. Lapierre Y.D., Joffe R., McKenna K., Bland R., Kennedy S., Ingram P., Reesal R., Rickhi B. G., Beauclair L., Chouinard G., Annable L. Moclobemide versus fluoxetine in the treatment of major depressive disorder in adults // PubMed. - 1997. – Vol.22(2). P. 118-126. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9074306>
7. Edinoff A.N., Akuly H.A., Wagner J.H., Boudreaux M.A., Kaplan L.A., Yusuf S., Neuchat E.E., Cornett E.M., Boyer A.G., Kaye A.M., Kaye A.D. Viloxazine in the Treatment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder // Front Psychiatry. - 2021;12:789982. doi: [10.3389/fpsyt.2021.789982](https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.789982)
8. Uekama K. Recent aspects of pharmaceutical application of cyclodextrins //J. of phenomena and macrocyclic chemistry. – 2002. – Vol. 44. – P. 3-7. doi:10.1023/a:1023007032444
9. PASS online [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.way2drug.com/PASSOnline/index.php>. — Загл. с экрана.
10. Каде А.Х., Кравченко С.В., Трофименко А.И., Поляков П.П., Липатова А.С., Ананьева Е.И., Чаплыгина К.Ю., Уварова Е.А., Терещенко О.А. Современные методы оценки уровня тревожности грызунов в поведенческих тестах, основанных на моделях без предварительного обусловливания // Кубанский научный медицинский вестник. – 2018. – № 25. – С. 171-176. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2018-25-6-171-176>

References:

1. Bandelow B., Michaelis S. Epidemiology of anxiety disorders in the 21st century. // Dialogues in Clinical Neuroscience/ - 2015. – Vol. 17(3). – P. 327–335. <https://doi.org/10.31887/dcns.2015.17.3/bbandelow>
2. Lourens D.R., Benitt P.N. Pobochnye jeffekty lekarstvennyh veshhestv // Klinicheskaja farmakologija: V 2 t. - Т. 1: Per s angl. M., Medicina, 1991. - S. 265-305.
3. Abramova E.V., Voronin M.V., Seredinin S.B. Analiz svjazyvajushhej sposobnosti sigma-1 receptorov pri jemocional'no-stressovom vozdejstvii i vvedenii anksiolitika afobazola // Himiko-farmaceuticheskij zhurnal. – 2019. – Т. 53, № 8. – С. 3-7. <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2019-53-8-3-7>
4. Seredenin S.B., Melkumjan D.S., Val'dman E.A. i dr. Vlijanie afobazola na sodержanie BDNF v strukturah mozga inbrednyh myshej s razlichnym fenotipom jemocional'no-stressovoj reakcii // Jeksperimental'naja i klinicheskaja farmakologija. – 2006. – Т. 69, №6. – С. 3-6. Середенин С.Б., Мелкумян Д.С., Вальдман Е.А. и др. Влияние афобазола на содержание BDNF в структурах мозга инбредных мышей с различным фенотипом эмоционально-стрессовой реакции // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2006. – Т. 69, №6. – С. 3-6.
5. Lapmanee S., Charoenphandhu N., Krishnamra N., Charoenphandhu J. Anxiolytic-like actions of reboxetine, venlafaxine and endurance swimming in stressed male rats // Behavioural Brain Research. - 2012. – Vol. 231(1). – P. 20-28. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2012.02.037>
6. Lapierre Y.D., Joffe R., McKenna K., Bland R., Kennedy S., Ingram P., Reesal R., Rickhi B. G., Beauclair L., Chouinard G., Annable L. Moclobemide versus fluoxetine in the treatment of major depressive disorder in adults // PubMed. - 1997. – Vol.22(2). P. 118-126. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9074306>
7. Edinoff A.N., Akuly H.A., Wagner J.H., Boudreaux M.A., Kaplan L.A., Yusuf S., Neuchat E.E., Cornett E.M., Boyer A.G., Kaye A.M., Kaye A.D. Viloxazine in the Treatment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder // Front Psychiatry. - 2021;12:789982. doi: [10.3389/fpsyt.2021.789982](https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.789982)
8. Uekama K. Recent aspects of pharmaceutical application of cyclodextrins //J. of phenomena and macrocyclic chemistry. – 2002. – Vol. 44. – P. 3-7. doi:10.1023/a:1023007032444

9. PASS online [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.way2drug.com/PASSOnline/index.php>. — Загл. с экрана.

10. Kade A.H., Kravchenko S.V., Trofimenko A.I., Poljakov P.P., Lipatova A.S., Anan'eva E.I., Chaplygina K.Ju., Uvarova E.A., Tereshhenko O.A. Sovremennye metody ocenki urovnja trevozhnosti gryzunov v povedencheskih testah, osnovannyh na modeljah bez predvaritel'nogo obuslovlivaniya // Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik. – 2018. – № 25. – S. 171-176. - <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2018-25-6-171-176>

Поступила 3 мая 2024 г.

МРНТИ1.21.(23+25+27)
C07C49/172+C07D211/00

IN SILICO PREDICTION OF THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF STRUCTURAL ANALOGUES OF CURCUMIN

Ten A. Yu. ¹, Kuanysheva M.M. ^{1,2}

¹"A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences" JSC

²Kazakh-British Technical University

e-mail: ten-assel@mail.ru

Turmeric, containing the active ingredient curcumin, has numerous beneficial properties. It has a strong anti-inflammatory effect and is a powerful antioxidant, protecting cells from damage and reducing the risk of chronic diseases. It supports heart health by lowering cholesterol levels and regulating blood pressure. Moreover, turmeric has anti-cancer properties, slowing down the growth of cancer cells and preventing metastasis. It also aids digestion, helps with gastrointestinal disorders, and has antiseptic properties that strengthen immunity and assist with infections. Since the early 21st century, interest in turmeric and its structural, including synthetic, analogs has been growing. This article presents data on an in silico assessment of the biological activity of synthetic curcumin analogs using the PASS program. A comparative analysis of structures and their bio-potential as a therapeutic agent is performed.

Keywords: curcumin, structural analogs of curcumin, piperidin-4-ones, biological activity, in silico, PASS, Scopus.

Куркума өсімдігінің құрамындағы белсенді зат – куркумин көптеген пайдалы қасиеттерге ие. Ол күшті қабынуға қарсы әсер етеді, сонымен қатар күшті антиоксидант болып табылады, жасушаларды зақымданудан қорғайды және созылмалы аурулар қаупін төмендетеді. Ол жүрек денсаулығын сақтайды, холестерин деңгейін төмендетеді және артериялық қысымды реттейді. Сонымен қатар, куркумин қатерлі ісікке қарсы қасиеттерге ие, қатерлі ісік жасушаларының өсуін баялатады және олардың метастаз беруіне жол бермейді. Ол сондай-ақ ас қорытуды жақсартады, асқазан-ішек жолдарының бұзылыстарынан көмектеседі және антисептикалық қасиеттерге ие, бұл иммунитетті нығайтады және инфекциялар кезінде көмектеседі. 21 ғасырдың басынан бастап куркуминге және оның құрылымдық, соның ішінде синтетикалық аналогтарына деген қызығушылық үздіксіз артып келеді. Бұл мақалада PASS бағдарламасының көмегімен куркуминнің синтетикалық аналогтарының биологиялық белсенділігін in silico бағалау туралы материал берілген. Құрылымдарға және олардың дәрілік зат ретіндегі биопотенциалына салыстырмалы талдау жүргізілді.

Түйінді сөздер: куркумин, куркуминнің құрылымдық аналогтары, пиперидин-4-ондар, биологиялық белсенділік, in silico, PASS, Scopus.

Куркума, содержащая активное вещество куркумин, обладает рядом полезных свойств. Она имеет сильное противовоспалительное действие, также является сильным антиоксидантом, защищая клетки от повреждений и снижая риск хронических заболеваний. Она поддерживает здоровье сердца, снижая уровень холестерина и регулируя артериальное давление. Кроме того, куркума обладает антиканцерогенными свойствами, замедляя рост раковых клеток и предотвращая их метастазирование. Она также улучшает пищеварение, помогает при расстройствах ЖКТ и обладает антисептическими свойствами, что укрепляет иммунитет и

помогает при инфекциях. С начала 21 века интерес к куркуме и ее структурным, в том числе и синтетическим, аналогам непрерывно растет. В данной статье представлен материал по *IN SILICO* оценке биологической активности синтетических аналогов куркумина, который осуществлен с помощью программы *PASS*. Проведен сравнительный анализ структур и их биопотенциала в качестве лекарственного средства.

Ключевые слова: куркумин, структурные аналоги куркумина, пиперидин-4-оны, биологическая активность, *in silico*, *PASS*, *Scopus*.

Due to its therapeutic properties, curcumin has been used in traditional Chinese and Indian medicine for treating wounds and infections for centuries. It is also used in cooking to extend shelf life and add color to dishes. Curcumin is a natural polyphenol extracted from the root of the turmeric plant (Figure 1). This plant has anti-inflammatory and antioxidant properties, improves brain function, and reduces cardiovascular risk. Turmeric can be used to prevent Alzheimer's disease, help with arthritis and depression, and slow down the aging process in the body [1-5].

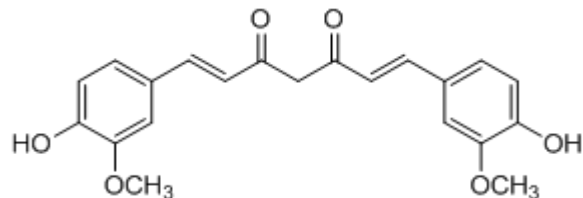


Figure 1 – Structural formula of curcumin.

Since the beginning of the 21st century, curcumin has gained a new wave of popularity when researchers from Temple University in Philadelphia (USA) confirmed its effectiveness in the fight against inflammatory and oncological diseases [6]. They analyzed scientific studies on curcumin's biological properties published since 1924. This research revealed about 5,000 documented pieces of evidence describing curcumin's anti-cancer properties.

The increasing scientific interest is confirmed by a continuous rise in the number of publications according to the Scopus database (Figure 2). From the beginning of the 21st century to the present, 47,107 documents have been published under the keyword "curcumin," showing a steady progression (from 167 publications in 2000 to 4,239 publications in 2024).

Most of the documents, according to the analysis of their application area (Figure 3), relate to Biochemistry, Genetics, and Molecular Biology (17,527), Medicine (15,652), and Pharmacology, Toxicology, and Pharmaceuticals (15,363), further confirming the demand for curcumin as a biologically active compound.

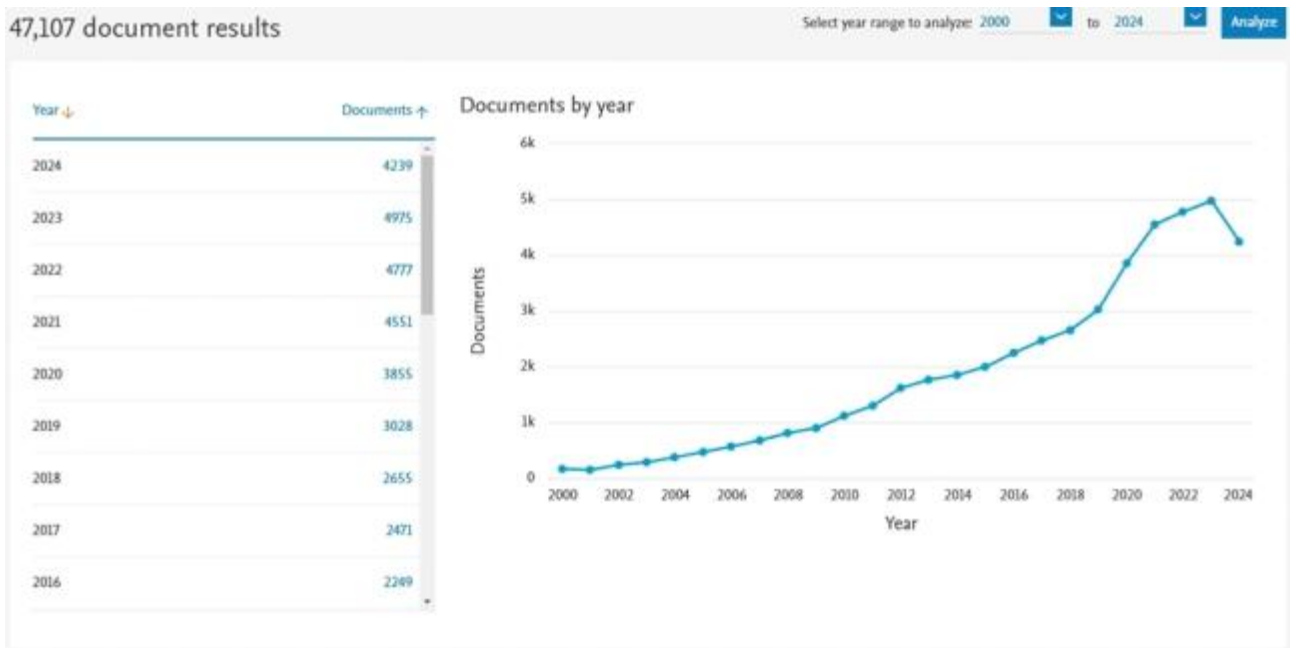


Figure 2 – Number of publications under the keyword "curcumin" according to the Scopus database for the period 2000-2024

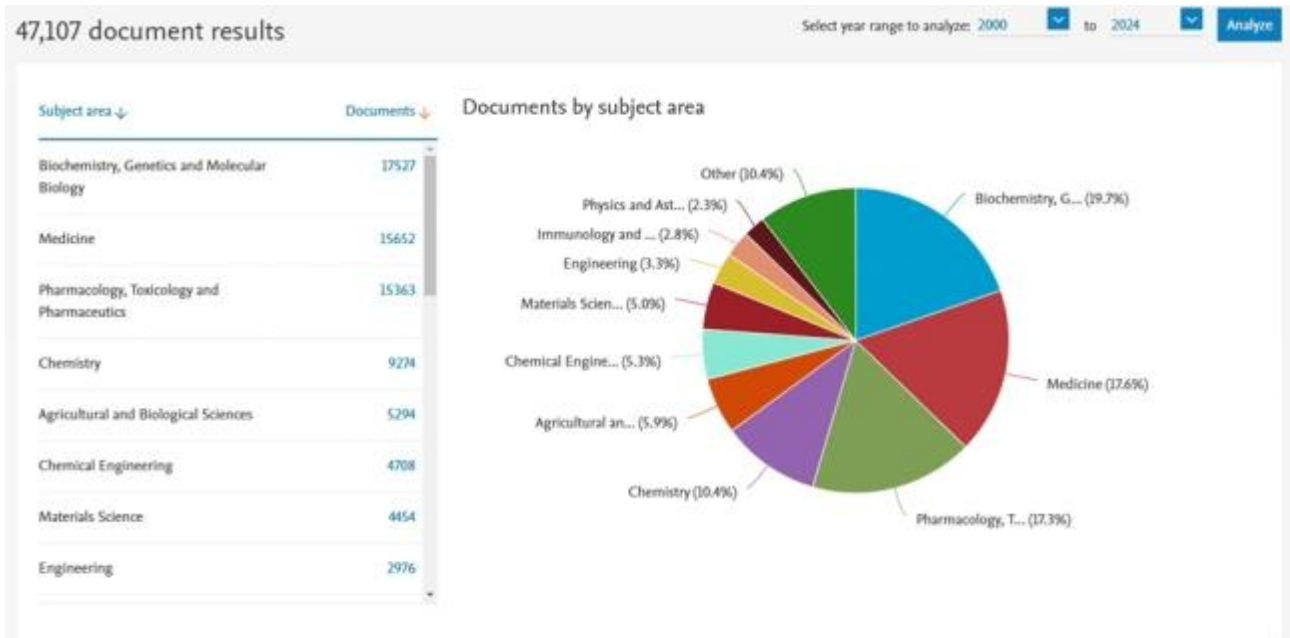


Figure 3 – Distribution of publications under the keyword "curcumin" by application areas according to the Scopus database for the period 2000-2024

Out of 47,107 documents, about 30% of publications are associated with research on curcumin and its analogs as agents in cancer treatment: by searching Scopus with the keywords "curcumin+cancer," 15,006 documents on this topic were found for 2000-2024 (Figure 4).

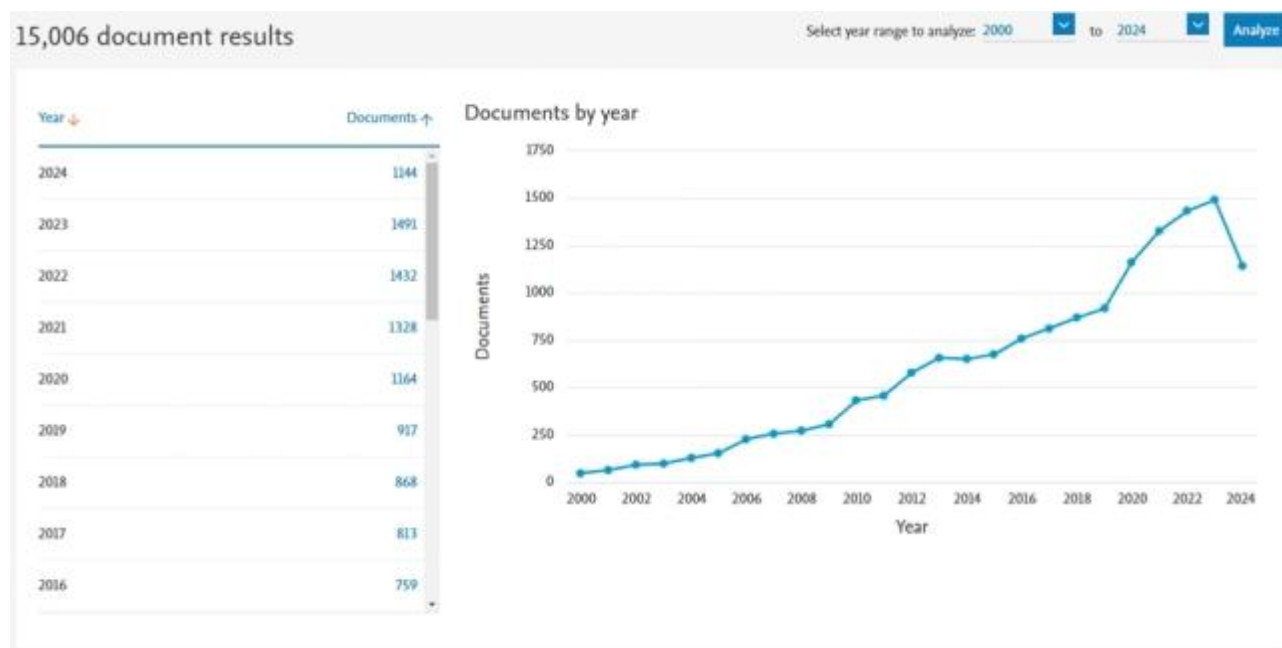


Figure 4 – Number of publications under the keywords "curcumin+cancer" according to the Scopus database for the period 2000-2024.

Currently, active research is being conducted on curcumin itself in this direction. For example, German scientists have described a cascade of reactions that may explain curcumin's anti-cancer action [7]. Numerous studies are also being conducted on the synthesis methods and properties of synthetic curcumin analogs, which also exhibit a wide range of biological activity [8-12].

As interest in curcumin grows exponentially, it seems promising to obtain some of its synthetic analogues, since natural curcumin itself has 2 significant drawbacks: poor bioavailability and rapid metabolism. However, before beginning synthetic work, it is essential to assess the biological potential of future compounds, select substituents that enhance activity, and confirm the logic of including a specific substituent in the structure. The assistance of virtual tools in this matter is invaluable. The biological activity of synthetic curcumin analogs was predicted using the PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances) program [13]. PASS is a software product developed as a tool for evaluating the general biological potential of drug-like organic molecules. PASS provides simultaneous predictions for multiple types of biological activities based on structure-activity relationships.

There are many ways to obtain curcumin analogs; however, the simplest method is the synthesis of dienones from various ketones. Ketones, especially piperidones, are themselves considered lead molecules and possess significant bio-potential [14-16].

The following sequence of ketones was selected as base molecules for preliminary assessment: cyclohexanone (**1**), piperidin-4-one (**2**), and 1-methylpiperidin-4-one (**3**). This sequence allows the tracking of the impact of nitrogen in the ring and substituents on the modification of bioactivity in the compounds. Based on these three ketones with aldehydes (acetaldehyde, benzaldehyde, *o*-, *m*-, *p*-fluorobenzaldehyde), curcumin-like structures (dienones **4-18**) were generated, for which biological activity predictions were performed using the PASS program (Figure 5). The predicted

spectrum of activities is quite broad, with probability indices (Pa) ranging from 0.001 to 0.990 (from 1% to 99%). For the analyzed compounds, only probabilities above 50% were considered.

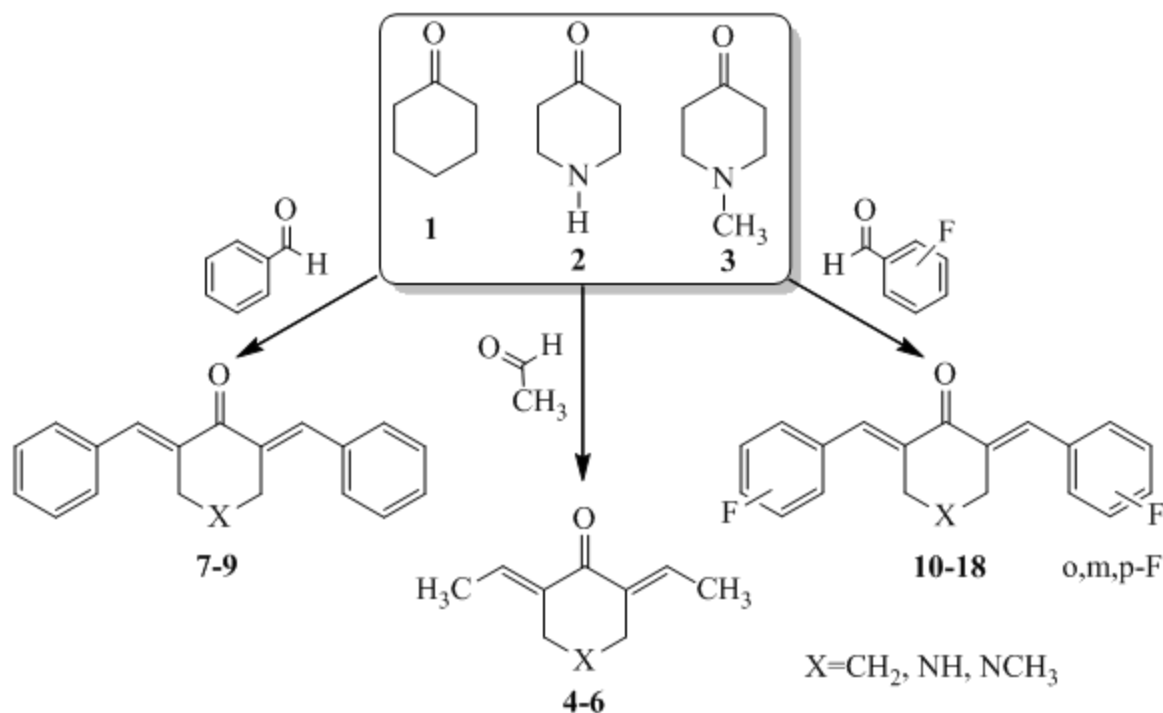
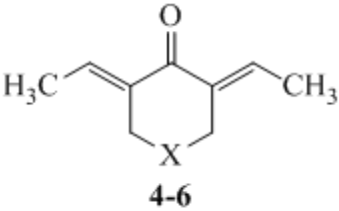


Figure 5 – Generated curcumin-like structures based on cyclohexanone (**1**), piperidin-4-one (**2**), 1-methylpiperidin-4-one (**3**).

According to predictions, dienones **4-6** may primarily act as enzyme inhibitors (targeting oxygenases, phosphatases, hydrolases, peptidases, and other enzymes) (Table 1). Enzyme inhibitors are widely used to halt biochemical processes, thereby preventing the accumulation of pathological products or preserving necessary substances. They are also employed to study enzyme mechanisms, in medicine for metabolic disorder treatments, and as pesticides in agriculture. Additionally, all three compounds show potential for the following activities: antineoplastic, carminative, apoptosis agonist, oxygen scavenger, mucomembranous protector, alopecia treatment, platelet aggregation stimulant, antileukemic, kidney function stimulant, vasoprotector, acetylcholine neuromuscular blocking agent, leukopoiesis stimulant. The presence of nitrogen in the ring (compound **5**) and a substituent on it (compound **6**) introduces further properties: phobic disorders treatment, nootropic, membrane integrity agonist, 5-hydroxytryptamine uptake stimulant, antinociceptive, ovulation inhibitor. Analyzing the data in the table, it is not possible to detect a direct “structure-activity” relationship, however, significant differences can be observed between the three structures **4-6**.

Table 1 – Predicted biological activities of compounds **4-6** according to the PASS program.

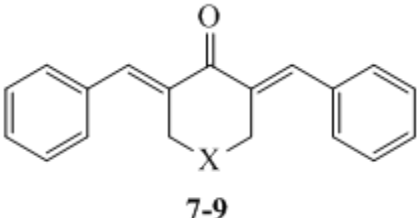
 4-6			
Activity	Pa*		
	4	5	6
Enzyme inhibitors (many types)	0.900-0.500	0.900-0.500	0.900-0.500
Antineoplastic	0.845	0.614	0.679
Phobic disorders treatment	-	0.808	0.773
Carminative	0.791	0.596	0.536
Anaphylatoxin receptor antagonist	-	-	0.782
Antieczematic	0.770	0.585	-
Membrane integrity agonist	-	0.758	0.664
Apoptosis agonist	0.714	0.690	0.631
Antiinflammatory	0.714	-	-
Oxygen scavenger	0.697	0.645	0.752
Mucomembranous protector	0.722	0.756	0.625
Neurodegenerative diseases treatment	0.668	-	-
Alopecia treatment	0.662	0.606	0.554
Platelet aggregation stimulant	0.658	0.623	0.679
Antileukemic	0.651	0.670	0.726
Nootropic	-	0.638	0.706
Kidney function stimulant	0.637	0.644	0.640
Polarisation stimulant	-	-	0.594
Octopamine antagonist	-	-	0.631
Cardiovascular analeptic	0.617	0.534	-
Neurotransmitter antagonist	-	-	0.569
MAP kinase stimulant	-	0.617	0.579
Fibrinolytic	0.646	0.638	-
Vasoprotector	0.608	0.553	0.584
Erythropoiesis stimulant	0.594	0.627	-
Antihypoxic	-	-	0.591

Chemoprotective	0.570	-	-
Imidazoline receptor agonist	-	0.571	-
Preneoplastic conditions treatment	-	0.543	-
Antiseborrheic	-	0.586	-
Acetylcholine neuromuscular blocking agent	0.583	0.561	0.559
Antieczematic	0.707	0.585	-
Histamine release stimulant	0.552	0.552	-
Antisecretoric	-	-	0.554
Calcium channel (voltage-sensitive) activator	0.561	0.567	-
Ovulation inhibitor		0.561	0.639
5 Hydroxytryptamine uptake stimulant	-	0.537	0.572
Dementia treatment	-	-	0.528
-Pediculicide	0.515	-	-
Gonadotropin antagonist	0.510	-	-
Spasmolytic, urinary	0.532	-	-
Antineurotic	-	-	0.539
Leukopoiesis stimulant	0.523	0.583	0.534
Mucositis treatment	0.545	0.611	-
Gestagen antagonist	0.500	-	-
Antiviral (Picornavirus)	0.509	-	-
Antidyskinetic	0.516	-	-
Antinociceptive	-	0.512	0.513
Adenomatous polyposis treatment	-	0.519	-
Anthelmintic (Nematodes)	-	-	0.500
*- Pa (probability "to be active") estimates the chance that the studied compound is belonging to the sub-class of active compounds			

If we conduct a comparative analysis of dienones **4-6** and dienones **7-18**, we can clearly see that replacing the methyl radical with a phenyl radical significantly increases the antileukemic activity of the compounds – from 0.651-0.726 (**4-6**) to 0.920-0.931 (**7-9**), which means the highest probability of manifestation of antileukemic properties by these compounds (Table 2). The probability of “membrane integrity agonist” activity also increases. At the same time, the probability for the property "membrane integrity agonist" increases. New types of activity appear, which are not in the rating above 50% for compounds **4-6** - these are antineoplastic (lymphocytic leukemia), insulysin inhibitor, dementia treatment, antituberculosis, the latter is characteristic only for compound **8**. All other characteristics are more or less the same, there were only minor changes in the percentage value of probability, so they are not presented in Table 2. The prognosis

"insulysin inhibitor" is particularly attractive, since insulysin is an enzyme that catalyzes the degradation reaction of insulin, glucagon and other polypeptides.

Table 2 – Predicted biological activities of compounds **7-9** according to the PASS program.

 7-9			
Activity	Pa		
	7	8	9
Membrane integrity agonist	0.933	0.871	0.839
Antileukemic	0.931	0.920	0.923
Antineoplastic (lymphocytic leukemia)	0.609	0.614	0.676
Insulysin inhibitor	0.646	0.608	0.637
Dementia treatment	0.518	-	0.562
Antituberculosic	-	0.511	-

For fluorophenyl derivatives **10-18**, in comparison with their methyl and phenyl analogues, the number of expected activities is significantly narrowed (Table 3). Their activity as inhibitors of various enzymes decreases only to some classes. However, antineurotic activity is detected, which is characteristic of all three fluorophenyl derivatives of 1-methylpiperidin-4-one (**16-18**) and one fluorophenyl derivative of piperidin-4-one (**15**). In the case of antileukemic activity, an interesting dependence of activity on the position of the fluorine atom in the cycle is observed: for all 9 compounds, an increase in activity occurs in the *o*-, *m*-, *p*- chain. In the case of antineoplastic activity, no direct dependence was recorded. In addition to these types of activity, fluorophenyl derivatives **10-18**, as well as their analogs under consideration, potentially have the following types of activity: apoptosis agonist, dementia treatment, membrane integrity agonist, oxygen scavenger, antinociceptive, platelet adhesion inhibitor, antineoplastic (lymphocytic leukemia), phobic disorders treatment.

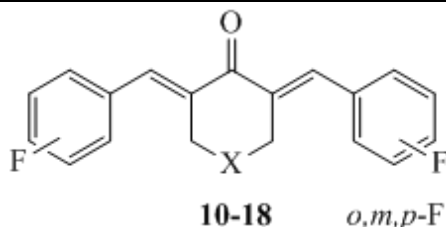
Conclusion

The development of new computer forecasting technologies and their use for assessing probable types of biological activity of chemical compounds opens a real opportunity for a comprehensive study of these substances. This allows for subsequent testing of substances in accordance with the forecast results. Undoubtedly, the results of computer forecasting biological activity using the PASS online system require additional experimental studies and confirmation. However, they provide an opportunity to specifically focus on studying those types of biological activity that are

quite likely to manifest themselves in experiments. Thus, these forecast data can be useful in planning further studies in vitro and in vivo test systems.

Table 3 – Predicted biological activities of compounds **10-18** according to the PASS program.

Activity	Pa*		
	10-12	13-15	16-18
Antileukemic	<i>o</i> - 0.776	<i>o</i> - 0.769	<i>o</i> - 0.815
	<i>m</i> - 0.828	<i>m</i> - 0.837	<i>m</i> - 0.855
	<i>p</i> - 0.869	<i>p</i> - 0.864	<i>p</i> - 0.888
Antineoplastic	<i>o</i> - 0.738	<i>o</i> - 0.707	<i>o</i> - 0.733
	<i>m</i> - 0.719	<i>m</i> - 0.640	<i>m</i> - 0.655
	<i>p</i> - 0.702	<i>p</i> - 0.679	<i>p</i> - 0.702
Antineurotic	-	-	<i>o</i> - 0.516
	-	-	<i>m</i> - 0.516
	-	<i>p</i> -0.537	<i>p</i> - 0.611



The work was carried out within the framework of grant funding from the Ministry of Science and Higher Education of RK AP23484420

References:

1. Kotha R.R., Luthria D.L. Curcumin: Biological, Pharmaceutical, Nutraceutical, and Analytical Aspects // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24(16). – P. 2930. <https://doi.org/10.3390/molecules24162930>
2. Nelson K.M., Dahlin J.L., Bisson J., Graham J., Pauli G.F., Walters M.A. The Essential Medicinal Chemistry of Curcumin // *Journal of Medicinal Chemistry*. – 2017. – Vol. 60(5). – P. 1620-1637. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.6b00975>
3. Zia A., Farkhondeh T., Pourbagher-Shahri A.M., Samarghandian S. The role of curcumin in aging and senescence: Molecular mechanisms // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. – 2020. – Vol. 134. – P. 111119. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.111119>

4. Sadeghi M., Dehnavi S., Asadirad A., Xu S., Majeed M., Jamialahmadi T., Johnston T.P., Sahebkar A. Curcumin and chemokines: mechanism of action and therapeutic potential in inflammatory diseases // *Inflammopharmacology*. – 2023. – Vol. 31(3). – P. 1069-1093. <https://doi.org/10.1007/s10787-023-01136-w>
5. Priyadarsini K. The Chemistry of Curcumin: From Extraction to Therapeutic Agent // *Molecules*. – 2014. – Vol. 19(12). – P. 20091-20112. <https://doi.org/10.3390/molecules191220091>
6. Ravindran J., Prasad S., Aggarwal, B.B. Curcumin and Cancer Cells: How Many Ways Can Curry Kill Tumor Cells Selectively? // *The AAPS Journal*. – 2009. – Vol. 11(3). – P. 495-510. <https://doi.org/10.1208/s12248-009-9128-x>
7. Liu C., Rokavec M., Huang Z., Hermeking H. Curcumin activates a ROS/KEAP1/NRF2/miR-34a/b/c cascade to suppress colorectal cancer metastasis // *Cell Death and Differentiation*. – 2023. – Vol. 30(7). – P. 1771–1785. <https://doi.org/10.1038/s41418-023-01178-1>
8. Belov K., Brel V., Sobornova V., Fedorova I., Khodov I. Conformational Analysis of 1,5-Diaryl-3-Oxo-1,4-Pentadiene Derivatives: A Nuclear Overhauser Effect Spectroscopy Investigation // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2023. – Vol. 24(23). – P. 16707. <https://doi.org/10.3390/ijms242316707>
9. Devasena T., Rajasekaran K.N., Gunasekaran G., Viswanathan P., Menon V.P. Anticarcinogenic effect of bis-1,7-(2-hydroxyphenyl)-hepta-1,6-diene-3,5-dione a curcumin analog on DMH-induced colon cancer model // *Pharmacol. Res.* – Vol. 2003. – 47(2). – P. 133-40. [http://dx.doi.org/10.1016/S1043-6618\(02\)00283-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1043-6618(02)00283-9)
10. Venkateswarlu S., Ramachandra M. S., Subbaraju G.V. Synthesis and biological evaluation of polyhydroxycurcuminoids // *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. – 2005. – Vol. 13(23). – P. 6374-6380. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2005.06.050>
11. Youssef K.M., El-Sherbeny M.A., El-Shafie F.S., Farag H.A., Al-Deeb O.A., Awadalla S.a.A. Synthesis of Curcumin Analogues as Potential Antioxidant, Cancer Chemopreventive Agents // *Archiv Der Pharmazie*. – 2004. – Vol. 337(1). – P. 42-54. <https://doi.org/10.1002/ardp.200300763>
12. Youssef K.M., El-Sherbeny M.A. Synthesis and Antitumor Activity of Some Curcumin Analogs // *Archiv Der Pharmazie*. – 2005. – Vol. 338(4). – P. 181-189. <https://doi.org/10.1002/ardp.200400939>
13. PASS online [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.way2drug.com/PASSOnline/index.php>. — Загл. с экрана.
14. Sahu S.K., Dubey B.K., Tripathi A.C., Koshy M., Saraf S.K. Piperidin-4-one: The Potential Pharmacophore // *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*. – 2013. – Vol. 13(4). – P. 565-583. <https://doi.org/10.2174/1389557511313040009>
15. Tripathi P., Tripathi A.C., Chawla V., Saraf S.K. Syntheses, characterization and evaluation of novel 2,6-diarylpiperidin-4-ones as potential analgesic-antipyretic agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*. – 2014. – Vol. 82. – P. 439-448. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.05.080>
16. Swain R.M., Contreras L., Varela-Ramirez A., Hossain M., Das U., Valenzuela C.A., Penichet M.L., Dimmock J.R., Aguilera R.J. Two novel piperidones induce apoptosis and antiproliferative effects on human prostate and lymphoma cancer cell lines // *Investigational New Drugs*. – 2022. – Vol. 40(5). – P. 905-921. <https://doi.org/10.1007/s10637-022-01266-y>

Поступила 4 июля 2024 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

МРНТИ 12.31.21

УДК 004.9

INNOVATIVE TESTING METHOD COUPLED WITH NEURAL NETWORKS

**Yevstifeyev V.N.¹, Suleimenov I.E.¹, Kabdushev Sh.B.²,
Baipakbayeva S.T.³, Shaltykova D.B.¹**

¹ "Institute "KazNIPIEnergoprom" JSC, Almaty, Kazakhstan

² al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan

³ Mukhametzhan Tynyshbaev ALT University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: yvladimirn@gmail.com

A new approach to the psychological testing of students is proposed, based on pairing the text of a science fiction novel with a neural network. The text of the novel, specially written for this work, is full of hyperlinks, the transitions on which provide a connection with the neural network. More precisely, each link is a neuron of the first layer of the network. When following this link, the state of the neuron changes from zero to one. As a result, a well-defined digital image of the reader interacting with the novel is created, fixed in binary variables and analyzed by the neural network. The text of the novel was deliberately saturated with words and phrases to which links are attached, and which are associated with various aspects of the development of science. In particular, in the first chapter of the novel there are references related to the history of the formation of astronomy and classical mechanics. The action of this chapter takes place in Prague, where the main characters travel through historical places associated with the activities of Tycho Brahe, Kepler and other scientists who have made a significant contribution to the development of science. The training of the neural network was carried out in a standard way, a promising sample was built based on the results of psychological testing of junior university students and high school students. This testing was carried out using standard methods aimed at identifying the inclinations of students and their ability to solve non-standard problems. Control experiments were carried out, proving that this approach really makes it possible to identify young people with increased creative abilities, increased interest in learning, and allows you to determine the inclinations of high school students and develop recommendations for choosing an adequate trajectory of study at the university.

Keywords: *neural network, science fiction, learning trajectory, education quality, digital image, creative abilities, innovative testing.*

Ғылыми-фантастикалық роман мәтінін нейрондық желімен жұптастыруға негізделген студенттерді психологиялық тестілеудің жаңа тәсілі ұсынылады. Бұл жұмыс үшін арнайы жазылған романның мәтіні гиперсілтемелерге толы, олардың ауысуы нейрондық желімен байланысты қамтамасыз етеді. Дәлірек айтқанда, әрбір сілтеме желінің бірінші қабатының нейроны болып табылады. Осы сілтемені басқан кезде нейронның күйі нөлден бірлікке өзгереді. Нәтижесінде романмен өзара әрекеттесетін оқырманның нақты сандық бейнесі жасалады, екілік айнымалыларда жазылады және нейрондық желі арқылы талданады. Романның мәтіні әдейі сілтемелер бекітілген және ғылым дамуының әртүрлі аспектілерімен байланысты сөздер мен сөз тіркестеріне толы. Атап айтқанда, романның бірінші тарауында астрономия мен классикалық

механиканың қалыптасу тарихына қатысты сілтемелер бар. Бұл тарау Прагада өтеді, онда басты кейіпкерлер Тихо Брахе, Кеплер және ғылымның дамуына айтарлықтай үлес қосқан басқа ғалымдардың қызметімен байланысты тарихи орындарды аралайды. Нейрондық желіні оқыту стандартты түрде жүргізілді, перспективалық іріктеу төменгі курс студенттері мен жоғары сынып оқушыларының психологиялық тестілеу нәтижелері негізінде құрылды. Бұл тестілеу студенттердің бейімділігі мен стандартты емес мәселелерді шешуге қабілеттілігін анықтауға бағытталған стандартты әдістерді қолдана отырып жүргізілді. Бұл тәсіл шын мәнінде шығармашылық қабілеті жоғары, оқуға деген қызығушылығы жоғары жастарды анықтауға мүмкіндік беретіндігін дәлелдейтін бақылау эксперименттері жүргізілді, сонымен қатар жоғары сынып оқушыларының бейімділігін анықтауға және ЖОО-да оқытудың барабар траекториясын таңдау бойынша ұсыныстар әзірлеуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: нейрондық желі, ғылыми фантастика, оқу траекториясы, білім сапасы, цифрлық сурет, шығармашылық, инновациялық тестілеу.

Предлагается новый подход к психологическому тестированию студентов, основанный на сопряжении текста научно-фантастического романа с нейронной сетью. Текст романа, специально написанный для этой работы, наполнен гиперссылками, переходы по которым обеспечивают связь с нейронной сетью. Точнее, каждая ссылка – это нейрон первого слоя сети. При переходе по ссылке состояние нейрона меняется с нуля на единицу. В результате создается вполне определенный цифровой образ читателя, взаимодействующего с романом, который фиксируется в бинарных переменных и анализируется нейросетью. Текст романа был намеренно насыщен словами и фразами, к которым привязаны ссылки, связанные с различными аспектами развития науки. В частности, в первой главе романа присутствуют отсылки, связанные с историей становления астрономии и классической механики. Действие этой главы происходит в Праге, где главные герои путешествуют по историческим местам, связанным с деятельностью Тихо Браге, Кеплера и других ученых, внесших значительный вклад в развитие науки. Обучение нейронной сети проводилось стандартным образом, перспективная выборка была построена на основе результатов психологического тестирования студентов младших курсов университетов и старшеклассников. Тестирование проводилось по стандартным методикам, направленным на выявление склонностей студентов и их способности к решению нестандартных задач. Были проведены контрольные эксперименты, доказавшие, что данный подход действительно позволяет выявить молодых людей с повышенными творческими способностями, повышенным интересом к учебе, а также позволяет определить склонности старшеклассников и разработать рекомендации по выбору адекватной траектории обучения в вузе.

Ключевые слова: нейронная сеть, научная фантастика, траектория обучения, качество образования, цифровой образ, творческие способности, инновационное тестирование.

Introduction

Higher education in the Republic of Kazakhstan, as in many other post-Soviet states (in particular, in Russia), has long become widespread. More than 50% of young people from the corresponding age group are students, which is directly confirmed by official statistics [1]. In fact, Kazakhstani universities are faced with a phenomenon that can be called the “challenge of mass character”, to which they have no answer [2].

Kazakh universities are forced to focus on students with an average level of ability. In such conditions, the least advantageous position is occupied by gifted and talented students who really have increased abilities. Universities do not provide for their requests, as a result of which this category of students often loses interest in studying, goes into destructive entrepreneurship, and so on.

Consequently, the task of identifying such students and providing them with the opportunity to independently form the learning path is an acute task. There are all the necessary prerequisites for this, in particular, there are numerous Internet resources, when a talented student can independently receive education, using education at the university, only as a kind of secondary resource. It should be noted that in Kazakhstan, many gifted students really study independently (self-education), formally studying at second-class universities only for the sake of obtaining a formal status [3]. An additional argument in favor of receiving non-formal education in countries such as Kazakhstan is a sharp drop in the quality of education, associated, among other things, with the degradation of teaching staff, which has been taking place for a very long time [4,5].

But for a talented young person to move along such a path, namely, to independently form his own learning path, he first needs to clearly demonstrate that it is expedient to do this, or rather, clearly demonstrate the existence of appropriate opportunities. It is also necessary to provide him with tools that will allow him to objectively assess his own capabilities and his own abilities, i.e., to answer the question - is it worth looking for your own non-trivial path or should you stay within the framework of formal education. A person entering independent non-formal learning must make sure that he is talented enough, and also that he is able to choose his own learning path.

Standard psychological tests used, for example, for the purpose of choosing a profession, are not suitable for solving such a problem. Some of them are focused on identifying a propensity for a particular type of activity [6], others on the ability to find non-standard solutions to various problems [7] (Russian-language resources of this kind are available in the public domain [8]), but the task under consideration requires the implementation of an integrated approach. Such an approach can be implemented using a large set of tests for various purposes, but this requires a very serious work of a professional psychologist of a high qualification, who becomes an academic coach for a particular young person. It is not obvious that many young people are ready to resort to services of this kind. At a minimum, in order to use the tools of academic coaching, young people must be motivated.

Therefore, it is necessary to develop new non-trivial tools aimed at finding an individual response to the "challenge of mass character", which, we emphasize once again, is in dire need of talented students. It is important that the use of such tools is not only useful, but also interesting.

One such tool is proposed in this paper. Specifically, the paper considers a science fiction novel coupled with a neural network, designed to diagnose students in relation to their creative abilities, creativity and ability to make independent decisions. We emphasize that the text of this novel was specially written to solve the problem under consideration.

The ultimate task of this digital technology is to identify individuals for whom it is most appropriate to form their own learning path, including at the level of non-formal education.

This tool is also of interest from the point of view of academic coaching. This area of activity in Kazakhstan is also becoming more and more popular. Specifically, we are talking about the fact that talented young people, for the above reasons (a sharp drop in the quality of higher education, etc.), are forced to look for coaches who could ensure the fullest possible disclosure of their creative potential, including through an adequate selection of an individual learning trajectory.

For the coach to interact effectively with his mentee, he, of course, needs to assess the real capabilities of the service consumer. Classical psychological tests used for this purpose obviously provide incomplete information. From this point of view, the proposed tool is also of interest to coaches, who can get an objective picture of the inclinations and abilities of their potential mentees.

1 Methods: pairing a neural network with the text of a science fiction novel

1.1 Hyperlinks in the text of a novel as the first layer of a neural network

Science fiction in the period of its formation (the era of the Second Industrial Revolution) largely performed the function of popularizing the achievements of science. At present, of course, it is for the most part "sword and magic" literature, but this does not mean that it cannot return to its above-mentioned function.

Popularization of the achievements of science, especially modern achievements of information technology, remains a very important task. Therefore, there is a wide field for activity here. Moreover, there is an opportunity to combine the tools of science fiction with information technology. It is possible to ensure the pairing of a text of any nature with a neural network [9] and further with an artificial intelligence system.

This method is as follows. The text, in this case the text of the novel, is saturated with hyperlinks associated with the highlighted words/terms, the transitions through which reflect the reader's interest in a particular issue. For example, in the novel that was written for this work, there is an episode where the main characters approach the house of Tycho Brahe, located on Novy Svet Street in Prague.

A set of links is attached to this episode, by clicking on which the reader receives information about the life and work of Tycho Brahe himself, a link to a map where this house is in the vicinity of Prague Castle. Among the references is a photograph of the Brahe mansion itself, which currently houses a hotel, as well as a photograph of the monument to T Brahe and Kepler, installed in Prague.

Examples of illustrative material are shown in Figure 1 (a)–(c).

The presented illustrations are intended to emphasize that the text of the novel used is indeed saturated with cognitive material, which brings it closer to digital educational resources with augmented reality, which are currently being actively developed [10].

Each of the links contained in the text is a neuron of the first layer of the network used. If the user has made a transition, then the state of the neuron changes by one. If there was no transition, it remains equal to zero. Thus, as a result of the interaction of the reader with the text, its well-defined digital image is formed, which can then be analyzed using typical neural network methods.

To train the neural network, this work used standard psychological tests [11], including those that allow students to identify the creative abilities of students, and they were also asked to solve several non-standard logical problems from open resources [8].

Figure 2 shows a page from a novel intended for distribution via the Internet. Red circles mark hyperlinks, which are designed to reveal the inclinations of the reader.

An Internet resource built based on a science fiction novel, coupled with a neural network, provides for the formation of a personal account (the corresponding menu item is also shown in Fig. 1), in which the user has the ability to track their clicks on links, as well as see the test results. This resource is currently being developed in test mode.

1.2 The plot of the science fiction novel used: connection with advanced information technology.

The plot of the novel is built on an idea that has a consistent scientific justification. Namely, as shown in works [12-14], the intellect, mind and consciousness of a person have a dual nature: they simultaneously contain both individual and collective components.



(a)



(b)



(c)

Figure 1 – The mansion of Tycho Brahe (a), the monument to Brahe and Kepler in Prague (b), its location on the map (c)



Figure 2 – An example of a novel page containing hyperlinks (links that were clicked by a specific user are highlighted)

The formation of the collective component can also be explained at a qualitative level, without resorting to mathematical calculations. Consider several people entering a conversation. It is customary to say that in this case there is an exchange of information between individuals. In fact, this is an approximation, and a rather rough one at that. There is an exchange of signals between neurons that form a common neural network: in any case, interpersonal communication is seen as an exchange of signals between neurons, even if they belong to different individuals.

The fact that the exchange of information between neurons located in different brains is sporadic does not affect this conclusion. A neural network can also function when communication channels between neurons appear only now of signal transmission. Therefore, it is permissible to assert that humanity forms a global communication neural network, which can be identified with the noosphere, understood according to V.I. Vernadsky.

It is appropriate to emphasize that this conclusion clearly correlates with modern theories that use analogies between complex systems of various nature and neural networks. In [15], a hypothesis was formulated, according to which the Universe can be considered by analogy with a neural network. In [16], it was proved that the universe can also be considered based on a similar analogy. In [17], based on the results obtained in [18,19], it was shown that the neural network approach makes it possible to reveal the mechanisms of neural network evolution, etc. Results of this kind allow us to assert that a complex system of arbitrary nature can be considered by analogy with a neural network, and human society cannot be an exception here, especially since the formation of a common neural network in this case is physically transparent.

The behavior of the collective component of human consciousness has not been sufficiently studied, therefore, there is a wide scope for various kinds of hypotheses, as well as the formation of plot lines in science fiction novels.

Specifically, in the science fiction novel written for this work, the collective component of human consciousness provides the main characters with the opportunity to contact with figures of science and technology from bygone eras, with Tycho de Brahe mentioned above. They directly communicate with the "shadows of the past", with prominent figures of past eras, who, in accordance with the basic hypothesis underlying the plot, do not die to the end, but move into a collective transpersonal information environment (noosphere). This ensures the popularization of modern achievements of science and allows you to identify a tendency to perceive non-trivial ideas of various kinds, in accordance with the above method.

More precisely, the system of hyperlinks is chosen so that it is possible to detect not only the nature of the reader's interest in certain provisions from various branches of science, but also to identify the ability to think outside the box.

This is ensured by the fact that the plot of the novel itself explains very non-trivial ideas related to the dual nature of human consciousness. It becomes possible to detect how often the reader follows those links that reflect aspects of the formation of dual consciousness and the global communication environment (noosphere).

In other words, the selected system of references allows us to analyze whether a particular reader has understood the relevant provisions stated in a popular form, whether he is ready to accept non-trivial ideas, whether he is ready to believe that modern information technologies really allow transforming the world in the most significant way.

Specifically, in the text of the novel (more precisely, in the dialogues of the main characters) links are inserted, including to real scientific works, as well as publications of a philosophical nature. Links are provided to publications that prove that the dual component of human

consciousness is becoming increasingly important for the further development of science and technology, in particular [20,21].

We emphasize that the issue related to the dual nature of human consciousness and intellect, in the future, also acquires a pronounced applied interest.

Namely, as shown in [22], the idea of the dual nature of consciousness allows us to translate the concept of digital immortality into a practical plane.

In the cited work, it was shown that the personality structure is very complex, and its individual components, which are most closely adjacent to the collective consciousness, can be transferred to a digital medium in the foreseeable future. In essence, the solution of this problem is reduced only to the decoding of the algorithm for the functioning of the neural network formed by the brain. Of course, there is no need to talk about the direct implementation of such an approach soon, however, such an idea can certainly inspire people capable of independent creativity.

Accordingly, the indication of interest in relevant concepts can be used to identify those readers who are capable of perceiving non-trivial ideas. We emphasize that this approach is quite justified, since the perception of non-trivial ideas and the ability to generate non-trivial ideas, yourself are closely related.

2 Results and discussion.

To work out the neural network associated with the text of a science fiction novel, volunteers were recruited from among high school students and first-year university students. Initially, more than 230 people expressed their desire to participate in the experiment, but for real testing, 130 volunteers were involved, since a significant part of them had not read the novel in full by the time the experiment was completed.

Intermediate test results are shown in Figure 3, which displays the statistics of clicks on links for a particular user. This statistic was further used by the neural network, which was organized as follows.

The screenshot shows the phpMyAdmin interface. On the left, the database structure for 'science4_civ_db' is visible, including tables like 'books', 'books_chapters', 'books_links', 'books_qrlinks', 'chapters_paragraphs', 'links_clicks', 'qrlinks_clicks', and 'users'. The main window displays a table with the following data:

				id_book	id_user	id_link	count			
<input type="checkbox"/>		Изменить		Копировать		Удалить	2	21	1217	1
<input type="checkbox"/>		Изменить		Копировать		Удалить	2	21	1218	1
<input type="checkbox"/>		Изменить		Копировать		Удалить	2	21	1219	1
<input type="checkbox"/>		Изменить		Копировать		Удалить	2	21	1220	1
<input type="checkbox"/>		Изменить		Копировать		Удалить	2	21	1221	1
<input type="checkbox"/>		Изменить		Копировать		Удалить	2	21	1222	1
<input type="checkbox"/>		Изменить		Копировать		Удалить	2	21	1223	1
<input type="checkbox"/>		Изменить		Копировать		Удалить	2	21	1224	1
<input type="checkbox"/>		Изменить		Копировать		Удалить	2	21	1225	1
<input type="checkbox"/>		Изменить		Копировать		Удалить	2	21	1226	1

Figure 3 – Statistics of transitions in the database

For the classification problem, we used a multilayer perceptron model with two hidden layers of 128 neurons each. The ReLu function was used as the activation function on the hidden layers, and the cross entropy was used as the error function. We also added a Dropout layer to prevent model overfitting.

In order to turn the output values of the neural network into the probability that the input object belongs to a particular class, the soft-max function was used. At the input we will submit the data obtained during the experiment, at the output there are 6 output neurons. As an optimizer, we used not the usual stochastic gradient descent, but its modification ADAM - Adaptive Moment Estimation. The accuracy is approximately 0.8857.

The results of testing carried out using this neural network are displayed on diagrams, a specific example is shown in Figure 4.

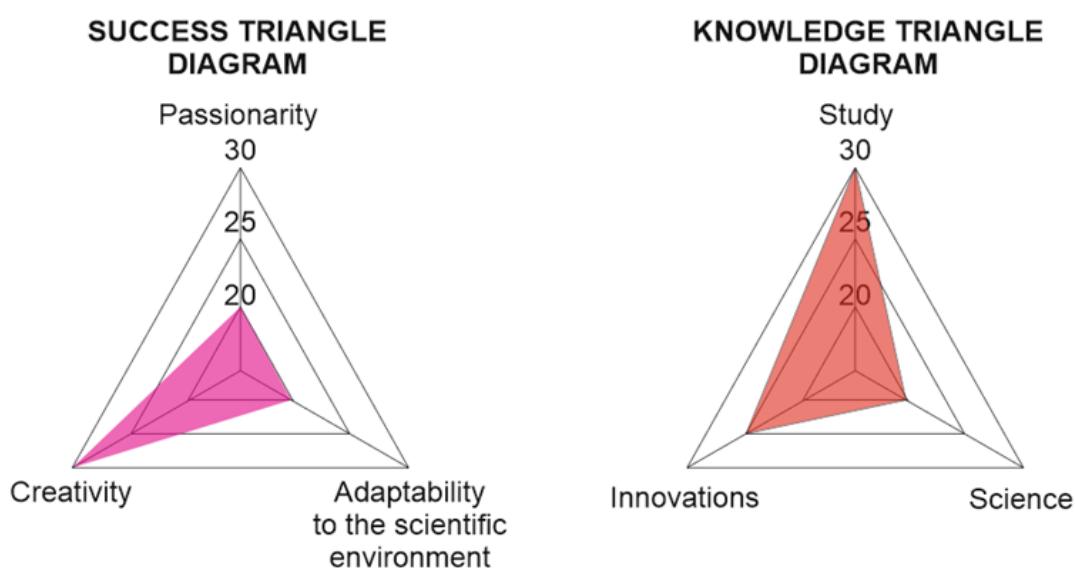


Figure 4 – Example of test results

These diagrams are like those proposed in [9].

The most significant, from the point of view of assessing the possibility of choosing non-formal education, is a variable called passionarity.

This term is not generally accepted, but it is gaining more and more supporters, including in the field of education, because it reflects the focus on success, the ability to overcome difficulties.

From our point of view, for students studying at Kazakhstani universities, passionarity is extremely important, since any talented student will have to overcome the significant resistance of the conservative environment oriented towards the average level, and this concerns overcoming the resistance of the environment formed not only by students, but also by teachers. As emphasized in works [2,3], Kazakh teachers are oriented mainly to the average level, and often have an extremely negative attitude towards those students who are talented.

Accordingly, a diagram that reflects the potential success of a student focused on non-formal education cannot but contain parameters that reflect these factors. The other two variables on the left side of Figure 4 are self-explanatory, one being the capacity for creativity and the other being adaptability to the existing science and technology community. We emphasize that adaptability and

passionarity, in essence, are not diametrically opposed personality characteristics. A passionate personality, aimed at a very definite success, very often can really show increased adaptability to the prevailing conditions in order to achieve a specific goal.

The second part of Figure 4 reflects the user's ability to navigate the scientific and technical environment formed at the university. There are three axes here, one of them is related to one's own learning, the other is related to doing science, and the third is related to participation in innovative activities.

This approach fully complies with the concept of the knowledge triangle, according to which education at universities, in modern conditions, should be based on the modernized Humboldt principle. Recall that, in accordance with the Humboldt principle, education at the university should be inextricably linked with the pursuit of science. This was the basis of the classical universities during their heyday. In modern conditions, however, it is necessary to raise the question of modernizing this principle and supplementing it with a component related to the participation of students in the generation of innovations. The ability of a particular user to each of these varieties is reflected on the right side of Figure 4.

References:

1. Jonbekova D. The diploma disease in Central Asia: students' views about purpose of university education in Kazakhstan and Tajikistan // *Studies in Higher Education*. – 2020. – Т. 45, № 6. – P. 1183-1196. – DOI: <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1628199>.
2. Mun G., Masalimova A., Suleymenova K., Tasbulatova Z., Vituleva Y., Suleimenov I. Von Humboldt principles and the realities of post-Soviet universities // *Bulletin of KazNU. Philosophy, Cultural Studies and Political Science Series*. – 2019. – № 69 (3). – P. 21-30.
3. Suleimenov I.E., Vitulyova Ye.S., Bakirov A.B., Kabdushev Sh.B., Yegemberdieva Z., Mun G.A. The use of artificial intelligence systems in higher education: in search of an answer to the "challenge of mass character" // *Proceedings of the Scientific and Technical Society "KAHAK"*. – 2019. – № 4 (67). – P. 39.
4. Suleimenov I.E., Guichard J. P., Baikenov A.S., Obukhova P.V., Suleimenova K. Degradation of Higher Education in Kazakhstan as an example of post-transitional crisis // *International Letters of Social and Humanistic Sciences*. – 2015. – № 54. – P. 26-33.
5. Suleimenova K.I., Obukhova P.V., Shalytkova D.B., Suleimenov I.E. Post-transition period and quality of higher education: ways to overcome the crisis phenomena // *International Letters of Social and Humanistic Sciences*. – 2013. – № 8(8). – P. 49-56.
6. Career Test. Truity URL: <https://www.truity.com/test/holland-code-career-test> (date of reference: 15.07.2024).
7. URL: <https://creativityboost.net/creative-challenges/> (date of reference: 15.07.2024).
8. URL: <https://ustaliy.ru/test-na-kreativnoe-myshlenie-proverte-svoyu-logiku-i-erudicziyu/> (date of reference: 15.07.2024).
9. Kabdushev S., Shalytkova D., Vitulyova Y., Bakirov A., Suleimenov I. Neural Network Technology for Choosing a Learning Path // In 2023 15th International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE). – 2023. – P. 13-16.
10. Lindner C., Rienow A., Jürgens Ca. Augmented Reality applications as digital experiments for education – An example in the Earth-Moon System // *Acta Astronautica*. – 2019. – Т. 161. – P. 66-74. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.05.025>.
11. URL: <https://www.kellogg.northwestern.edu/faculty/uzzi/ftp/page176.html> (date of reference: 15.07.2024).

12. 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 intelligences essence // Bulletin of Electrical Engineering and Informatics. – 2022. – № 11(1). – P. 510-520.
13. 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. – Т. 946, № 1. – P. 012004.
14. Bakirov A.S., Vitulyova Y.S., Zotkin A.A., Suleimenov I.E. Internet users’ behavior from the standpoint of the neural network theory of society: prerequisites for the meta-education concept formation // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. – 2021. – Т. XLVI-4/W5-2021. – P. 83-90. – DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-4-W5-2021-83-2021>.
15. Vanchurin V. The World as a Neural Network // Entropy. – 2020. – № 22(11). – P. 1210. – DOI: <https://doi.org/10.3390/e22111210>.
16. Suleimenov I.E., Bakirov A.S., Niyazova G., Shaltykova D.B. University as an analogue of the neural network // E3S Web of Conferences. – 2021. – № 258. – P. 07056. – DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125807056>.
17. Mun G.A., Moldakhan I., Serikbay A.M., Kaldybekov D., Suleimenov I.E., Park K. Hydrophilic interpolymer associates—the key to solving the problem of pre-biological evolution // International Journal of Biology and Chemistry. – 2020. – № 13(1). – P. 4-13.
18. Budtova T.V., Suleimenov I.E., Frenkel Ya. Interpolymer complex formation of some nonionogenic polymers with linear and crosslinked polyacrylic acid // Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry. – 1994. – № 32(2). – P. 281-284.
19. Suleimenov I., Güven O., Mun G., Beissegul A., Panchenko S., Ivlev R. The formation of interpolymer complexes and hydrophilic associates of poly (acrylic acid) and non-ionic copolymers based on 2-hydroxyethylacrylate in aqueous solutions // Polymer International. – 2013. – № 62(9). – P. 1310-1315.
20. Seth A.K., Bayne T. Theories of consciousness // Nature Reviews Neuroscience. – 2022. – Т. 23. – С. 439-452.
21. Melloni L., Mudrik L., Pitts M., Koch C. Making the hard problem of consciousness easier // Science. – 2021. – Т. 372, № 6545. – P. 911-912. – DOI: <https://doi.org/10.1126/science.abj3259>.
22. Gabrielyan O.A., Vitulyova Ye. S., Suleimenov I. E. Multi-valued logics as an advanced basis for artificial intelligence // Wisdom. – 2022. – № 1(21). – С. 170-181.
23. 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. – Т. 19, № 2. – P. 39-51.
24. Bakirov A., Suleimenov I., Vitulyova Y. To the Question of the Practical Implementation of “Digital Immortality” Technologies: New Approaches to the Creation of AI // Proceedings of the Future Technologies Conference. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2023. – Т. 559. – P. 368-377. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-18461-1_25.

Поступила 7 июня 2024 г.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

МРНТИ 76.01

УДК 614.2

ЭСТЕР ПАК – первая женщина-врач в Корее

Ким И.К.

e-mail: kasaira@mail.ru

В статье приводится история жизни Эстер Пак, первой кореянки, получившей диплом врача и степень доктора медицины в США. Помимо врачебной практики и педагогической деятельности она занималась благотворительностью. Она окончила Балтиморский медицинский колледж. Эстер Пак работала в первой в Корее женской больнице «ПокуЕгван» в Сеуле. Она была награждена серебряной медалью короля Коджон за развитие образования. Эстер Пак внесла огромный вклад в развитие корейской медицины. В 2008 г. университет Ихва учредил медаль имени Эстер Пак для женщин-докторов.

Ключевые слова: Медицина, больница, образование, медаль, лечение, доктор, просветительская деятельность.

Мақалада АҚШ-та дәрігер дәрежесі мен медицина ғылымдарының докторы дәрежесін алған алғашқы корей әйелі Эстер Пактың өмір тарихы келтірілген. Ол медициналық практика мен педагогикалық қызметтен басқа қайырымдылықпен айналысты. Ол Балтимор медициналық колледжін бітірді. Эстер Пак Кореядағы Сеулдегі алғашқы «ПокуЕгван» әйелдер ауруханасында жұмыс істеді. Ол білім беруді дамытқаны үшін Король Коджонның күміс медалімен марапатталды. Эстер Пак корей медицинасының дамуына үлкен үлес қосты. 2008 жылы Ихва университеті әйелдер дәрігерлеріне арналған Эстер Пак медалін құрды.

Түйінді сөздер: Медицина, аурухана, білім, медаль, емдеу, дәрігер, білім беру қызметі.

The article tells the life story of Esther Park, the first Korean woman to receive a medical degree and an M.D. in the United States. In addition to medical practice and teaching, she was involved in charity work. She graduated from the Baltimore College of Medicine. Esther Park worked at the first women's hospital in Korea, Poku Yeogwan, in Seoul. She was awarded the King Gojong Silver Medal for the development of education. Esther Park made a huge contribution to the development of Korean medicine. In 2008, Ewha University established the Esther Park Medal for women doctors.

Keywords: Medicine, hospital, education, medal, treatment, doctor, educational activities.

Эстер Пак, урожденная Ким Чон Дон – это первая кореянка, получившая диплом врача и степень доктора медицины в США. Помимо лечебной, научной и педагогической деятельности, она также уделяла много сил и времени благотворительности.

Она родилась в 1877 году в Сеуле в бедной семье и была третьей по счету из четырех дочерей. Ее семья в числе первых приняла протестантскую веру, и это во многом определило судьбу Эстер. В конфуцианской Корее считалось, что женщина должна заниматься лишь домашним бытом и полностью подчиняться мужчине. Сначала отцу, потом – мужу, в случае смерти мужа – старшему сыну.

Интеллектуальной деятельностью могли заниматься только мужчины. Дочери аристократов получали образование, но лишь для воспитания в них необходимых моральных качеств и объяснения обязанностей по ведению домашнего хозяйства и проведению ритуалов. Чтение иных книг, литературная и другие интеллектуальные занятия расценивались как неприличное выставление себя напоказ, мешающее выполнению домашних обязанностей.

Отец Ким Чон Дон некоторое время работал с христианскими миссионерами и под их влиянием отправил дочь учиться в западную школу Ихва. Сейчас женский университет Ихва является одним из ведущих университетов страны.

Стоит отметить, что в Корее отдельные государственные женские школы с трех-летним сроком обучения начали возникать, начиная с 1908 года, а система государственных школ для девочек была учреждена уже после смерти Ким Чон Дон в 1911 году декретом японского генерал-губернатора. Причем образование для женщин не являлось обязательным.

Ким Чон Дон блестяще удавалось изучение иностранных языков и точных наук. В возрасте 15 лет она начала подрабатывать переводчиком у иностранцев. Талантливая девушка особенно сблизилась с американской миссионеркой Розеттой Шервуд-Холл. Розетта была дипломированным медиком и основала несколько больниц и медицинских школ в Корее. Чон Дон могла неоднократно наблюдать, как она со своим супругом – доктором Уильямом Холлом успешно лечат многие тяжелые заболевания, считавшиеся неизлечимыми.

Девушка стала мечтать о медицинской карьере, что в тогдашней Корее казалось неосуществимой мечтой. Американские миссионеры небезосновательно считали, что корейские женщины сильно страдают от конфуцианских запретов и объясняли юной переводчице, что она имеет право на образование наравне с мужчинами.

Розетта Шервуд-Холл предложила своей переводчице поехать учиться в США. Родители поставили дочери условие, что она не должна покидать школу и уезжать в США до брака. Поэтому Ким Чон Дон приняла решение выйти замуж за Пак Ю Сана, который был помощником доктора Уильяма Холла.

Их свадьба была первой в Корее, проведенной по западному образцу. После свадьбы она приняла имя Эстер, данное ей при крещении и фамилию мужа - Пак. Ранее корейки никогда не брали фамилию мужа, но это было веянием западной моды.

Вскоре после свадьбы молодые супруги уехали в США, где Эстер начала учиться в Балтиморском медицинском колледже. Сейчас это часть университета Джона Хопкинса – одного из ведущих американских университетов. А муж устроился работать сельскохозяйственным рабочим на ферму, чтобы оплачивать ее обучение. Он был простым



крестьянином, но любил Эстер и поддерживал ее желание стать врачом. К сожалению, он тяжело заболел и умер от туберкулеза незадолго до ее выпуска.

В 1900 г. Эстер отлично сдала все экзамены и стала доктором медицины. Вернувшись в Корею, она начала работать в первой в стране женской больнице «Поку Егван» в Сеуле. Потом переехала в Пхеньян, где ее покровительница - Шервуд-Холл открыла новую больницу.

Эстер работала на износ. Занималась лечением многочисленных пациентов, организовывала эпидемиологические мероприятия по борьбе с эпидемией холеры, обучала первое поколение корейских медсестер, переводила для них медицинские учебники на родной язык, занималась научно-исследовательской и просветительской деятельностью. Уделяла много времени благотворительности. При этом она была личным врачом королевы и высокопоставленных аристократок.

В 1909 году во дворце Кенхигун прошло чествование Эстер Пак и двух других кореянок, ставших первыми в образовании: Ха Ран Са – первого бакалавра в области литературы и Юн Чан Вон – первой кореянки выпускницы японского университета Мэйдзи. Король Коджон вручил Эстер Пак серебряную медаль.

Она умерла в 1910 году в возрасте 36 лет от воспаления легких, прожив недолгую, но яркую жизнь; внесла огромный вклад в развитие корейской медицины.

Эстер намного опередила свое время. Впервые критика конфуцианских идей о подчиненном положении женщины, пропаганда права на свободную любовь и самостоятельный выбор спутника жизни прозвучала в 1920-1930 гг., когда в корейском обществе образовалась группа образованных «новых женщин» («синеджа»). Однако в обществе к ним сложилось критическое отношение. Таких женщин нигде не брали на работу, соответствующую их знаниям и умениям, поэтому многие из них были вынуждены становиться моделями или артистками. А это вызывало ассоциации с профессией кисен – образованных куртизанок.

По-настоящему значимый рост политических и экономических возможностей женщин начался только с момента создания южнокорейской государственности.

В 2006 г. Корейская академия наук ввела Эстер Пак в Корейский зал славы науки и техники.

В 2008 г. университет Ихва учредил медаль имени Эстер Пак, которой отмечает заслуги женщин, закончивших университет и ставших докторами.

Поступила 10 июля 2024 г.

СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ

МРНТИ 12.09.07

УДК 378

**CAREER DEVELOPMENT LEARNING:
PECULIARITIES OF APPLICATION IN KAZAKHSTAN**

Yevstifeyev V.N.¹, Vitulyova Ye.S.², Suleimenov I.E.¹

¹ *Institute "KazNIPIEnergoprom" JSC, Almaty, Kazakhstan*

² *National scientific laboratory for collective use of Information and space technologies (NSLCIST)*

KazNTU named after K.I. Satpayeva, Almaty, Kazakhstan

e-mail: yvladimirn@gmail.com

It is shown that the mass character of higher education in Kazakhstan makes a significant decline in its quality inevitable and irreversible. This, in turn, makes it relevant to develop specific tools of career development learning, capable of dampening the existing negative trends. It is shown that Kazakhstani schoolchildren and students should be taught not only to choose a learning path in the usual sense of the term, but also to choose an educational environment. It is shown that the factor of youth environment in universities in modern Kazakhstan often becomes a determining factor in terms of obtaining genuine qualifications. At the same time, the most suffering group are gifted young people who are not given the opportunity to reveal their talent. In the conditions of mass higher education, Kazakhstani universities have de facto ceased to form an environment that meets the university spirit and promotes the professional growth of gifted students. Therefore, the solution to this problem should be sought in the formation of civil society institutions that are able to ensure the creation of teams of talented students, in which a communication environment is formed that meets the spirit of knowledge and creativity. The formation of such collectives is considered, among other things, from the point of view of the dual nature of human consciousness and intellect, which allows us to raise the question of using the resources of the professional collective unconscious. The importance of combining the promotion of the DEI concept in Kazakhstan with the formation of civil society institutions that solve the above-mentioned task is also considered.

Keywords: *career development learning, communication space, quality of education; professional collective unconscious, suprapersonal level of information processing, mass character of higher education, DEI.*

Қазақстанда жоғары білімнің жаппай сипаты оның сапасының айтарлықтай төмендеуін сөзсіз және қайтымсыз ететіні көрсетілген. Бұл, өз кезегінде, нақты құралдарды әзірлеуді өзекті етеді мансаптық өсуге үйрету, қолданыстағы жағымсыз тенденцияларды демпферлеуге қабілетті. Қазақстандық оқушылар мен студенттерді осы терминді әдеттегі мағынада оқыту траекториясын таңдауға ғана емес, сонымен қатар білім беру ортасын таңдауға да үйрету керек екендігі көрсетілген. Қазіргі Қазақстандағы университеттердегі жастар ортасының факторы көбінесе шынайы біліктілік алу тұрғысынан айқындаушы болып табылатыны көрсетілген. Сонымен қатар, ең азап шеккен топ-дарынды жастар, олар өздерінің таланттарын ашуға мүмкіндік бермейді. Жаппай жоғары білім беру жағдайында қазақстандық университеттер іс жүзінде университет рухына сәйкес келетін және дарынды студенттердің кәсіби өсуіне ықпал ететін

ортаны қалыптастыруды тоқтатты. Сондықтан бұл мәселенің шешімін білім мен шығармашылық рухына жауап беретін коммуникациялық орта қалыптасатын дарынды студенттер ұжымын құруды қамтамасыз ете алатын азаматтық қоғам институттарының қалыптасу жазықтығынан іздеу керек. Мұндай ұжымдардың қалыптасуы, соның ішінде адамның санасы мен интеллектінің дуальды табиғаты тұрғысынан қарастырылады, бұл кәсіби ұжымдық бейсаналық ресурстарды пайдалану туралы мәселе қоюға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, Қазақстанда DEI тұжырымдамасын ілгерілетуді жоғарыда аталған міндетті шешетін азаматтық қоғам институттарын қалыптастырумен ұштастырудың маңыздылығы қарастырылуда.

Түйінді сөздер: мансаптық өсу, коммуникациялық кеңістік, білім сапасы, кәсіби ұжымдық бейсаналық, ақпаратты өңдеудің тұлғадан тыс деңгейі, жоғары білімнің жаппай сипаты, DEI (әртүрлілік, теңдік және қосу).

Показано, что массовый характер высшего образования в Казахстане делает неизбежным и необратимым существенное падение его качества. Это, в свою очередь, делает актуальным разработку специфических инструментов обучение карьерному росту, способным демпфировать существующие негативные тренды. Показано, что казахстанских школьников и студентов следует обучать не только выбору траектории обучения в обычном понимании этого термина, но и выбору образовательной среды. Показано, что фактор молодежной среды в университетах в современном Казахстане зачастую становится определяющим с точки зрения получения подлинной квалификации. При этом наиболее страдающей группой являются одаренные молодые люди, которым не предоставляется возможность раскрыть свой талант. В условиях массового высшего образования казахстанские университеты де-факто перестали формировать среду, отвечающую университетскому духу, и способствующую профессиональному росту одаренных студентов. Поэтому решение данной задачи следует искать в плоскости формирования институтов гражданского общества, способных обеспечить создание коллективов талантливых студентов, в которых формируется коммуникационная среда, отвечающая духу познания и творчества. Формирование таких коллективов рассматривается, в том числе, с точки зрения дуальной природы сознания и интеллекта человека, что позволяет ставить вопрос об использовании ресурсов профессионального коллективного бессознательного. Рассматривается также важность сочетания продвижения концепции DEI в Казахстане с формированием институтов гражданского общества, решающих указанную выше задачу.

Ключевые слова: обучение карьерному росту, коммуникационное пространство, качество образования, профессиональное коллективное бессознательное, надличностный уровень переработки информации, массовый характер высшего образования, DEI (Разнообразие, равенство и включение).

Қазақстанда жоғары білімнің жаппай сипаты оның сапасының айтарлықтай төмендеуін сөзсіз және қайтымсыз ететіні көрсетілген. Бұл, өз кезегінде, нақты құралдарды әзірлеуді өзекті етеді мансаптық өсуге үйрету, қолданыстағы жағымсыз тенденцияларды демпферлеуге қабілетті. Қазақстандық оқушылар мен студенттерді осы терминді әдеттегі мағынада оқыту траекториясын таңдауға ғана емес, сонымен қатар білім беру ортасын таңдауға да үйрету керек екендігі көрсетілген. Қазіргі Қазақстандағы университеттердегі жастар ортасының факторы көбінесе шынайы біліктілік алу тұрғысынан айқындаушы болып табылатыны көрсетілген. Сонымен қатар, ең азап шеккен топ-дарынды жастар, олар өздерінің таланттарын ашуға мүмкіндік бермейді. Жаппай жоғары білім беру жағдайында қазақстандық университеттер іс жүзінде университет рухына сәйкес келетін және дарынды студенттердің кәсіби өсуіне ықпал ететін ортаны қалыптастыруды тоқтатты. Сондықтан бұл мәселенің шешімін білім мен шығармашылық рухына жауап беретін коммуникациялық орта қалыптасатын дарынды студенттер ұжымын құруды қамтамасыз ете алатын азаматтық қоғам институттарының қалыптасу жазықтығынан іздеу керек. Мұндай ұжымдардың қалыптасуы, соның ішінде адамның санасы мен интеллектінің

дуальды табиғаты тұрғысынан қарастырылады, бұл кәсіби ұжымдық бейсаналық ресурстарды пайдалану туралы мәселе қоюға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, Қазақстанда DEI тұжырымдамасын ілгерілетуді жоғарыда аталған міндетті шешетін азаматтық қоғам институттарын қалыптастырумен ұштастырудың маңыздылығы қарастырылуда.

Түйінді сөздер: мансаптық өсу, коммуникациялық кеңістік, білім сапасы, кәсіби ұжымдық бейсаналық, ақпаратты өңдеудің тұлғадан тыс деңгейі, жоғары білімнің жаппай сипаты, DEI (әртүрлілік, теңдік және қосу).

Introduction

Both at the level of the general public and at the level of mass media it is currently recognized that both higher and secondary education in Kazakhstan is in an acute and protracted crisis. The opinion of Senator Beibit Isabayev reflected in the publication [1] is indicative in this respect. According to his data, annually 30% of young specialists who graduated from universities and colleges remain unemployed. One third of those who do find a job are not employed in their specialty, with low qualifications and wages. Since the publication of the cited note, the situation has only worsened [2].

Moreover, the crisis of higher education in Kazakhstan has been talked about for many years [3], various facets of this phenomenon are discussed in the literature [4], but despite the serious enough efforts of the relevant ministries and departments, it is not possible to correct the state of affairs.

There is every reason to believe that the crisis under consideration is associated with the causes of systemic nature, which cannot be overcome by administrative methods.

Namely, it was noted in [5] that higher education in Kazakhstan has become mass. This is confirmed by the data of official statistics, according to which about half of young people from the relevant age group are students. The corresponding graph based on the data [6] is presented in Fig. 1. The coefficient of gross enrollment in higher education is defined as the ratio of the number of students studying at universities, as well as organizations of technical and vocational education (regardless of age), to the total population aged 18 to 22 years.

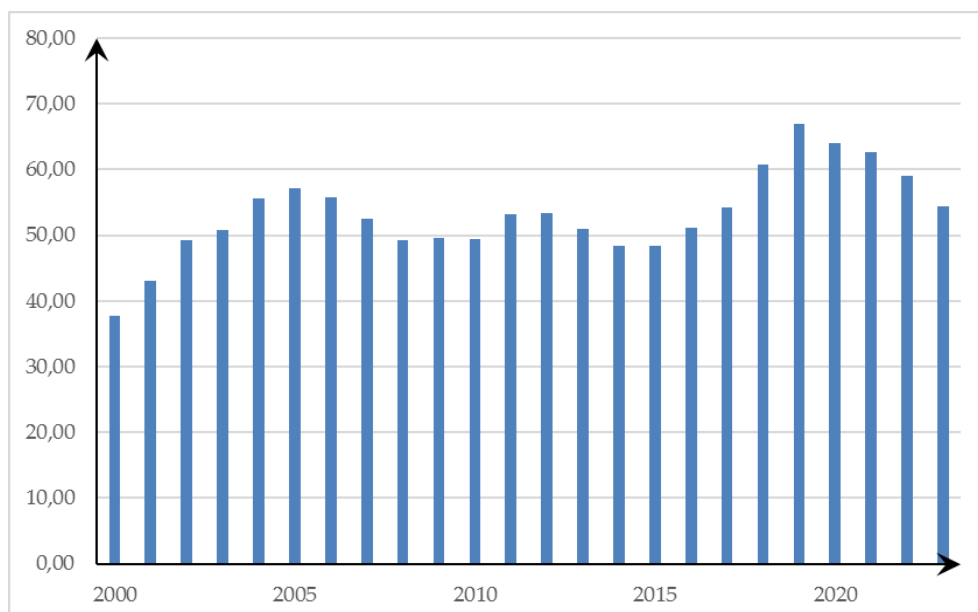


Figure 1 – Gross enrollment in higher education in Kazakhstan, % (according to [6])

The same fact is demonstrated in Fig. 2, which shows the absolute number of students in Kazakhstan (left axis) and the number per thousand inhabitants (right axis).

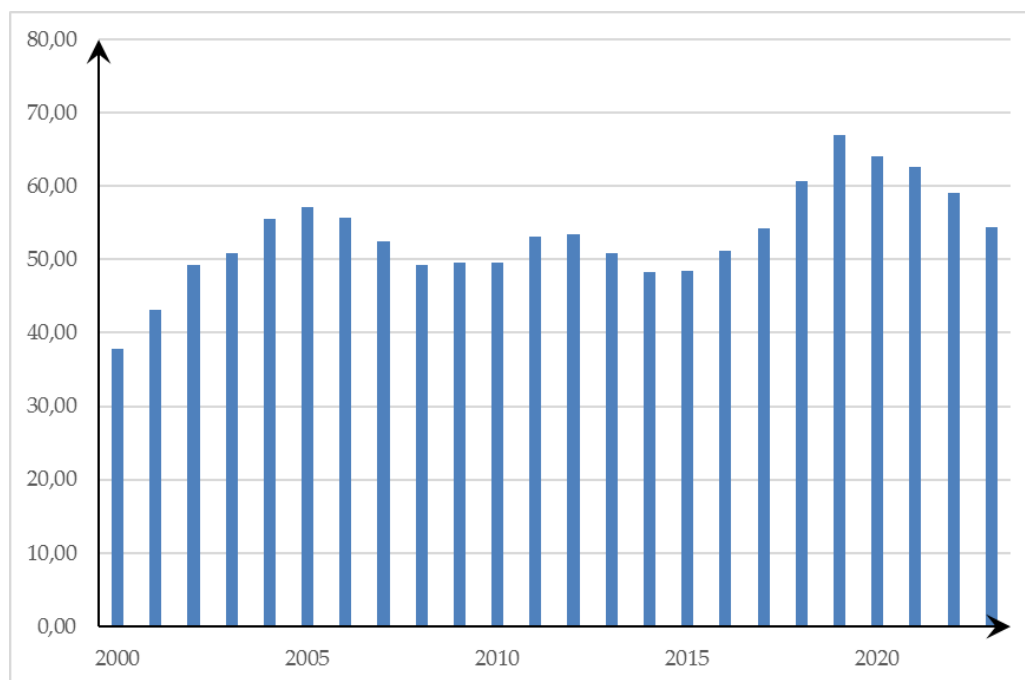


Figure 2 – The number of students in Kazakhstan; the left axis (blue color) - absolute values, the right axis (red color) - the number per thousand inhabitants (according to [6])

Another illustration of the above is Fig. 3, which shows the dynamics of changes in the number of universities in Kazakhstan for the period from 2005 to 2018. Note that the population in Kazakhstan only by 2024 has reached the value of 20 million people. For comparison, we note that in the same period of time in the UK there were 89 universities per 60.4 million people, and in Finland there were 20 universities per 5.2 million people.

Such a large number of persons formally receiving higher education, obviously does not meet the real needs of the economy of Kazakhstan. Overabundance of persons receiving formal diplomas could not but lead to its “devaluation”, which is the case in practice.

This paper shows that the mass character of higher education in Kazakhstan is conditioned by objective socioeconomic reasons, including the factor of socio-psychological inertia. Consequently, it is not necessary to expect that one or another administrative, legislative and other measures of this kind can lead to positive results.

Under such conditions, the issue of Career Development Learning becomes more than relevant. The student (or future student) needs to be provided with tools that will enable him/her to obtain a truly higher education at a time when universities are in a deep and protracted crisis.

The detailed implementation of such tools is, of course, beyond the scope of a separate paper.

We see our task in developing the foundations of the concept that will allow their realization in the conditions of Kazakhstan.

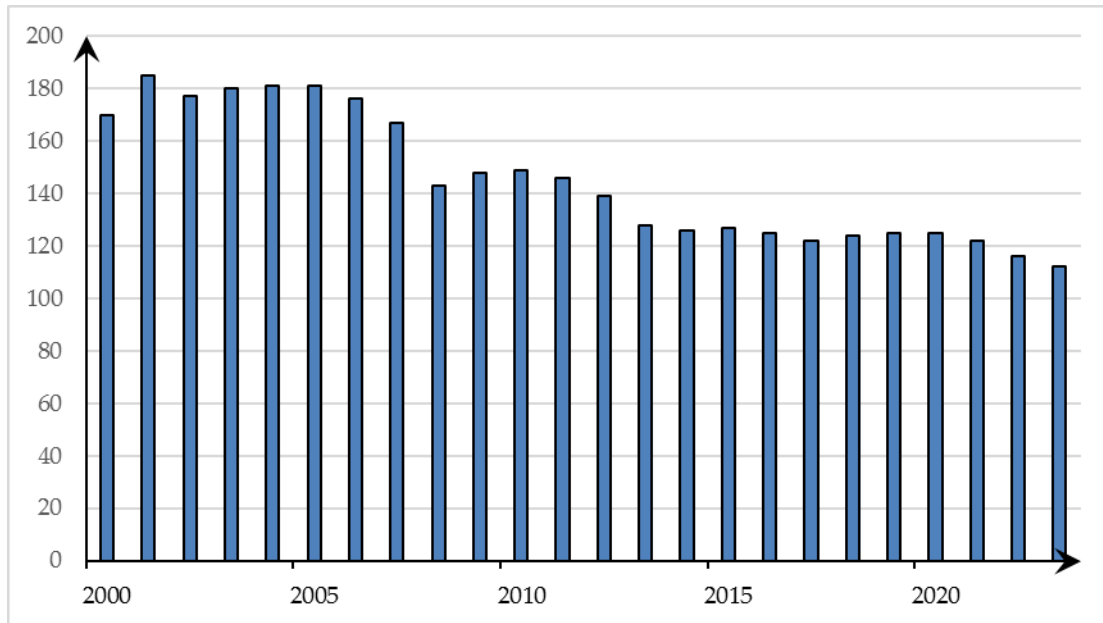


Figure 3 – Dynamics of change in the number of universities in Kazakhstan for the period from 2000 to 2023 (according to [6])

Under such conditions, the issue of Career Development Learning becomes more than relevant. The student (or future student) needs to be provided with tools that will enable him/her to obtain a truly higher education at a time when universities are in a deep and protracted crisis.

The detailed implementation of such tools is, of course, beyond the scope of a separate paper.

We see our task in developing the foundations of the concept that will allow their realization in the conditions of Kazakhstan.

Section 2 of this paper proves that the mass character of higher education in Kazakhstan is indeed due to objective reasons, and that this factor could not but lead to the degradation of Kazakhstani higher education.

Section 3 proves that the crisis of higher education in Kazakhstan most negatively affects the most talented students. It is also proved that, due to objective reasons, it is such students (and their families) that can ensure the formation of civil society institutions capable of resisting both the emerging crisis trends and the “dictatorship of bureaucracy”.

Section 4 considers objectively emerging processes that can be used as a basis for the development of tools that can counteract emerging crisis trends.

Section 5 considers specific measures and ideas to ensure the formation of the abovementioned institutions of civil society. The important role of the DEI concept for this task is also emphasized.

Mass character of higher education in Kazakhstan: objective prerequisites for the degradation of Kazakhstani universities

The mass character of higher education in Kazakhstan is largely due to historical reasons. Fig. 4 shows the dynamics of the increase in the number of students in the former USSR [7].

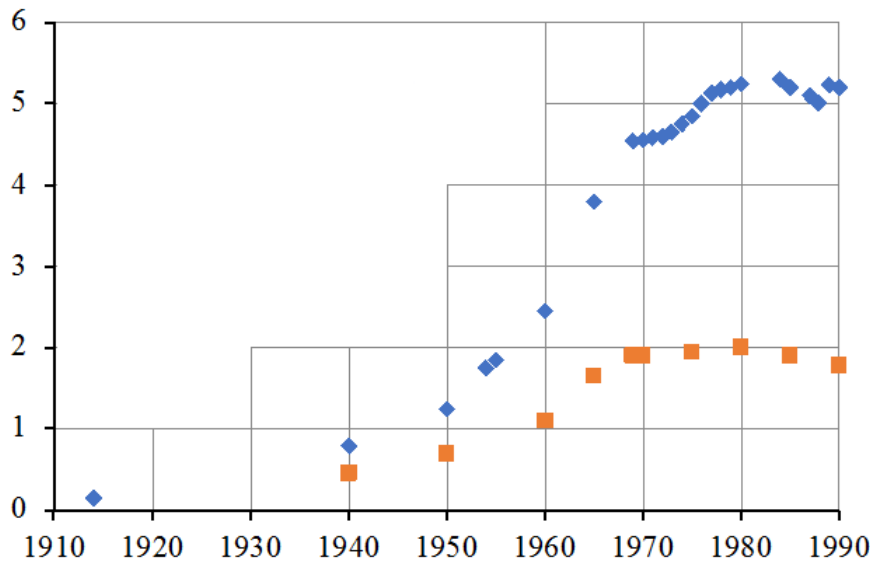


Figure 4 – The number of students studying in higher education institutions of the USSR (by year), (Blue – Total, million people; Orange – per 100 population)

This graph allows for various interpretations. For example, we can say that in the Soviet Union the most diverse segments of the population had access to higher education, etc. One can agree with these statements, one can debate them, but in fact the point is quite different. There has been an explosive growth in the number of people receiving higher education all over the world. And this has nothing to do with ideology, it has to do with much more serious reasons.

Namely, by the beginning of the XX century, the stage of the second Industrial Revolution was largely completed. To illustrate this point, we can point to some obvious circumstances. In just half a century, at the turn of the 19th and 20th centuries, all the formats of life in the main European countries had changed dramatically. Electricity and sewerage came to the houses, electric lighting appeared in cities, motor transport began to work steadily, radio appeared, man took to the air, etc. [7].

During this historical period, political elites of the most developed countries realized how important for geopolitical competition is the growth of personnel receiving higher education. The processes, the nature of which is demonstrated in Fig. 3, were taking place all over the world during the 20th century. In particular, it became clear that to win a war, it is not enough to have an appropriate number of soldiers and officers. It is important to win the scientific and technological race. As a result, the widest layers of the population were involved in the sphere of higher education.

This led to the formation of quite a certain stereotype of thinking, especially in countries such as Kazakhstan, formerly part of the USSR. Namely, the population of Kazakhstan considered and considers (and in the foreseeable future will consider) higher education, first of all, as a social elevator. The overwhelming majority of families, especially those belonging to the titular nationality, consider higher education almost mandatory for their offspring. Kazakhstani people sincerely continue to believe that higher education creates for their children a certain springboard

for future career, although this is far from being true - it is the inertia of public consciousness that affects them.

It is this factor that forced the political leadership of Kazakhstan (under the pressure of public opinion) to consider the issue of enrollment in universities mainly through the prism of social expectations. In particular, a very complex system of unified national testing (UNT) was introduced, designed to assess the knowledge of entrants in a single standard for the whole country. This system has been repeatedly criticized [8], however, the political leadership of Kazakhstan insists on its preservation. The main argument in favor of its preservation is to counter corruption in higher education. The scale of this phenomenon in Kazakhstan, unfortunately, is more than significant, and this problem is really quite acute [9].

The same factor determines more than a significant number of places in Kazakhstani universities. Their reduction to the level that meets the real needs of the economy will lead to a multiple growth of corruption manifestations.

Thus, the established sociopsychological stereotypes of the population of Kazakhstan are the main factor that leads to the mass character of higher education in this country.

This factor, in turn, leads to a sharp decline in the quality of higher education. The mechanism of its degradation has a complex character.

In particular, the extremely low level of financing of universities (caused, among other things, by their large number) makes their leaders more than loyal to weak and lazy students, since the inflow of funds to the university depends on the number of the latter.

One of the components of the crisis under consideration is also a significant drop in the quality of teaching staff (faculty), which is clearly demonstrated by Fig. 5, which shows the dynamics of changes in the number of teaching staff in Kazakhstan (left axis - absolute values, right - the number of teaching staff per thousand inhabitants). This figure shows that the teaching corps in Kazakhstan is indeed very significant, especially in relative units.

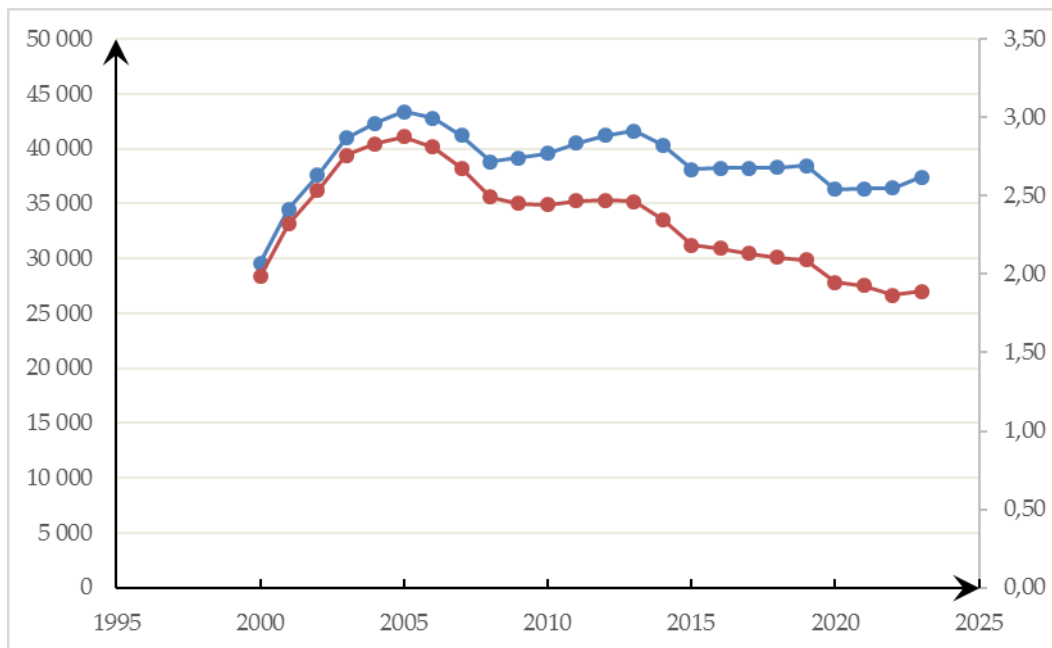


Figure 5 – Number of teaching staff in Kazakhstan; left axis (blue) - absolute values, right axis (red) - number of teaching staff per thousand inhabitants

The consequence of such a large number of teaching staff could not but become low salaries of teachers. Since there are a lot of students, the teaching corps becomes significant, which affects both the patches and the quality of teaching. These facts can be clearly illustrated by comparing the current situation with the situation in the heyday of classical universities (the turn of the 19th and 20th centuries). At that time, the teaching corps was small in number. Accordingly, the direct teaching load of teachers (time allotted for lectures and other classroom activities) was small, and the income of professors was very high.

At the beginning of XIX the volume of teaching load in the university statutes of the Russian Empire was not defined at all [10]. An idea of this is given by the charter of the Pedagogical Institute (St. Petersburg), where professors gave lectures for 3 - 4 (!!!) astronomical hours per week, depending on the disciplines taught [10].

The situation changed dramatically in the period of professionalization of science and transition to mass higher education. Thus, according to the Model Regulations on the order of planning the teaching load of the teaching staff, approved by the order of the Ministry of Higher Education of the USSR No 520 from 17.07.87, the actual teaching load of a teacher should be from 450 to 1000 hours per year. At present the situation has not changed much: so, in Kazakhstan the typical teaching load of the teaching staff for an academic year is from 400 to 800 hours depending on the university, with the volume of classroom hours (lectures, seminars, practical and laboratory classes) averaging about 60%.

In conditions of mass higher education, Kazakhstan in principle cannot pay teachers as much as their colleagues in the early XX century in the Russian Empire (of course, in terms of modern money) for the same amount of work, converted into teaching hours. Obviously, the economy of Kazakhstan simply cannot sustain this. This affects the quality of education for a number of reasons. In particular, under such conditions, a teacher will be forced to take on as large a teaching load as possible just to maintain a reasonable level of his or her livelihood (for example, many teachers now work at several universities at once). In addition, many talented specialists categorically refuse to deal with the Kazakhstani higher school.

Let us list the most important consequences of the transition to mass higher education.

Low level of financing of universities, hence loyalty to poorly performing students (they bring money to the university).

Low social status of a teacher, hence a sharp decline in the quality of teaching staff.

Lack of opportunity to involve students in scientific activities on a mass scale (this is a rejection of the basic principle of von Humboldt [11], which was the basis for the activities of classical universities in their heyday [7]).

The last of these factors is discussed in the next section, as it is directly related to the development of Career Development Learning tools in relation to the peculiarities of Kazakhstan.

Talented students as the most vulnerable group in the context of mass higher education

In conditions when higher education has become mass education, no one (with quite rare exceptions) in the education system will pay proper attention to truly gifted and talented people. The mass character of higher education means a predominant orientation to the gray, as teachers simply do not have time and opportunity to work with students individually at the level at which this work was carried out in the period when higher education did not acquire mass character.

Teachers simply do not have time to pay attention to talented students, with rare exceptions when they become members of certain research groups. But, against the general background, this is no more than a statistical error level.

As a consequence, those students who are truly gifted have no choice but to rely on their own strengths. In particular, this means finding a learning path that best suits their interests. This determines the peculiarities of Career Development Learning tools in Kazakhstan.

One of the consequences of the transition to mass higher education is that universities have de facto abandoned one of the basic principles that underpinned them. Specifically, it is about one of von Humbolt's principles [11]. He argues that in order for university education to be truly effective, learning itself must be combined with science.

Simply listening to a course of lectures is not enough to learn the material. Lecture courses have been supplemented with practical exercises since centuries. For example, a person learning the basics of mathematics must solve relevant examples. Training of personnel of higher qualification also cannot fail to provide application of the received knowledge in practice. Trainees have to solve the most difficult tasks just to translate the knowledge into a real practical format.

The most challenging intellectual exercise that mankind has developed over its long history is the exercise of science. And if a person has learned how to solve scientific problems, then, therefore, he has indeed become a true professional, no matter whether he later becomes a scientist or chooses some other career. It was these considerations that von Humboldt laid down in his basic principles, which became the basis for classical universities in their heyday (the turn of the nineteenth and twentieth centuries). Unfortunately, the vast majority of teachers of Kazakhstani universities do not remember about it [12, 13].

In any case, it is obviously impossible to apply the above principle in practice in Kazakhstan, which is emphasized by Fig. 6. This figure shows a diagram based on the official Kazakh National H-index Ranking - 2024 [14]. This ranking reflects, in descending order, the Hirsch indices of all specialists working in Kazakhstan, including invited foreign specialists. The ranking covers 1000 people regardless of their place of work (i.e. it includes not only university professors, but also employees of research organizations, ministries and other agencies). The digamma of Fig. 6 reflects the number of specialists with a certain value of the Hirsch index.

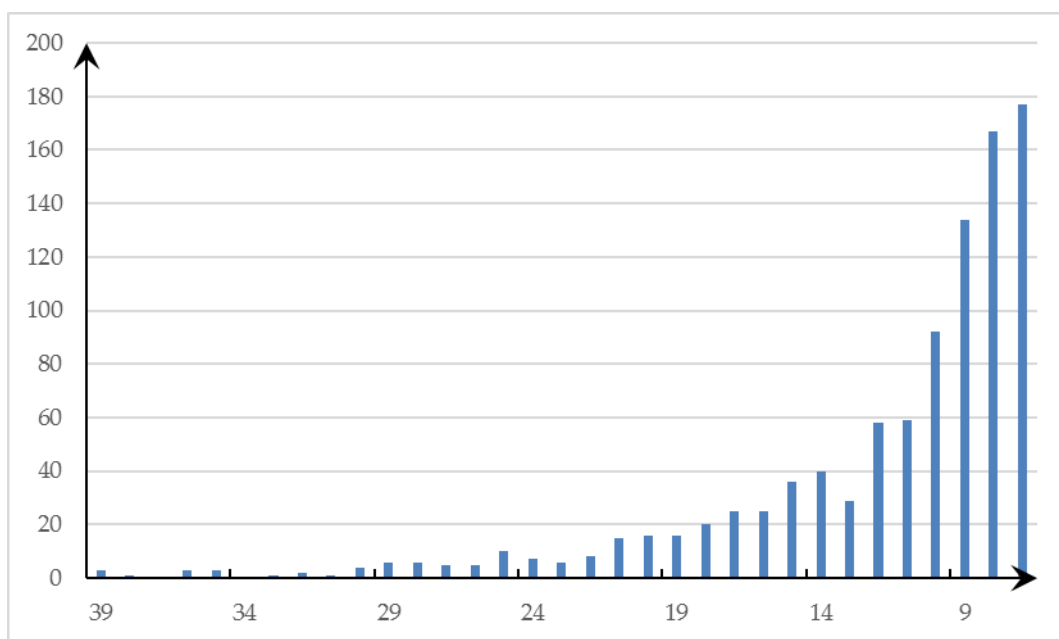


Figure 6 – Distribution of Kazakhstani specialists by Hirsch index

Comparison of Fig. 5 and Fig. 6 shows that in Kazakhstan there is really no real opportunity to systematically implement the von Humboldt principle in university education. There is no appropriate personnel base for this purpose. The vast majority of university teachers themselves do not participate in scientific activities at the appropriate level. They cannot teach students to solve scientific problems, because, as a rule, they themselves do not fully understand what science as such is. This suggests that when higher education becomes mass education, there is no way to provide a scientific field of endeavor for so many students.

The above factors lead to a number of negative consequences, in particular, to the formation of the so-called “qualification hole” [15]. In the labor market of Kazakhstan, either very highly qualified personnel or very low-qualified personnel are in demand. For example, high salaries are paid to specialists in the field of IT-technologies, while restaurants need dishwashers, hospitals need nurses and technicians and so on. It is very difficult to find a job for specialists of average level of qualification, which Kazakhstani universities produce in mass order. There is simply no place for them on the labor market. As a result, these graduates are forced to somehow solve their problems on their own.

But, alas, this is really not all. Due to mass higher education, there is a typical crisis of overproduction. There are not and cannot be so many jobs in the RK economy that would require genuine higher education.

Moreover, many universities de facto perform the functions of specialized secondary educational institutions. As a consequence, they could not but slip to the corresponding level.

The negative factors mentioned above have the greatest impact on truly talented students.

Indeed, a person receiving higher education is not only educated by teachers, and maybe not even by teachers in the first place. He is educated by what has been called university spirit since centuries. In modern language it is called university communication environment (peer education [16, 17]).

To illustrate the point, let's take the following example. Many older people are often surprised to see their grandchildren easily learning how to operate all sorts of gadgets. Of course, there is nothing to be surprised about: they are taught by an environment in which the relevant knowledge is explicitly or implicitly disseminated.

Similarly, if a student club discusses the problems of science, it will inevitably affect the young person. If the student community discusses soccer and everything else that, to put it mildly, does not require significant intellectual effort, then the environment will de-generate. Accordingly, a young talented person immersed in such an environment will degrade even faster. His talent will not be appreciated by his peers - the environment ceases to work as a factor of education.

Back in the early twentieth century, when the university environment really fulfilled educational functions, the opposite was true. Scientific symposia, in which students participated, discussions in the university environment, in the end, simply participating in scientific research allowed talented young people to feel on top of their game. Today this is far from being the case, also because modern Kazakhstani universities have de facto abandoned the above-mentioned von Humboldt principle.

The situation is aggravated by some other objectively existing factors. The more than significant flow of information existing in the modern world, as it is known [18,19], often leads to the lack of the habit of expending effort to assimilate and comprehend information. There is a huge number of people who have lost the habit of reading long texts at all. People become oriented towards the consumption of more and more available information, and the payment for this is the loss of critical thinking that is observed in reality.

As a consequence, those who supply accessible information have a privileged position in the media space. As a result, the dictate of the communication environment cannot but increase.

Accordingly, if there is a majority in a student group that obeys this dictate, then a talented person has no other choice but to adapt to this environment, i.e. to degrade. This is a very serious problem. A talented person often finds himself alone. He does not get into a classical university environment, which is able to support his high aspirations. But a talent is someone who goes beyond the average level, hence, for him, submission to the dictates of the information environment actually means death. Moreover, an environment made up of "middles," as a rule, does not forgive intellectual superiority. It either forces to play by its own rules of the game, or rejects it. The consequences are often very sad.

Thus, talented students, as noted above, should be most interested in adequate Career Development Learning. We will show that there are prerequisites for the development of appropriate tools, taking into account the Kazakhstani specifics.

Objective prerequisites for overcoming crisis trends in higher education

On the basis of the above, it has to be stated that universities have not only failed to find an adequate response to the challenge of the masses. This answer could not be found at all, at least if we remain within the framework of the paradigm of higher education inherited from the heyday of classical universities. It lies on an entirely different plane. Let us show it.

With the emergence of new means of information processing, with the emergence of new telecommunication systems, society, especially if we talk about such institutions as science and education, has changed dramatically, and not all of these changes are now realized even at the level of preliminary understanding.

In particular, distance learning in many cases can provide much better knowledge than traditional learning (at least for Kazakhstan). The saturation of the information space with lectures created by professors of the world's leading universities, as well as further improvement of distance learning (especially if we take into account the rapidly developing artificial intelligence systems) will sooner or later question the existence of "weak" regional universities. The transformations are in place, and they are taking place in real time, but they are still insufficiently conceptualized, as the epidemiological crisis of 2020 has clearly demonstrated.

Modern universities are trying to reproduce the style of teaching that characterized the early 20th century, and the conditions in which they exist have changed dramatically. And it is not only faculty salaries, it is not only reasons somehow related to the economy. The root of the problems lies even deeper.

It is fundamentally important that the communication environment has been transformed, the way in which information is exchanged in society has been transformed.

As a result, universities have ceased to shape the worldview, they have ceased to be opinion leaders [20]. It is no exaggeration to say that universities have lost the competition for the minds of young people to bloggers.

In particular, the term "educational services", which is often still used officially, really reflects the essence of the matter in many respects. The nature of communication space is qualitatively changing, and the system of higher education simply does not keep up with these changes, it is very inertial.

Throughout the written history of mankind, the development of the communication space has gone through several stages.

Before the invention of printing, oral communication was the dominant form of communication in society, which was reflected in the curricula. Rhetoric was one of the main subjects taught to aristocratic youth in Ancient Rome, Ancient Greece, Ancient Byzantium and so on. [21]. The Middle Ages inherited this discipline from the previous era. This is another example of how inertial the system of higher education is.

With the invention of printing, the situation changed dramatically. Communication became largely written. By way of illustration, we can note the following. The gigantic number of novels written by A. Dumas are also connected with the factor of written communication. His novels served as a kind of analog of modern television series, and the reading public eagerly awaited the continuation of the novel in the next issue of a news-paper or magazine.

Today, electronic communication obviously dominates. This is also dramatically affecting the field of higher education. In fact, in the period when written communication was dominant, disciplines such as elegant literature flourished. It was part of the program of all significant gymnasiums of the Russian Empire. Today, there is a shift of communication to a form not related to writing. These are the so-called streamers, which are often used by bloggers, etc. In this case, literate speech is often no longer a prerequisite for success.

Notice that at each phase of historical development, the form of communication has given rise to certain creations, certain spiritualized instruments that correspond to it. Rhetorical exercises in ancient Rome led to the emergence of oratory. The written form of communication led to the flowering of fiction. Today, when electronic communication dominates, it is too early to talk about creating perfect forms that bring this communication to the level of high art. And it won't happen any time soon. We will have to adapt to the world that has already developed.

This state of affairs, however, creates additional possibilities. Let us show this by starting from the thesis about the dual nature of human intellect and consciousness [22,23]. There is no doubt that human consciousness is an object of informational nature arising from the exchange of signals between brain neurons. Any interpersonal communication, however, is also actually reduced to the exchange of signals between neurons, but only localized in different heads. Consequently, interpersonal communication actually leads to the formation of a common neural network.

It should also be taken into account that the ability of a neural network to store and process information nonlinearly depends on the number of elements, which is proved both by current practice (more and more dimensional neural networks are created for applied purposes [24,25]) and by direct mathematical modeling [26].

This implies that human intelligence and consciousness cannot be completely independent; it simultaneously has both collective and individual components. This property of neural networks leads to the conclusion about the existence of a suprapersonal level of information processing, at which suprapersonal information objects can be formed [22, 27]. The existence of suprapersonal information objects allows us to give a consistent natural scientific interpretation of such concepts as mentality and collective unconscious [22, 28].

Starting from the ideas about the dual nature of human consciousness (and intellect) associated with the formation of suprapersonal information objects, it makes sense to modernize the scheme of personality structure proposed by K. Jung, which includes the collective unconscious [29]. This scheme contains quite certain methodological contradiction. The collective unconscious is, by definition, a collective phenomenon and, therefore, this element cannot be included in the structure of an individual personality.

From the point of view of the theory of formation of suprapersonal information objects, the collective unconscious is one of their forms. Consistent consideration of this issue leads to the

conclusion that the collective consciousness also exists. In particular, as it is shown in [30], any scientific theory that is widely enough recognized can be considered as a suprapersonal information object. Just as any of natural languages is "written" in the communication environment formed by the ethnos as a whole, any significant scientific theory (for example, quantum mechanics) turns out to be "written" in the consciousness of the corresponding segment of the expert community. An individual speaker of a natural language is not its "possessor" (if we speak of language as a systemic integrity). Similarly, a carrier of a scientific theory acts, rather, as a certain "cell" of the encompassing "organism", which transforms scientific theories into information objects functioning at the suprapersonal level of information processing.

At first glance, the notion of a collective consciousness may seem something trivial. Let us take into account, however, that human intellect is dual in nature. At the level of collective consciousness, information objects are formed, which, on the one hand, belong to the suprapersonal level of information processing and, on the other hand, to the personal level.

Note that in this formulation of the question, education (learning) should be interpreted as projection of a suprapersonal information object onto the personal level of information processing.

Modern education, in fact, knows and uses only one tool of such projection - the learner is given some information, and then either checks the quality of assimilation or trains to use it in practice. There is no reason to assume that this is the only or optimal tool. It makes sense to consider other options, based on the existence of a link between the collective conscious and collective unconscious.

In many professions there are skills that pass into the field of unconsciousness. Thus, it is common to say that a qualified specialist in the field of radio electronics "sees" the work of an electronic circuit, a qualified chemist is able to intuitively recognize the chemistry of the process under study, etc.

Even more revealing in this respect is the phenomenon of art. On the one hand, it clearly belongs to the realm of the conscious (for example, there are quite a few music critics who reveal the meaning of, for example, symphonic works by means of natural language, i.e. a musical work worthy of such a name can indeed be comprehended). On the other hand, a true musical creation affects mainly the senses, and further, everything that correlates with the personal unconscious. But when musical works are assimilated by the mass consciousness, they also affect the collective unconscious.

Consequently, it can be argued that the boundary between the collective conscious and collective unconscious is diffuse.

As emphasized above, the dual nature of human intelligence is determined by the fact that a common neural network is formed as a result of interpersonal communications. Such a network, formed by all inhabitants of our planet collectively, can be identified with the noosphere, understood according to V.I. Vernadsky. This neural network is structured in a complex way. Its structural elements are, for example, ethnic groups, but this is by no means the only factor determining the structure of the noosphere.

Each type of communication generates a certain subnetwork, or rather, a complex system of interpenetrating subnetworks is formed. Different subnetworks of the global neural network correspond to different social relations. In each of these subnetworks, specific suprapersonal information objects are able to emerge, which, among other things, determines the structuring of the collective unconscious [28]. Since professional activity generates one of the main types of communication in society, there is also a segment of the collective unconscious associated specifically with professional activity - the professional collective unconscious.

There is every reason to believe that it is the professional collective unconscious that is responsible for the highest levels of professionalism - for the presence of professional intuition, for flashes of creative activity, so-called "insights", etc. At least, the conclusion about the connection between intuition and the collective unconscious can be considered quite reasonable at present.

The professional collective unconscious is a segment of the collective unconscious as a whole, hence it should be responsible for professional intuition, without which a true professional cannot exist. Moreover, there is every reason to believe that persons called geniuses have not quite clearly provided for themselves a certain contact with suprapersonal information objects.

Returning to the thesis that education is a projection of the "collective intellect" onto the intellect of the individual, one cannot but come to the conclusion that the modern education system has so far practically not used the tools related to the formation of professional collective unconscious (at least at the systemic level).

At the same time, as it follows from the basic provisions of the theory of scientific revolutions [30], based on the theory of suprapersonal information structures [22, 27, 28], the very existence of such large-scale crisis phenomena should stimulate the emergence of a new approach, qualitatively different from the existing one. Year by year, students have to assimilate more and more information, therefore, the question of radical improvement of learning efficiency will inevitably arise. The use of the resources of the professional collective unconscious is more than promising in this respect. The development of appropriate tools is, of course, a matter of the future, but there is no doubt that in this case it will be necessary to form quite certain collectives in which a communication environment of quite a certain type is formed.

The task of forming such teams can be set now, especially since it also meets current needs.

Career Development Learning and cooperation in higher and secondary education

In the post-Soviet tradition, consumer cooperation is interpreted as a voluntary association of citizens, most often established on a territorial basis, to carry out trade, procurement and other activities aimed at satisfying the material and other needs of its members. According to this interpretation, the main purpose of a consumer cooperative is not to maximize profits, but to fully satisfy the needs of its members. It is this interpretation that is reflected, for example, in the law [31] of the Russian Federation. It should be emphasized that in the past, consumer cooperatives were predominantly agricultural and remain so today, which is reflected in the above interpretation.

In the conditions of digital society, however, consumer cooperation gets new opportunities created by e-commerce. Moreover, Kazakhstan also has all the prerequisites for the formation of cooperation of consumers of educational services.

First of all, it should be noted that Kazakhstan currently has a very developed market of additional educational services (tutoring). In fact, every Kazakhstani pays for school education for his/her children twice. First - as a taxpayer, then - as a private person who has to look for tutors and pay them out of his/her own pocket.

Due to a sharp decline in the quality of official school education, more than 30% of parents of high school students are forced to hire teachers on an informal basis (the figure was obtained by surveying residents of Almaty). At the same time, according to such sites advertising tutor services, payment for additional education services is quite high and ranges from \$85 to \$150 in terms of the official exchange rate as of 15.07.24 for one subject. The average cost of an Almaty family for additional education services of this type is \$250 per month. Accordingly, the estimate of the market volume of additional educational services of this type only in Almaty is \$1,000,000 per month.

This value suggests that consumers of these services are not yet an influential economic force simply because they remain disconnected. If they act together, however, they will have a significant impact on improving the quality of education.

Kazakhstani parents have to pay twice for their children's education only because conditions dictate it to them, and not vice versa. They bring their child to school, which has its own rules (and often some or other corrupt schemes). As long as the individual family interacts with the school alone, things will not change. The rules will be dictated by the school administration.

Theoretically, parents can unite (form a cooperative of consumers of educational services) and hire teachers themselves, based on their own ideas. We emphasize, not one or several tutors, but a full-fledged team, which is able not to compensate for the lack of schooling, but to conduct classes according to a full-fledged educational program, say, oriented to admission to a particular university. Such a cooperative becomes a very serious economic tool, as shown by an elementary calculation of the money currently spent on tutors.

There are so many examples of this kind that can be given. The conclusion will be the same.

A collective united by common aspirations can always act orders of magnitude more effectively than loners.

Building these kinds of collectives, however, will require quite specific information tools.

At first glance, a consumer cooperative, whose members are interested in high-quality education for their children, can be formed in an arbitrary way. Such a cooperative, in theory, can hire a certain number of teachers, de facto creating an alternative school that meets only their own wishes. Let us emphasize once again that from a purely economic point of view such an approach can be implemented in Kazakhstan already now. The total costs of parents for private practicing teachers (if an association of more than a few dozen families is considered) are comparable to the costs of running a private school (especially a distance school).

However, in practice, this approach is bound to encounter difficulties of a principled nature. Almost every parent has his or her own set of opinions about what secondary education should be. Formation of a "collective employer" in such conditions becomes practically impossible, since a randomly gathered group of parents will most likely not be able to agree on how the curriculum should be structured, what requirements should be imposed on the hired teachers, etc. In any case, the risks of conflict situations in such a collective are more than significant.

There is only one way to minimize such risks - the team should consist of like-minded people with common aspirations.

It is this task (stimulating the emergence of like-minded parents' collectives) that should be addressed by information tools aimed at the gradual formation of civil society institutions capable of reversing the negative trends mentioned above.

At the first stages of the formation of consumer cooperation in education, it is necessary to focus mainly on people with the appropriate motivation and character. Consequently, the information tool under consideration, first of all, should be focused on finding people who are ready to realize the potential of consumer cooperation in the field of education due to their internal aspirations and establish effective communication between them, bringing to them the ideas underlying the cooperation of the type under consideration.

If the points made in Section 4 are taken into account, this is no more than a first step towards the implementation of tools that can maximize the talents of truly gifted young people (and this applies to both secondary and tertiary schools).

We will use the term "domain", revealing its essence, starting from the social behavior of many Kazakhstani families, in which kinship ties are strong. The typical Kazakhstani family (having

numerous distant relatives) solves a significant part of problems collectively. This is a kind of analog of a domain, which differs in that it is built on kinship ties that cement it.

In the language of economic theories, such a family is an informal institution (no-body and nothing regulates the actions of a third cousin who willingly helps his relative). The domain mentioned above also represents an informal institution - a community of people who go through life together. Such domains can also represent stable communities of friends who jointly solve all problems in the same way as the Kazakhstani family, where branching kinship ties are strong.

The problem is that the domain formed spontaneously (or due to historical reasons, if we talk about traditional Kazakhstani families) in modern conditions becomes unstable. Thus, even the strongest kinship ties can be destroyed by property inequality - poor relatives are often looked down upon, which does not strengthen kinship feelings at all.

Career Development Learning, oriented to Kazakhstani realities, from our point of view should represent humanitarian technologies, aimed at creating sustainable domains that unite talented students (possibly their parents as well) to jointly achieve the above goals.

Let us briefly consider the ideas behind them.

It follows from the theory proving the existence of a suprapersonal level of information processing that domain become maximally stable if and only if they are complementary to a certain set of suprapersonal information structures. This or that idea by itself is not effective enough to influence a personality. Much more effective are the influences connected with the deep layers of the personality structure, up to the unconscious.

In fact, this means that a group of people is consolidated, which perceives not so much the idea as such, but what is behind it - the suprapersonal information structure, which manifests itself through certain ideas, which from the point of view of classical logic or classical science may look as purely irrational. In the future, this will ensure the transition to the directed use of the resources of the professional collective unconscious.

The basic tool in this respect, of course, is psychological testing, oriented to identify people of a certain emotional profile and certain aspirations. Examples of the implementation of such an approach are reflected in [32,33]. However, for the successful realization of the proposed approach, mass coverage of such testing of young people is crucial. Pro-motion of the proposed ideas is an independent task, so it is advisable to use a combined approach, when testing aimed at education allows the potential consumer to get some other preferences. One of the variants of realization of such a combined approach was proposed in [34]. However, it is far from being the only possible one.

Paradoxically, but the promotion of the proposed approach is naturally combined with the task of promoting the concept of DEI in Kazakhstan. This concept is known to be very widespread [35-37], including in the field of education [38]. However, in Kazakhstan it faces quite certain opposition, in particular, conservative circles focus on the fight against "LGBT propaganda", etc. Representatives of conservative circles often show a pronounced aggressiveness, intimidating supporters of other points of view. Thus, the challenge here is the same as for the proposed approach - to ensure the consolidation of talented and active young people by giving them the opportunity to find each other. A combined approach, oriented at solving both of these problems, seems to be quite productive, including by utilizing the interest of the most creative and active Kazakhstani youth in ideas related to the DEI concept.

Conclusion

Thus, the mass character of higher education in Kazakhstan objectively leads to an irreversible decline in its quality. The most disadvantaged group in such conditions are the most gifted students, who are deprived of opportunities to fully reveal their talents.

This leads to the need to create tools that can ensure the formation of collectives made up of gifted young people, in which a communication environment is formed that provides support for aspirations to knowledge and creativity. In modern Kazakhstan, such an environment can be formed only by civil society institutions, and the basis of their functioning is educational activities based on career development learning.

In the long term, this approach can dramatically increase the effectiveness of learning by utilizing the resources of the professional collective unconscious, which is responsible for manifestations of intuition, creative insights, and ultimately for manifestations of genius.

References:

1. Naukhanov D. Every year, a third of university and college graduates remain unemployed - KazSMI review [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://365info.kz/2022/03/ezhegodno-tret-vypusnikov-vuzov-i-kolledzhej-ostayutsya-bez-raboty-obzor-kazsmi> (дата обращения: 25.05.2024).
2. Every fourth university graduate in Kazakhstan does not work in their specialty [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: https://el.kz/ru/kazhdyy-chetvertyy-vypusnik-vuza-v-kazahstane-ne-rabotaet-po-spetsialnosti_122695/ (дата обращения: 25.05.2024).
3. Obukhova P.V., Guichard J.P., Baikenov A.S., Suleimenov I.E. Influence of mass consciousness on quality of the higher education in Kazakhstan // Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Т. 185. – P. 172–178.
4. Suleimenov I., Guichard J.P., Baikenov A., Obukhova P., Suleimenova K. Degradation of Higher Education in Kazakhstan as an example of post-transitional crisis // International Letters of Social and Humanistic Sciences. – 2015. – Т. 54. – P. 26–33.
5. Egemberdyeva Z. Modern Information Technologies in Higher Education: What Might The Role of a Teacher Look Like in a Modern University // Sinteza International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research. – 2019. – P. 70–76.
6. Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stat.gov.kz/ru/> (дата обращения: 25.05.2024).
7. Suleimenov I.E., Gabrielyan O.A., Sedlakova Z.Z., Mun G.A. History and Philosophy of Science. KazNU. – 2018. – 406 с. (на русском)
8. UNT: has it lived up to expectations? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://qmonitor.kz/society/5742> (дата обращения: 25.05.2024).
9. Mun G.A., Suleimenov I.E. Intensification of innovation activity as a sociocultural problem // Izvestiya NTO "КАНАК". – 2019. – Т. 2. – P. 51–63. (на русском)
10. Shipilov A. Salary of the Russian professor in the past, present and... future // Alma mater: Bulletin of Higher School. – 2003. – Т. 4. – P. 33–42. (на русском)
11. Kurenou V.A. The wheel as a principle is certainly not outdated [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: <https://clck.ru/3CWePE> (дата обращения: 25.05.2024).
12. Suleimenov I.E., Vituleva E.S., Bakirov A.S., Kabdushev Sh.B., Egemberdieva Z., Mun G.A. The use of artificial intelligence systems in higher education: in search of an answer to the "challenge of mass communication" // Izvestiya NTO "КАНАК". – 2019. – Т. 4(67). – P. 39. (на русском)
13. Mun G.A., Suleimenov I.E. Lessons of the Almaty tragedy: the need for uncompromising struggle against pseudoscience // Izvestiya NTO "КАНАК". – 2022. – Т. 1(76). – P. 4. (на русском)

14. National H-index Ranking [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://h-index.com> (дата обращения: 25.05.2024).
15. Shcherbik E.E., Petrova V.S. К question about the introduction and development of professional competencies in the conditions of digitalization of regional socio-economic systems // *Moscow Economic Journal*. – 2022. – Т. 2. – P. 801–810. (на русском)
16. Fykaris I., Tympa E. “Learning from Each Other”: A Peer Education as an Alternative Teaching Option // *Child & Youth Services*. – 2024. – P. 1–21.
17. Polkowski Z., Jadeja R., Dutta N. Peer Learning in Technical Education and it’s Worthiness: some facts based on implementation // *Procedia Computer Science*. – 2020. – Т. 172. – P. 247–252.
18. Gushchin A. “To Teach Learning...” or on the Culture of Thinking of Today’s Students // *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. – 2015. – Т. 214. – P. 457–464. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.722>.
19. Yarkova E.N. The theory of clip thinking or a sketch of the picture of the regression of the human mind // *Discourse-Pi*. – 2019. – Т. 2(35). – P. 77–85.
20. 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 // *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. – 2021. – Т. 46. – P. 83–90.
21. Deepali D. Rhetoric in ancient Greece and Rome: a historical perspective // *Research Journal of English Language and Literature (RJELAL)*. – 2020. – Т. 8(1). – P. 81–87.
22. Massalimova A., Suleimenov I., Gabrielyan O., Vitulyova Y. The evolution of consciousness from the point of view of modern theory of information and telecommunications // *Adam Alemi*. – 2024. – Т. 100(2). – P. 40–51.
23. Vitulyova Y.S., Bakirov A.S., Baipakbayeva S.T., Suleimenov I.E. Interpretation of the category of “complex” in terms of dialectical positivism // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2020. – Т. 946(1). – 012004.
24. Chen Z., Zhao W., Deng L., Ding Y., Wen Q., Li G., Xie Y. Large-scale self-normalizing neural networks // *Journal of Automation and Intelligence*. – 2024. – Т. 3(2). – P. 101–110.
25. Aly H., Al-Ali A.K., Suganthan P.N. Boosted multilayer feedforward neural network with multiple output layers // *Pattern Recognition*. – 2024. – Т. 156. – 110740.
26. 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. – Т. 11(1). – P. 510–520.
27. Suleimenov I.E., Gabrielyan O.A., Massalimova A.R., Vitulyova Y.S. World Spirit form the standpoint of modern information theory // *European Journal of Science and Theology*. – 2024. – Т. 20(1). – P. 19–31.
28. Suleimenov I., Gabrielyan O., Vitulyova Y. Problems of many-valued logic from the point of view of the theory of socio-cultural code // *Journal of Ecohumanism*. – 2024. – Т. 3(4). – P. 236–248. DOI: <https://doi.org/10.62754/joe.v3i4.3548>.
29. Shnaider V.F., Talalueva T.A. Modern aspects of the theory of personality by K.G. Jung // *Symbol of science*. – 2021. – Т. 10-2. – P. 50–55.
30. Suleimenov I., Gabrielyan O., Vitulyova Y. Dialectics of Scientific Revolutions from the Point of View of Innovations Theory // *Wisdom*. – 2022. – Т. 4(24). – P. 25–35.
31. Law of the Russian Federation from 19.06.1992 N 3085-1 (ed. from 02.07.2013). On consumer cooperation (consumer societies, their unions) in the Russian Federation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_608 (дата обращения: 25.05.2024).
32. Kabdushev S., Shaltykova D., Vitulyova Y., Bakirov A., Suleimenov I. Neural Network Technology for Choosing a Learning Path // *15th International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE)*. – 2023. – P. 13–16.

33. Ibragim S., Akhat B., Dinara M., Anastasiya G., Mariya K., Grigoriy M. Example of the use of artificial neural network in the educational process // *Advances in Information and Communication: Proceedings of the 2020 Future of Information and Communication Conference (FICC)*. – 2020. – Т. 1. – P. 420–430.
34. Vitulyova Y.S., Kadyrzhan K.N., Kabdushev S.B., Bakirov A.S., Kostsova M.V., Grishina A.V., Sileimenov I.E. Aromatherapeutic correction of psychoemotional state as a means of promoting an ecological worldview // *International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry "Interagromash"*. – 2022. – P. 1145–1152.
35. Hattery A.J., Smith E., Magnuson S., Monterrosa A., Kafonek K., Shaw C., Kanewske L.C. Diversity, equity, and inclusion in research teams: The good, the bad, and the ugly // *Race and Justice*. – 2022. – Т. 12(3). – P. 505–530.
36. Olzmann J.A. Diversity through equity and inclusion: the responsibility belongs to all of us // *Molecular biology of the cell*. – 2020. – Т. 31(25). – P. 2757–2760.
37. Cachat-Rosset G., Klarsfeld A. Diversity, equity, and inclusion in artificial intelligence: an evaluation of guidelines // *Applied Artificial Intelligence*. – 2023. – Т. 37(1). – P. 2176618.
38. Barnett R. Leading with meaning: Why diversity, equity, and inclusion matters in US higher education // *Perspectives in Education*. – 2020. – Т. 38(2). – P. 20–35.

Поступила 18 августа 2024 г.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Байпакбаева С.Т. – магистр техники и технологий, сениор-лектор кафедры “Информационно-коммуникационные технологии” АЛТ Университет им. Мухамеджана Тынышпаева. Orcid ID 0000-0001-7251-0585.
2. Витулева Е.С. – старший научный сотрудник Казахского национального университета им. аль-Фараби, старший научный сотрудник Национальной научной лаборатории коллективного пользования информационных и космических технологий (ННЛКП ИКТ) КазНТУ им. К.И. Сатпаева. Orcid ID 0000-0002-6075-4870.
3. Газизов Д. – магистрант 2 года обучения Казахстанско-Британского технического университета
4. Евстифеев В.Н. – главный инженер проектов АО Институт "КазНИПИЭнергопром", старший научный сотрудник РОО "Национальная инженерная академия Республики Казахстан, Orcid ID 0000-0001-8335-2738.
5. Жаркынбек Т.Е. – младший научный сотрудник лаборатории химии синтетических и природных лекарственных веществ АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова». Orcid ID 0000-0001-8884-5646.
6. Кабдушев Ш.Б. – старший научный сотрудник Казахского национального университета им. аль-Фараби. Orcid ID 0000-0001-9528-084X.
7. Ким И.К. – кандидат медицинских наук, НТО «КАХАК»
8. 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.

9. Сулейменов И.Э.: – доктор химических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, академик Национальной инженерной академии РК, главный специалист-инженер АО Институт "КазНИПИЭнергопром", главный научный сотрудник НИА РК. Orcid ID 0000-0002-7274-029X.
10. Тен А.Ю. – кандидат химических наук, ассоциированный профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории химии синтетических и природных лекарственных веществ Института химических наук им. А.Б. Бектурова. Orcid ID 0000-0002-9607-050X.
11. Токсеитова А.Д. – младший научный сотрудник лаборатории химии синтетических и природных лекарственных веществ Института химических наук им. А.Б. Бектурова. Orcid ID 0000-0003-3638-1071.
12. Шалтыкова Д.Б. – кандидат химических наук, главный специалист-инженер АО "Институт "КазНИПИЭнергопром", ведущий научный сотрудник РОО "Национальная инженерная академия Республики Казахстан. Orcid ID 0000-0002-6245-6447.
13. Ю В.К. – доктор химических наук, профессор, зав. лабораторией химии синтетических и природных лекарственных веществ Института химических наук им. А.Б. Бектурова. ORCIDID:0000-0001-6508-707X.

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

НАГОРНЫЙ В.М.

Прогностический анализ предвестников аварий и катастроф в технике 4

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

ТЕН А.Ю., ТОКСЕИТОВА А.Д., ГАЗИЗОВ Д., ЖАРҚЫНБЕК Т.Е., Ю В.К.

Исследование аминофосфоната морфолинопропиламина в качестве потенциального средства для психофармакологии 26

ТЕН А.Ю., КУАНЫШЕВА М.М.

In silico прогнозирование биологической активности структурных аналогов куркумина ... 34

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЕВСТИФЕЕВ В.Н., СУЛЕЙМЕНОВ И.Э., КАБДУШЕВ Ш.Б., БАЙПАКБАЕВА С.Т., ШАЛТЫКОВА Д.Б.

Инновационный метод тестирования, сопряженный с нейронными сетями..... 44

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

КИМ И.К.

ЭСТЕР ПАК – первая женщина-врач в Корее 54

СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ

ЕВСТИФЕЕВ В.Н., ВИТУЛЕВА Е.С., СУЛЕЙМЕНОВ И.Э.,

Обучение карьерному росту: особенности применения в Казахстане 57

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ 76

CONTENTS

MATHEMATICS AND INFORMATICS

NAHORNY V.M.

Predictive analysis of harbingers of accidents and catastrophes in technology 4

CHEMICAL SCIENCES

TEN A. YU., TOKSEITOVA A.D., GAZIZOV D., ZHARKYNBEK T.Y., YU V. K.

Study of morpholinopropylamine aminophosphonate as a potential psychopharmacological agent 26

TEN A. YU., KUANYSCHEVA M.M.

In silico prediction of the biological activity of structural 34

TECHNICAL SCIENCES

YEVSTIFEYEV V.N. SULEIMENOV I.E., KABDUSHEV SH.B., BAIPAKBAYEVA S.T., SHALTYKOVA D.B.

Innovative testing method coupled with neural networks 44

MEDICAL SCIENCES

KIM I.K.

Esther Park – the first female doctor in Korea 54

SOCIAL SCIENCES

YEVSTIFEYEV V.N., VITULYOVA Ye.S., SULEIMENOV I.E.

Career development learning: peculiarities of application in Kazakhstan 57

THE INFORMATION ABOUT AUTHORS..... 76

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 MSEquation 3.0 (2.0) или ChemDraw.

Шрифт Times New Roman 12 pt. Межстрочный интервал 1,15. Поля: верхнее – 2,0см, 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 15.09.2024
Печать трафаретная. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная № 1.
Тираж 500 экз.

Отпечатано в «PrintExpress. Издательство и полиграфия»
Алматы, ул. Каирбекова, 45
Тел. 8(727)-292-10-95, 8(727)-292-14-28