



**№26 2021**  
**International independent scientific journal**

**VOL. 1**

ISSN 3547-2340

Frequency: 12 times a year – every month.  
The journal is intended for researches, teachers, students and other members of the scientific community. The journal has formed a competent audience that is constantly growing.

All articles are independently reviewed by leading experts, and then a decision is made on publication of articles or the need to revise them considering comments made by reviewers.

\*\*\*

Editor in chief – Jacob Skovronsky (The Jagiellonian University, Poland)

- Teresa Skwirowska - Wroclaw University of Technology
- Szymon Janowski - Medical University of Gdansk
- Tanja Swosiński – University of Lodz
- Agnieszka Trpeska - Medical University in Lublin
- María Caste - Politecnico di Milano
- Nicolas Stadelmann - Vienna University of Technology
- Kristian Kiepmann - University of Twente
- Nina Haile - Stockholm University
- Marlen Knüppel - Universitat Jena
- Christina Nielsen - Aalborg University
- Ramon Moreno - Universidad de Zaragoza
- Joshua Anderson - University of Oklahoma and other independent experts

Częstotliwość: 12 razy w roku – co miesiąc.  
Czasopismo skierowane jest do pracowników instytucji naukowo-badawczych, nauczycieli i studentów, zainteresowanych działaczy naukowych. Czasopismo ma wzrastającą kompetentną publiczność.

Artykuły podlegają niezależnym recenzjom z udziałem czołowych ekspertów, na podstawie których podejmowana jest decyzja o publikacji artykułów lub konieczności ich dopracowania z uwzględnieniem uwag recenzentów.

\*\*\*

Redaktor naczelny – Jacob Skovronsky (Uniwersytet Jagielloński, Poland)

- Teresa Skwirowska - Politechnika Wrocławska
- Szymon Janowski - Gdańsk Uniwersytet Medyczny
- Tanja Swosiński – Uniwersytet Łódzki
- Agnieszka Trpeska - Uniwersytet Medyczny w Lublinie
- María Caste - Politecnico di Milano
- Nicolas Stadelmann - Uniwersytet Techniczny w Wiedniu
- Kristian Kiepmann - Uniwersytet Twente
- Nina Haile - Uniwersytet Sztokholmski
- Marlen Knüppel - Jena University
- Christina Nielsen - Uniwersytet Aalborg
- Ramon Moreno - Uniwersytet w Saragossie
- Joshua Anderson - University of Oklahoma i inni niezależni eksperci

1000 copies

International independent scientific journal  
Kazimierza Wielkiego 34, Kraków, Rzeczpospolita Polska, 30-074  
email: [info@iis-journal.com](mailto:info@iis-journal.com)  
site: <http://www.iis-journal.com>

## **CONTENT**

### **BIOLOGICAL SCIENCES**

*Furs O., Zakharchenko N., Dyachenko O.,*

*Pigoleva S., Chulin A., Chulina I.,*

*Tarlachkov S., Buryanov Ya., Shevchuk T.*

EFFECT OF COLD STRESS ON PLANT

MORPHOGENESIS ..... 3

### **CHEMICAL SCIENCES**

*Razzoqov H., Nazarov S., Shirinov G.*

INFLUENCE OF HYDROLYZED POLYMETHYL ACRYLATE  
CONCENTRATION ON THE SOLUBILITY AND SORPTION  
PROPERTIES OF STARCH FILMS ..... 12

### **MEDICAL SCIENCES**

*Aimagambetov M., Omarov N., Auenov M.,*

*Abdrakhmanov S., Sakenov A., Akhmetov A.*

RESTORATION OF THE BILE PASSAGE IN THE

SYNDROME OF MECHANICAL JAUNDICE OF BENIGN  
ORIGIN ACCORDING TO THE CLINIC'S  
METHODOLOGY ..... 15

*Krotov M., Gritsan A., Bichurin R.*

OPTIMIZATION OF ANESTHESIA DURING ENDOSCOPIC  
OPERATIONS ..... 21

*Buzdugan I., Kuziv N., Martinevich L.*

PREVALENCE OF CHRONIC NEATROPHIC GASTRITIS  
AND THE ROLE OF TRAVELER IN ITS TREATMENT ..... 29

### **TECHNICAL SCIENCES**

*Hrabovska O., Fedorova D., Gnitsevich V.,*

*Darmina A., Ovcharenko O.*

EMULSION SAUCE TECHNOLOGY FOR SPECIAL  
DIETARY CONSUMPTION ..... 31

*Sobchuk V., Sobchuk A., Laptiev S.,*

*Laptieva T., Hrebennikov A., Bobrov S.*

INVESTIGATION OF DYNAMIC PROCESSES IN  
INFORMATION NETWORKS WITH THE APPLICATION  
OF NEURAL NETWORKS ..... 36

*Polivarova K., Stepantsova A.*

DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE THE  
PARAMETERS OF THE WORKING ENVIRONMENT OF  
THE WORKING STAFF OF LLC "SHAKHTINSKAYA  
CERAMIKA" ..... 42

*Ramazan A.*

IMPLEMENTATION OF A HUMAN FACE RECOGNITION  
ALGORITHM FOR SOLVING THE VERIFICATION  
PROBLEM USING A PRE-TRAINED FACE RECOGNITION  
MODEL IN A PHOTO IN PYTHON LANGUAGE ..... 45

*Stepantsova A., Polivarova K.*

DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE  
WORKING CONDITIONS AT THE MINERAL RESOURCE  
ENTERPRISES ..... 49

# BIOLOGICAL SCIENCES

## EFFECT OF COLD STRESS ON PLANT MORPHOGENESIS

Furs O.  
researcher

Zakharchenko N.  
Philosophy doctor (PhD),

Dyachenko O.  
Philosophy doctor (PhD),

Pigoleva S.  
Philosophy doctor (PhD),

Chulin A.  
Philosophy doctor (PhD),

Chulina I.  
researcher

Tarlachkov S.  
researcher

Buryanov Ya.  
Philosophy doctor (PhD), professor

Shevchuk T.  
Philosophy doctor (PhD), scientific supervisor

Pushchino Branch, Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry,  
Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia

## ВЛИЯНИЕ ХОЛОДОВОГО СТРЕССА НА МОРФОГЕНЕЗ РАСТЕНИЙ

Фурс О.В.

Младший научный сотрудник

Захарченко Н.С.

Доктор философии (PhD), старший научный сотрудник

Дьяченко О.В.

Доктор философии (PhD), научный сотрудник

Пиголева С.В.

Доктор философии (PhD), научный сотрудник

Чулин А.Н.

Доктор философии (PhD), научный сотрудник

Чуллина И.А.

Научный сотрудник

Тарлачков С.В.

Младший научный сотрудник

Бурянов Я.И.

Профессор

Шевчук Т.В.

Доктор философии (PhD), научный руководитель

Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук, Пущино, Россия

### Abstract

The effects of cold stress + 4°C on seed germination, plant regeneration and the physiological properties of extracts derived from the chilled Kalanchoe (*Kalanchoe pinnata*) plants were investigated. It is shown that the germination of chilled seeds and rhizogenesis sprouts, obtained by their chilled tomato seeds was more effective than uncooled seeds. Regeneration from the leaves of the chilled kalanchoe plants was also more active. When extracts derived from chilled Kalanchoe plants are added to the nutrient medium, the tomato callus formation, rape and kalanchoe regeneration occurred 14-26% more intensely. There has been an increase in carbohydrates and oxy acids in cold-stress kalanchoe extracts compared to non-cooling extracts. The method of mass spectroscopic analysis in extracts from chilled plants shows the presence of abscisic acid. The parameters of oxidative stress in kalanchoe plants caused by low temperature have been investigated. The findings show a stimulating effect of extracts of Kalanchoe after cold stress on plant morphogenesis.

## **Аннотация**

Исследовали влияние холодового стресса + 4°С, на прорастание семян, регенерацию растений и физиологические свойства экстрактов, полученных из охлажденных растений каланхоэ (*Kalanchoe pinnata*). Показано, что прорастание охлажденных семян и ризогенез проростков, полученных их охлажденных семян томатов происходило эффективнее по сравнению с неохлажденными семенами. Регенерация из листьев охлажденных растений каланхоэ также происходила более активно. При добавлении в питательную среду экстрактов, полученных из охлажденных растений каланхоэ, каллусогенез томата, регенерация углеводов и оксикислот в экстрактах каланхоэ, подвергнутых холодовому стрессу, по сравнению с экстрактами без охлаждения. Методом масс-спектроскопического анализа в экстрактах из охлажденных растений показано присутствие абсцизовой кислоты. Исследованы параметры окислительного стресса у растений каланхоэ, вызванным пониженной температурой. Полученные данные свидетельствуют о стимулирующем эффекте на морфогенез растений экстрактов каланхоэ, после холодового стресса.

**Keywords:** *Kalanchoe pinnata*, cold stress, regeneration

**Ключевые слова:** *Kalanchoe pinnata*, холодовой стресс, регенерация

Растения *Kalanchoe pinnata* содержат широкий спектр биологически активных веществ и используются в качестве лекарственных растений в народной и современной медицине [1-2]. Комплекс соединений, содержащихся в водных экстрактах каланхоэ оказывает стимулирующее действие на регенерацию тканей животных. Исследование биологической активности этих соединений имеет важное значение и для биотехнологии растений. Для получения экстрактов из каланхоэ применяется метод увеличения синтеза биологически активных веществ, вторичных метаболитов (ВМ) («биогенных стимуляторов») путем инкубации эксплантов в условиях темноты и пониженной температуры [3]. Эти условия являются стрессовыми, что предполагает их влияние на повышение экспрессии генов стрессоустойчивости и увеличение синтеза ВМ [4, 5]. При низкотемпературном стрессе в растительных клетках происходит функциональное взаимодействие компонентов антиоксидантной и осмотропротекторной систем: образование активных форм кислорода (АФК) и их взаимодействие с антиоксидантами различной природы [6]. Растительные экстракты со специфической биологической активностью применяются в генной инженерии при трансформации растений [7, 8]. Среди перспективных объектов для генноинженерной биотехнологии привлекают внимание растения каланхоэ перистое (*Kalanchoe pinnata*), рапс (*Brassica napus*) и томаты (*Lycopersicon esculentum*). Эти растения являются не простыми для генетической трансформации, так как методы дифференцировки и регенерации трансформированных клеток до целых растений недостаточно разработаны [9-13]. Одним из методов повышения регенерационной способности растений может быть использование холодового стресса [5, 6, 14].

**Цель и методы исследования:** Целью нашей работы было исследовать возможность применения холодового стресса для стимуляции прорастания семян, регенерации растений и применения экстрактов растений каланхоэ после холодового стресса для повышения регенерационной способности каланхоэ, рапса и томатов.

Семена растений каланхоэ перистого (*Kalanchoe pinnata* L.), томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.) сорт «Бони ММ» и рапса (*Brassica napus* L.) сорт «Галант» стерилизовали в течение 30 мин в 1%-ном растворе гипохлорита натрия, промывали 3 раза по 10 мин стерильной дистиллированной водой и прорачивали на безгормональной среде Мурасиге–Скуга (МС), pH 5.8 [15], содержащей 7 г/л агар-агара, 30 г/л сахарозы и стандартный набор солей. Растения культивировали при 22–24°C, 16-часовом дне и освещенности 2 кЛк.

Метод выделения экстракта включает следующие основные этапы: 1) срезанные листья каланхоэ промывали водой и подсушивали; 2) листья выдерживали 10 суток в темноте при 4°C и затем размельчали в лабораторном блендере MB800 (“Kinematica AG”, Швейцария) до однородной массы, добавляя равное количество дистиллированной воды; 3) полученную массу центрифугировали при 4°C 30 мин при 6000 g, осадок удаляли; 4) супернатант прогревали в термостате (“VEF MLW PRUFGERATE-WERK MEDINGEN”, Германия) при 70°C 2 часа; 5) после прогревания экстракт стерилизовали с помощью мембранных фильтров Millipore TYPE HAWP (размер пор 0.45 мкм). Полученный экстракт добавляли в питательную среду МС в количестве 1.25% на 100 мл среды [16].

Для исследования индукции ризогенеза томатов стерильные семена предварительно выдерживали в темноте при температуре + 8°C в течение 10 суток. Для контроля такие же семена 10 суток выдерживали в темноте при комнатной температуре. Затем семена прорачивали на безгормональной среде МС первые 5 дней в темноте, далее — на свету. Из полученных проростков, выращенных до стадии начала формирования первого листа, получали гипокотили длиной 5-7 мм. Гипокотили помещали на среду МС, содержащую 1 мг/л кинетин и 1 мг/л индолилуксусной кислоты (ИУК) [11], с добавлением стерильного экстракта каланхоэ до 1.25%. Экспланты культивировали при 24°C и 16-часовом фотопериоде. Варианты сред для культивирования эксплантов: среда МС-1: - МС + 1 мг/л кинетин и 1 мг/л ИУК без экстракта каланхоэ; среда МС-1-2: МС - 1 + 1,25% экстракта из не охлажденных растений каланхоэ; среда МС-1-3: - МС-1 + 1,25 % экстракта из охлажденных растений каланхоэ.

Для исследования каллусогенеза томатов стерильные листья томатов, нарезанные на фрагменты

1 см<sup>2</sup>, помещали на среду МС с добавлением гормонов. В опыте использовали 3 варианта сред: среда МС-2: МС + 4 мг/л 6-бензиламинопурин (6-БАП), 2 мг/л нафтилуксусной кислоты (НУК), 3 мг/л абсцизовой кислоты (АБК) [12]. МС-2-1: МС-2 - с добавлением экстракта каланхоэ 1,25% из не охлажденных растений; среда МС-2-2: МС-2 - с добавлением 1,25% экстракта из охлажденных растений

Для исследования регенерации рапса семидневные гипокотили рапса, полученные из стерильных семян, нарезали на фрагменты длиной 1 см и помещали на чашки со средой МС с гормонами. В опыте использовали 3 варианта сред: среда МС-3: МС с добавлением 2 мг/л ВАР, 1 мг/л зеатин, 1 мг/л АБК, 1 мг/л НУК, 1 мг/л гибберелловой кислоты (ГК) [13]; МС-3-1: МС-3 с добавления 1,25% экстракта каланхоэ из неохлажденных растений; среда МС-3-2 - с добавлением 1,25% экстракта, из охлажденных растений.

Для исследования регенерации каланхоэ стерильные листья каланхоэ нарезали на диски диаметром 1 см<sup>2</sup> и помещали на среду МС с гормонами. В опыте использовали 3 варианта сред: МС-4: МС с добавлением 1 мг/л БАП и 0.1 мг/л НУК [9]; среда МС-4-1: МС-4 с добавлением 1,25% экстракта каланхоэ из не охлажденных растений; среда МС-4-2: МС-4 с добавлением 1,25% экстракта каланхоэ из охлажденных растений.

Для определения сахаров и оксикислот в экстрактах каланхоэ образцы предварительно подготавливали. Для этого к 50 мкл исследуемого экстракта добавляли 50 мкл водного раствора D-маннита в концентрации 1.0 мг/мл (внутренний стандарт) и упаривали раствор досуха в вакууме роторной сушилки "Savant Spidvac" ("Savant Instrument IN", США). К сухому остатку добавляли 50 мкл 2%-ного раствора гидрохлорида метоксиамина в пиридине и нагревали при 80°C в течение 15 мин, после чего добавляли 120 мкл чистого бис (N,O-триметилсилил) трифторметамида и дополнительно нагревали при 80°C в течение 30 мин. Состав смеси триметилсилильных эфиров анализировали методом газовой хроматографии. Анализ выполняли на аналитическом газовом хроматографе HP5890 ("Хьюлетт-Пакард", США) при следующих условиях процесса: колонка SPB-1, размером 20 м × 0.2 мм × 0.2 мкм, газ-носитель – гелий (1.8 мл/мин), метод ввода пробы – деление потока газоносителя в отношении 1 : 65, объем вводимой жидкой пробы – 1 мкл, температурная программа анализа – от 80°C (0.5 мин) до 310°C со скоростью 10°C/мин, температура испарителя и пламенно-оинициационного детектора (ДИП) – 280°C и 320°C соответственно. Для регистрации сигнала использовали интегратор пиков HP3396A. Для количественной обработки результатов использовали метод внутреннего стандарта с добавлением D-маннита [17]. Для выполнения масс-спектроскопического анализа растительную ткань (1 г) растирали в жидком азоте, добавляли равное количество воды и инкубировали в термостате в течение 1 часа при 70°C. Супензию центрифугировали при 6000 г. К супернатанту добавляли ТХУ до 5% и инкубировали 10

мин при 4°C. Осадок трижды промывали холодным ацетоном и растворяли в воде. Полученный раствор лиофилизовали. К исследуемому образцу добавляли раствор α-циано-4-гидроксиоричной кислоты (CHCA) (матрица) в смеси 0.1% трифторметусной кислоты (40%) (ТФУ) и ацетонитрила (60%) (MeCN). HPLC анализ проводился на жидкостном хроматографе Waters HPLC ("Waters Corporation", США) на колонке Synergi 4μ Hydro-RP (250 x 4.6 mm 80Å) (Phenomenex, США). Вещества элюировали 0.1 %-ным раствором ТФУ (A) и градиентом ацетонитрила (MeCN) (B) от 0 до 80% в течение 25 минут при скорости потока 0.7 мл/мин. Вещества детектировали при 226 нм. Масс-спектры полученных образцов регистрировали на масс-спектрометре Bruker AutoFlor Speed MALDI TOF/TOF ("Bruker Daltonik GmbH", Германия).

Для оценки устойчивости растений к окислительному стрессу экспланты растений каланхоэ (листья, семена) выдерживали при 4°C 10 суток. В качестве контроля использовали экспланты, не подвергавшиеся холода.

Активность СОД определяли, используя тетразолий нитросиний (НСТ). За одну единицу активности СОД принимали содержание фермента, вызывающее ингибирование фотохимического восстановления НСТ на 50%, и выражали в ед. активности/мг белка [18].

Активность КАТ в листьях определяли по скорости деградации H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> согласно Кумар и Ноулес и выражали в мкмоль H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/г сырой массы мин) [19].

Уровень перекисного окисления липидов оценивали спектрофотометрически по тесту с тиобарбитуровой кислотой (ТБК тест), основанному на взаимодействии ТБК с конечными продуктами окисления липидов, основную долю которых составляет малоновый диальдегид (МДА). Оптическую плотность регистрировали при длине волны 532 нм. Содержание МДА рассчитывали в мкмоль/г сырого веса [20].

Содержание эндогенной перекиси водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) определяли спектрофотометрически. Абсорбцию супернатанта измеряли при 560 нм [21].

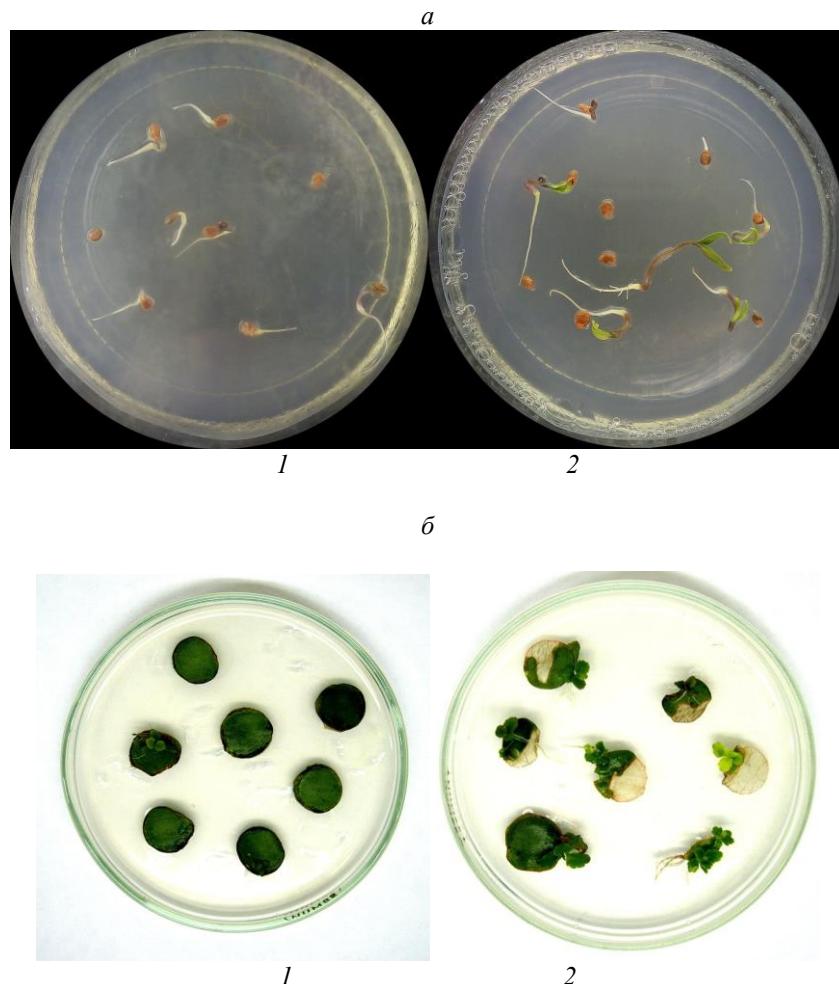
Определение свободного пролина проводили модифицированным методом Bates et al., 1973 [22].

Для статистической обработки данных использовали программы Statistica 6.0 и MS Excel 2007. Измерения проводили в трех биологических и трех аналитических повторностях. Каждый из трех опытов по трансформации проводили в 10-15 чашках Петри с 10 эксплантами в каждой из чашек. Достоверность отличий оценивали с использованием непараметрического критерия Мана-Уйтни. **Результаты и их обсуждение**

Для исследования ризогенеза, каллусогенеза и регенерации на среде с экстрактом каланхоэ семена томатов, выдерживали на холоде (опыт) 10 сут. Охлажденные семена быстрее прорастали на среде МС, давали более крепкие проростки и корни, чем семена без охлаждения (контроль), причем через 7 сут. у них уже были семядольные листья (рис. 1а; табл. 1). У листовых эксплантов каланхоэ, выдер-

жанных при пониженной температуре степень регенерации побегов была в 10 раз выше по сравнению с контролем, хотя отмечался частичный некроз охлажденных тканей (рис. 1б; табл. 1). Регенерация

рапса из гипокотиляй, образованных из охлажденных семян была в 2,3 раза выше по сравнению с контролем (табл. 1).



*Рисунок 1.*

*Влияние охлаждения растительных эксплантов на прорастание семян и регенерацию. (а) прорастание семян томата через 7 дней культивирования на среде МС. 1) семена без охлаждения (контроль). 2 – семена после охлаждения (опыт); б) листовые экспланты каланхоэ через 14 сут культивирования. 1 – листья каланхоэ без охлаждения (контроль). 2 –листья после 10-ти дневного охлаждения (опыт).*

Влияние холодового стресса на морфогенез растений

Таблица 1

Вариант	Без холодового стресса, %	Холодовой стресс, %
Прорастание семян томатов	77,0	81,8
Регенерация каланхоэ из листовых эксплантов	14,2	142,0
Регенерация рапса из гипокотильных эксплантов	15	35

У гипокотильных эксплантов томатов, полученных из охлажденных семян и, в среду которых был добавлен экстракт из охлажденных листьев ка-

ланхоэ, корнеобразование шло быстрее, чем из эксплантов, не подвергавшихся холодовой обработке и без добавления экстракта каланхоэ, как охлажденного, так и не охлажденного (рис. 2; табл. 2).

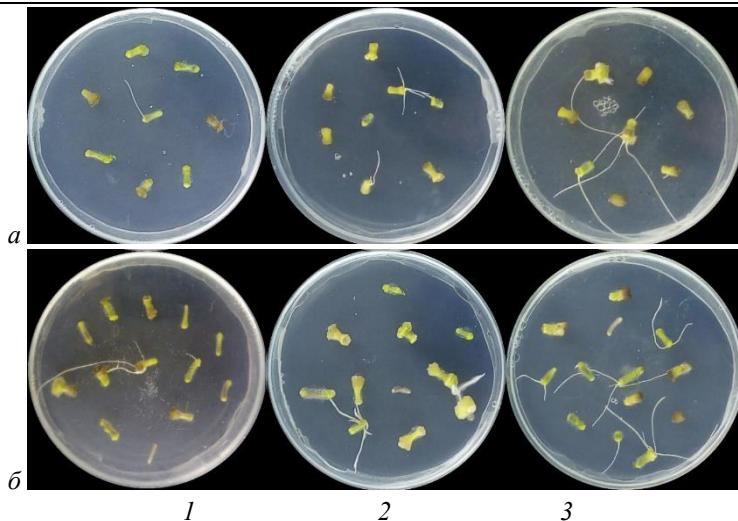


Рисунок 2. Ризогенез у проростков томата на 23 сутки культивирования. (а) – Экспланты из проростков неохлажденных семян; (б) – экспланты из проростков охлажденных семян. 1 – среда MC-1: MC с добавлением 1 мг/л кинетин и 1 мг/л ИУК; 2 - среда MC-1-2 – MC-1 + 12,2% экстракта растений каланхое без охлаждения; 3 - среда MC-1-3: – MC-1 + 12,2% экстракт растений каланхое после охлаждения.

Каллусообразование у томатов (рис. 3, табл. 2) и регенерация рапса из гипокотильных эксплантов (рис. 4, табл. 2) проходило более эффективно на среде с добавлением экстракта из охлажденных

растений каланхое по сравнению со средой без добавления экстракта или экстракта из неохлажденных растений.

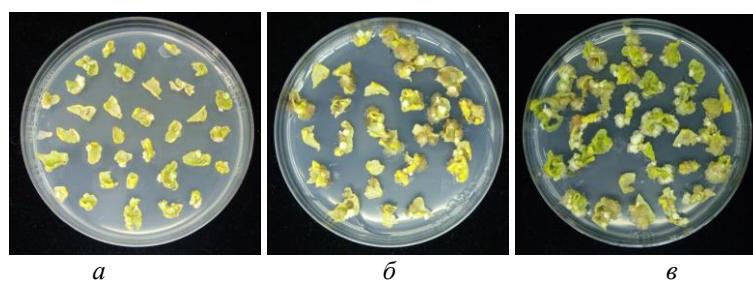
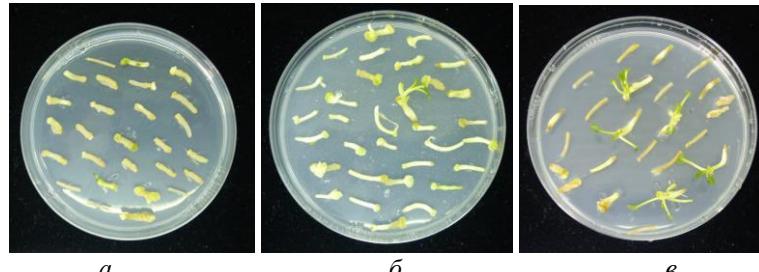


Рисунок 3. Каллусообразование на листовых эксплантах томата через 14 сут культивирования. (а) среда MC с добавлением 4 мг/л 6-БАП, 2 мг/л НУК, 3 мг/л АБК (MC-2); (б) среда MC-2-1: MC-2 с добавлением 1,25%, экстракта из растений каланхое без охлаждения; (в) среда MC-2-2 с добавлением 1,25% экстракта из растений каланхое после охлаждения.

Таблица 2  
Влияние холодового стресса на физиологические свойства экстрактов каланхое

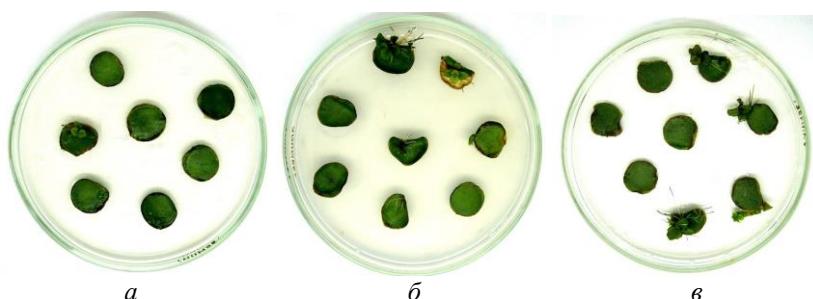
Ризогенез томата, %				
	Вариант	Без экстракта	Экстракт каланхое без охлаждения	Экстракт каланхое с охлаждением
1	Гипокотили из неохлажденных семян	12,5	25,0	37,5
2	Гипокотили из охлажденных семян	15,3	27,2	53,8
Регенерация рапса и каланхое, %				
1	Рапс	3,7	6,4	20,8
2	Каланхое	12,5	37,5	50,0
Каллусогенез томата				
1	Каллусы, %	82,3	88,4	100
2	Масса 5 каллусов, г	0,23	0,51	0,74



*Рисунок 4. Регенерация побегов из гипокотильных эксплантов рапса через 14 сут культивирования. (а) среда МС с добавлением 2 мг/л БАП, 1 мг/л зеатин, 1 мг/л АБК, 1 мг/л НУК, 1 мг/л ГК (МС-3); (б) среда МС-3-1: МС-3 с добавлением 1,25% экстракта из растений каланхое без охлаждения; (в) среда МС-3-2: МС-3 с добавлением 1,25% экстракта из растений каланхое после охлаждения.*

При добавлении не охлажденного экстракта каланхое в питательную среду для регенерации каланхое, регенерация листовых эксплантов была на 23,5% выше по сравнению с эксплантами на

среде без экстракта и на 35,8% выше на среде с экстрактом из охлажденных листьев, и по сравнению с эксплантами без экстракта (рис. 5, табл. 2).



*Рисунок 5. Регенерация побегов из листовых эксплантов каланхое через 14 сут культивирования. (а) Среда МС с добавлением 1 мг/л БАП, 0,1 мг/л НУК (МС-4); (б) среда МС-4-1: МС-4 с добавлением 1,25%, экстракта из растений каланхое без охлаждения; (в) среда МС-4-2: МС-4 с добавлением 1,25% экстракта из растений каланхое после охлаждения.*

Таким образом, умеренный холодовой стресс, вызванный низкими положительными температурами (+4°C), оказывает стимулирующее влияние на некоторые этапы морфогенеза растений. Так охлаждение семян томатов при 4°C в течение 10 сут стимулировало их прорастание, а охлаждение листьев каланхое повышало их регенерационную способность. У гипокотиля томатов, образованных из охлажденных семян, эффективнее шел ризогенез. Экстракти каланхое, полученные из охлажденных листьев и добавленные в питательную среду для растений стимулировали ризогенез, каллусообразование и регенерацию томатов, рапса и каланхое. Важными регуляторами растений в ответ на абиотический стресс являются фитогормоны. При этом абсцизовая кислота (АБК) служит центральным ре-

гулятором многих ответов растений на неблагоприятное воздействие факторов среды [14]. Воздействие холодового стресса приводит к увеличению эндогенного уровня АБК, что сопровождается активацией генов, включающих в работу всю сигнальную систему, метаболические ферменты, факторы транскрипции и т.д. [23, 24].

В нашей работе в экстрактах охлажденных растений каланхое методом масс-спектроскопии определили вещество с пиком 265,9Да, соответствующего молекулярной массе синтетического препарата абсцизовой кислоты (рис. 6).

Это свидетельствует о накоплении АБК при абиотическом стрессе, вызванного пониженной температурой, что согласуется с ее важной регулирующей ролью.

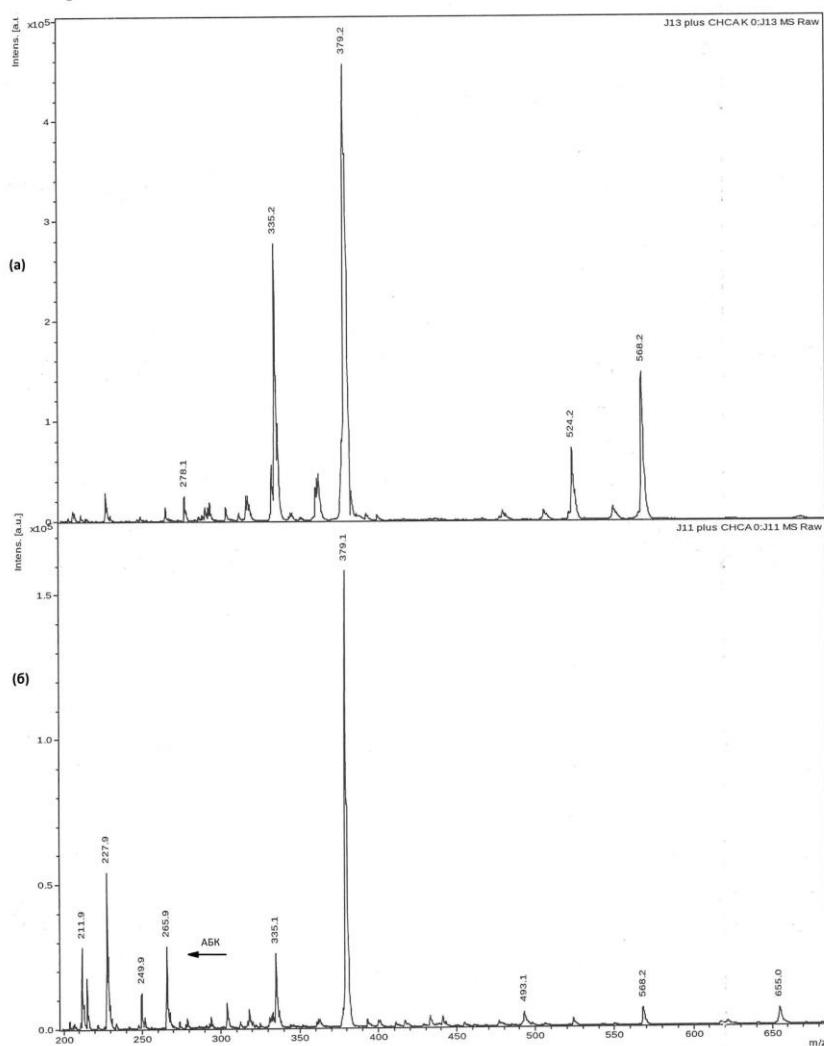


Рисунок 6. Масс-спектрометрический анализ соединений из листьев каланхое. (а) – анализ соединений из неохлажденных растений; (б) – анализ соединений из охлажденных растений 10 сут + 4<sup>0</sup>С.

В экстрактах охлажденных растений каланхое содержание углеводов и оксикислот отличалось от

их содержания в экстрактах неохлажденных растений (табл. 3).

Таблица 3

Содержание углеводов и оксикислот в образцах экстракта каланхое, мг/л

№	Яблочная кислота	Винная кислота	Фруктоза	Глюкоза	Сахароза
К	7,40 ± 0,6	0,14 ± 0,01	0,17 ± 0,02	0,33 ± 0,03	0,44 ± 0,05
О	7,90 ± 0,7	0,18 ± 0,02	0,35 ± 0,03	0,97 ± 0,1	0,38 ± 0,03

Примечание: \*Представлены средние арифметические величины и их стандартные отклонения по результатам 3 опытов по 7-10 биологических повторностей в каждом. К-Контроль – экстракт из неохлажденных растений; О-опыт – экстракт из охлажденных растений.

Показано увеличение содержание глюкозы, фруктозы яблочной и винной кислот в экстрактах растений каланхое, подвергнутых холодовому стрессу, по сравнению с экстрактами неохлажденных растений. Эти данные свидетельствуют о том, что сахара играют важную роль в толерантности растений к температурному стрессу. Многие абиотические стрессы влияют на синтез, концентрацию, обмен веществ, транспорт и запасание сахаров. Растворимые сахара являются потенциальными сигналами регуляции роста и развития растений под влиянием стрессирующих абиотических факторов. По литературным данным анализ мутантов *Arabidopsis*

показал, что «сахарная» сигнализация взаимодействует с АБК, которая повышается при температурном стрессе, регулируя накопление сахаров, в частности глюкозы и фруктозы, повышающие осмотический потенциал клеток и, рассматриваемые как низкомолекулярные антиоксиданты [14, 25].

Проводилось исследование устойчивости растений каланхое к окислительному стрессу, вызванному пониженной температурой. При получении растительных экстрактов лекарственных растений часто применяют метод холодового стресса, при котором в растении замедляется обмен веществ и

накапливаются продукты метаболизма, представляющие собой ценные биологически активные соединения. Одной из причин повреждения растений при пониженной температуре может быть окислительный стресс, вызванный повышенным содержанием активных форм кислорода (АФК) [6]. В растениях существует многоуровневая система защиты от окислительного стресса, включающая антиоксидантные ферменты (супероксиддисмутаза (СОД), каталаза (КАТ), пероксидаза) и низкомолекулярные антиоксиданты (АО) (каротиноиды, антоцианы, глутатион) и др. [26]. Основную роль в элими-

нации АФК играет СОД, которая снижает концентрацию супероксида. Каталаза, пероксидаза и ферменты, включенные в аскорбат-глутатионовый цикл устраняют избыток перекисей [27]. Чаще всего при стрессе происходит увеличение активности АО ферментов. В нашей работе, на примере каланхое, исследовали параметры окислительного стресса, вызванного охлаждением. В качестве маркеров стресса в клетках растений исследовали такие параметры, как активность СОД, ПОЛ, содержание  $H_2O_2$ , активность КАТ и содержание пролина. Для сравнения эти же параметры измеряли в клетках неохлажденных листьев (табл. 4).

Таблица 4

## Количественное содержание маркеров стресса в листьях каланхое

№	СОД отн.ед./мг белка	ПОЛ мкм/г сыр.веса	$H_2O_2$ мг/г сыр.веса	КАТ мкМ $H_2O_2$ /(г сыр. массы мин)	Пролин мг/г сыр. веса
K	$8,9 \pm 0,5$	$3,1 \pm 0,1$	$3,7 \pm 0,2$	$4,2 \pm 1,1$	$320 \pm 16$
O	$56 \pm 2,0$	$6,4 \pm 0,3$	$4,8 \pm 0,2$	$6,5 \pm 1,3$	$568 \pm 28$

Примечание: контроль - не охлажденные листья растений каланхое; опыт - листья каланхое, 10 сут, находящиеся при температуре +4°C. K – контороль; O – Опыт.

У растений после холодового стресса, активность антиоксидантных ферментов СОД и КАТ повышалась на 529,2% и 54,7% соответственно (табл. 4). Известно, что возрастание активности каталазы способствует лучшей защите растений от окислительного стресса и обеспечивает повышение жизнедеятельности в ответ на неблагоприятные воздействия [28]. В экстрактах каланхое, подвергнутых холодовому стрессу, отмечено повышение уровня ПОЛ на 106,4% и  $H_2O_2$  на 29,7%, (табл. 4). Свободный пролин при стрессе обладает множеством функций: осморегуляторной, протекторной, антиоксидантной, энергетической, при этом происходит накопление пролина в клетках [29]. В условиях холодового стресса у каланхое наблюдали повышение уровня содержания Пролина на 77,5% у охлажденных растений, по сравнению с неохлажденными (табл. 4). Исследование маркеров окислительного стресса СОД, ПОЛ,  $H_2O_2$ , Пролин, КАТ у растений каланхое показало стабильный рост активности исследуемых параметров. Поэтому можно предположить, что растения каланхое были способны избегать развития окислительного стресса при низкотемпературном воздействии как за счет поддержания активности СОД и КАТ, так и за счет накопления в клетках большого количества низкомолекулярных антиоксидантов.

Таким образом, холодовой стресс каланхое, вызванный низкими положительными температурами, стимулирует прорастание семян, регенерацию листьев и улучшает физиологические свойства экстрактов, полученных из охлажденных растений. Полученные данные свидетельствуют о биологической активности экстрактов каланхое и перспективности применения охлажденных растительных экстрактов в современной экспериментальной биологии и биотехнологии растений.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность к.б.н. А.В. Ариповскому за проведенный анализ углеводов и органических кислот в экстрактах растений.

Работа выполнена по Госзаданию № 0101-2019-0037 и при частичной финансовой поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований № 19-08-00299, № 19-08-00375 и № 18-08-00752.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Носов, А.М. Лекарственные растения / М.: ЭКСМО-Пресс, 1999. 349 с.
- Nwose, C. Effect of ethanolic leaf extract of *Kalanchoe pinnata* on serum creatine kinase in albino rats // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2013, 1(5), 8-12.
- Филатов, В.П. Биологические основы тканевой терапии // Известия АН СССР. Сер. биол., 1951, (6), 23-59.
- Yang, L., Wen, K-S., Ruan, X. et al. Response of plant secondary metabolites to environmental factors. // Molecules, 2018, 23(4), 762. doi.org/10.3390/molecules23040762
- Ashrat M.N., Iqbal M., Rasheed R., et al. Environmental Stress and Secondary Metabolites in Plants: An Overview. Plant Metabolites and Regulation Under Environmental Stress / Eds. Ahmad P., Ahanger M.A., Singh V.P., Tripathi D.K., Alam P., Alyemeni M.N. Elsevier. Academic Press, 2018, (8), 153-167. doi.org/10.1016/B978-0-12-812689-9.00008-X
- Попов В.Н., Нарайкина Н.В. Изменение активности антиоксидантных ферментов при низкотемпературном закаливании *Nicotiana tabacum* L. и *Secale cereal* L. // Физиология растений, 2020, 67(5), 538-546. doi: 10.31857/S0015330320050115
- Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений. Трансформация кукурузы: научное издание / ред.:

- Вл. В. Кузнецов, В. В. Кузнецов, Г. А. Романов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. 487 с.
8. Осипова Е.А. Агробактериальная трансформация культуры клеток Василистника малого (*Thalictrum minus* L.). Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2018, 20, 5(3), 447-455.
  9. Truesdale M.R., Toldi O., Scott P. The effect of elevated concentrations of fructose 2,6 bisphosphate on carbon metabolism during deacidification in the crassulacean acid metabolism plant *Kalanchoe daigremontiana*. Plant Physiol., 1999, 121, 957-964. doi: 10.1104/pp/84.1.182
  10. Jia S-R., Yang M-Z., Ott R., et al. High frequency transformation of *Kalanchoe laciniata*. Plant Cell Reports, 1989, 8, 336-340. doi: 10.1007/BF00716668
  11. Romani I., Schuelter A.R., Mora F., et al. Callus induction through anther culture in peach-tomato plants (*Solanum sessiliflorum* Dunal). Asian Journal of Plants Sciences, 2009, 8(3), 199-205. doi:10.3923/ajps.2009.199.205
  12. Adhikari P.B., Yoon C.-S., Kang W.-H. Callus induction and shoot regeneration of commercial tomatoes (*Solanum lycopersicum*) through anther culture. Acta Horticulturae, 2016, 1142, 389-394. doi:10.17660/ActaHortic.2016.1142.59
  13. Сахно Л.А., Гочева Е.А., Комарницкий И.К., et. al. Стабильная экспрессия беспромоторного гена bar в трансформированных растениях рапса. Цитология и генетика, 2008, (1), 21-28.
  14. Кондратьев М.Н., Ронькина Е.С., Ларикова Ю.С. Влияние абиотических стрессов на метabolизм вторичных соединений в растениях. Научный журнал «Известия КГТУ», 2018, (49), 203-219.
  15. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco cultures. Physiol. Plant, 2006, 15(3), 473-497. doi: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x
  16. Захарченко Н.С., Фурс О.В., Пиголева С.В. и др. Биологическая активность экстрактов цекропин Р1-синтезирующих растений каланхоз: перспективы для фармакологии. Физиология растений, 2018, 68(1), 1-10. doi: 10.7868/S0015330318010074
  17. Knapp D.R. Handbook of analytical derivatization reactions. USA: Wiley-Interscience Publication, 1979. 553 p.
  18. Beauchamp C.O., Fridovich I. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. Anal. Biochem., 1971, 44(1), 276-287. doi:10.1016/0003-2697(71)90370-8
  19. Kumar G.N., Knowles N.R. Changes in lipid peroxidation and lipolytic and free-radical scavenging enzyme during aging and sprouting of potato (*Solanum tuberosum* L.) seed-tubers. Plant Physiol., 1993, 102, 115-124. doi: 10.1104/pp.102.1.115.
  20. Uchiyama M., Miura M. Determination of malonaldehyde precursor in tissue by thiobarbituric acid test. Anal. Biochem., 1978, 86(1), 271-287. doi.org/10.1016/0003-2697(78)90342-1
  21. Bellincampi D., Dipierro N., Salvi G., et al. Extracellular H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> induced by oligogalacturonides is not involved in the inhibition of the auxin-regulated *rolB* gene expression in tobacco leaf explants. Plant Physiol., 2000, 122, 1379-1385. doi.org/10.1104/pp.122.4.1379
  22. Bates L., Waldren P.P., Teare J.D. Rapid determination of free proline of water stress studies. Plants Soil, 1973, 39, 205-207. doi.org/10.1007/BF00018060
  23. Umezawa T. Systems biology approaches to abscisic acid signaling. J. Plant Res., 2011, 124(4), 539-548. doi:10.1007/s10265-011-0418-x.
  24. Arenas-Huertero F., Arroyo A., Zhou L. et al. Analysis of *Arabidopsis* glucose insensitive mutants, *gin5* and *gin6*, reveals a central role of the plant hormone ABA in the regulation of plant vegetative development by sugar. Genes Dev., 2000, 14, 2085-2096. PMID: 10950871
  25. Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K. Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stress / K. Yamaguchi-Shinozaki, K. Shinozaki. Annu. Rev. Plant Biol., 2006, 57, 539-548. doi: 10.1146/annurev.arplant.57.032905.105444
  26. Колупаев Ю.Е. Антиоксиданты растительной клетки и их роль в АФК-сигналинге и устойчивости растений. Успехи современ. Биол., 2016, 136, 181-199.
  27. Scandalios J.G. Oxygen stress and superoxide dismutases. Plant Physiol., 1993, 101, 7-12.
  28. Gill S.S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiol Biochem., 2010, 48(12), 909-930. doi: 10.1016/j.plaphy.2010.08.016.
  29. Шевякова Н.И., Бакулина Е.А. Кузнецов Вл.В. Антиоксидантная роль пролина у галофита хрустальной травки при действии засоления и параквата, инициирующих окислительный стресс. Физиология растений. 2009, 56(5), 736-742.

# CHEMICAL SCIENCES

## INFLUENCE OF HYDROLYZED POLYMETHYL ACRYLATE CONCENTRATION ON THE SOLUBILITY AND SORPTION PROPERTIES OF STARCH FILMS

**Razzoqov H.**

*Candidate of technical Sciences, associate Professor of Bukhara state University,  
Uzbekistan, Bukhara*

**Nazarov S.**

*Candidate of technical Sciences, associate Professor of Bukhara state University,  
Uzbekistan, Bukhara*

**Shirinov G.**

*Teacher of Bukhara state University,  
Uzbekistan, Bukhara*

## ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ГИДРОЛИЗОВАННОГО ПОЛИМЕТИЛАКРИЛАТА НА РАСТВОРИМОСТЬ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК КРАХМАЛА

**Раззоков Х.К.**

*Кандидат технических наук, доцент Бухарского государственного университета,  
Узбекистан, г. Бухара*

**Назаров С.И.**

*Кандидат технических наук, доцент Бухарского государственного университета,  
Узбекистан, г. Бухара*

**Ширинов Г.К.**

*Старший преподаватель Бухарского государственного университета,  
Узбекистан, г. Бухара*

### **Abstract**

*In this work, the effect of the concentration of the hydrolyzed polymethyl acrylate on the solubility and sorption properties of starch films, the dependence of the change in the physical and mechanical properties of starch films on the concentration of hydrolyzed polymethyl acrylate are studied.*

### **Аннотация**

*В работе изучены влияние концентрации гидролизованного полиметилакрилата на растворимость и сорбционные свойства пленок крахмала, зависимость изменения физико-механических свойств пленок крахмала от концентрации гидролизованного полиметилакрилата.*

**Keywords:** starch, viscosity, dressing, degree of gelatinization

**Ключевые слова:** крахмал, вязкость, шлихта, степень клейстеризации

Интерес к проблеме взаимодействия воды с полимерами и полимерными материалами обусловлен рядом причин. Одна из причин заключается в практической значимости информации о взаимодействии воды с полимерами, т.к. вода является той средой, с которой наиболее часто приходится сталкиваться при использовании этих материалов и изделий в реальных условиях при повышенной влажности (80%) [1-5]. Очевидно, что данные о сорбции и диффузии воды необходимы как для прогнозирования поведения этих материалов во влажных средах, оценки их работоспособности, так и для выбора самих материалов [6-9, 13]. Другая причина, обуславливающая интерес к системам полимер–вода, связана со специфическим взаимодействием, возникающим за счет водородных связей между молекулами воды и полярными группами полимера и, в результате, обуславливающим характер таких процессов, как набухание, растворимость.

Полимерная композиция на основе крахмала и ГПМА используется в качестве шлихтующих препаратов, поэтому взаимодействие этих систем с водой интересно с точки зрения исследования сорбционных свойств, процессов набухания и растворимости шлихтующих композиций [10-12, 15].

Кинетика сорбции влаги при 80% влажности 6%-ными крахмальными пленками с различным содержанием ГПМА приведены в табл. 1, из которого следует, что крахмал и ГПМА, содержащиеся в полимерных композициях, приводят к некоторому повышению сорбционных свойств пленок из этих полимеров. Это очень ценное и важное свойство для шлихтующих композиций, так как они при хранении должны сохранять определенную влажность для облегчения дальнейшей переработки.

Для этой цели в шлихтовальную композицию вводят гигроскопическое вещество – глицерин. Введение ГПМА привело к повышению гигроскопичности без специального препарата.

Таблица 1

Содержание ГПМА в пленках крахмала, %	Количество сорбированной воды (%) при разном времени, час						
	0,25	0,5	1,0	2,0	20,0	24,0	48,0
0	1,01	2,22	3,80	4,00	10,73	12,02	12,21
2	1,41	2,34	4,02	4,24	11,07	12,26	12,43
4	1,47	2,42	4,17	4,41	11,36	12,47	12,55
6	1,56	2,51	4,34	4,54	11,57	12,68	12,76
8	1,66	2,56	4,46	4,72	11,72	12,87	12,97
10	1,71	2,68	4,63	4,86	12,01	13,14	13,18
12	1,83	2,79	4,87	5,04	12,23	13,36	13,33
14	1,94	3,03	5,08	5,42	12,45	13,50	13,52

Повышение сорбционных свойств полимерной композиции можно объяснить повышением ионогенности крахмала за счет образования прочных комплексов с ГПМА.

Повышение сорбционных свойств пленок крахмала оказывает положительное влияние на процесс набухания, растворимости пленок композиции, содержащей ГПМА.

В естественном состоянии крахмал нерастворим в холодной воде; он адсорбирует 25-30% воды, и при этом не набухает. При повышенных температурах водородные связи, которыедерживают мицеллярные структурные части и молекулы воды растворителя в связанном состоянии распадаются. Более диссоциированные молекулы воды при более высоком уровне энергии способны проникать в ослабленную структуру крахмала и постепенно

гидратировать многочисленные гидроксильные группы вдоль крахмальных молекул [14].

Исследование процесса набухания крахмальных клейстеров показало (табл. 2), что введение в крахмальные пленки ГПМА приводит к повышению способности связывать воду. Количество связанный воды 1 г крахмала повышается на 8-9%.

Такое насыщение водой пространства, окружающего центральный полимер за счет сольватации, приводит к повышению набухания целой системы, переходу ограниченного набухания в неограниченное, в результате чего повышается и способность полимера к растворению (табл. 2.), т.е. повышение способности к набуханию крахмала при модификации его ГПМА можно объяснить образованием прочного комплекса полиакриламид–гидролизованный полиметилакрилат.

Таблица 2

Способность крахмала с различным содержанием ГПМА связывать воду и растворяться

Состав раствора	Количество воды, связанной 1 г крахмала, г	Растворимость, %	Способность связывать воду, %
Крахмал	33,21	28,4	45,5
Крахмал + 2% ГПМА	36,41	36,7	62,7
Крахмал + 4% ГПМА	36,89	42,2	69,6
Крахмал + 6% ГПМА	37,10	48,7	78,8
Крахмал + 8 % ГПМА	37,34	54,5	84,7
Крахмал +10% ГПМА	37,96	62,2	89,1
Крахмал+12% ГПМА	38,14	67,6	92,8

Таким образом, сорбционные свойства пленок крахмала с введением в них ГПМА повышаются в результате образования сольватной оболочки воды и образования прочного комплекса, вследствие чего повышается набухаемость и растворимость пленок.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Раззоков Х. К., Назаров С. И., Ширинов Г. К. Изучение зависимости разрывных характеристик хлопчатобумажной пряжи от состава шлихтующей композиции //Ученый XXI века. – 2019. – С. 20.
2. Раззоков Х. К., Назаров С. И., Назаров Н. И. Изучение зависимости разрывных характеристик хлопчатобумажной пряжи от состава шлихтующей композиции //Universum: технические науки. – 2019. – №. 5. – С. 53-55.
3. Назаров С. И. и др. Исследование и разработка загущающих композиций на основе модифицированного крахмала //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 3-1. – С. 42-45.
4. Раззоков Х. К. и др. Способ получения шлихтующих ингредиентов на основе природных и синтетических полимеров и их применение //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 2. – С. 41-45.
5. Назаров С. И., Мухитдинова Х. С. Загустки на основе модифицированного крахмала и его применение при печатании //Вестник магистратуры. – 2017. – №. 2-1. – С. 23.
6. Rakhamatov S. B. et al. The study of the properties of hoipolloi resin-modified lignin and hexamethylene tetramine //Новый университет. – 2014. – С. 24.

7. Шарипов М. С. и др. Микроструктура загущающих композиций на основе окисленной модификации крахмала //Журнал Пластические массы. – 2008. – №. 7. – С. 55-57.
8. Ниёзов Э. Д. и др. Новый загуститель на основе карбоксиметилкрахмала и водорастворимых полимеров для набивки хлопчатобумажных тканей //Пластические массы. – 2010. – №. 11. – С. 48-50.
9. Ismatova R. A. et al. Sizing polymer compositions on the base of starch and polyvinyl alcohol //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2019. – №. 11-12. – С. 41-44.
10. Амонов М.Р. Водорастворимые полимерные композиции на основе местного сырья для применения в производстве хлопчатобумажных тканей и технология их получения: Дисс...д-ра.техн.наук. –Ташкент, 2005. – 252 с.
11. Ниёзов Э.Д., Шарипов М.С., Яриев О.М. Вязкостно-когезионные свойства загущающих композиций на основе карбоксиметилкрахмала // Узбекский химический журнал – Ташкент, 2010. – № 4. – С. 56-57
12. Равшанов К. А. Загустители на основе фосфатного крахмала и ее применении в текстильной промышленности //Ученый XXI века. – 2017. – С. 28.
13. Амонов М. Р. и др. Загустки на основе природных и синтетических полимерных композиций для печатания тканей //Узбекский химический журнал. – 2002. – №. 4. – С. 71.
14. Аманов М. Р. и др. Влияние соотношения компонентов полимерной композиции на свойства загустей //Пластические массы. – 2007. – №. 7. – С. 45-46.
15. Исматова Р. А. и др. Разработка нового состава для шлихтования хлопчатобумажной пряжи //Universum: технические науки. – 2019. – №. 11-3. – С. 82-85.

# MEDICAL SCIENCES

## RESTORATION OF THE BILE PASSAGE IN THE SYNDROME OF MECHANICAL JAUNDICE OF BENIGN ORIGIN ACCORDING TO THE CLINIC'S METHODOLOGY

**Aimagambetov M.**  
**Omarov N.**  
**Auenov M.**  
**Abdrakhmanov S.**  
**Sakenov A.**  
**Akhmetov A.**

*Departments of Hospital Surgery  
 Non-profit Joint-Stock  
 Company "Semey Medical University"  
 Republic of Kazakhstan*

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАССАЖА ЖЕЛЧИ ПРИ СИНДРОМЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХИ ДОБРОКАЧЕСТВЕННОГО ГЕНЕЗА ПО МЕТОДИКЕ КЛИНИКИ

**Аймагамбетов М.Ж.**  
**Омаров Н.Б.**  
**Эуенов М. Э.**  
**Абдрахманов С.Т.**  
**Сакенов А. А.**  
**Ахметов А.Ж.**

*Кафедры госпитальной хирургии  
 Некоммерческое акционерное общество  
 «Медицинский университет Семей»  
 Республика Казахстан*

#### **Abstract**

*A comparative analysis of the effectiveness of various methods of decompression of the hepatobiliary tract in patients with mechanical jaundice (MJ) of benign origin (DH) was performed. The analysis of the results of treatment of 88 patients with MS in the period from 2015 to 2020 (men were 29 (32.9%), women – 59 (67.04%), aged 18 to 88 years. The average age was  $64 \pm 4.8$  years). Of these, 45 patients underwent choledohoduodenostomosis (CDA) according to Yurash - Vinogradov, 43-CDA according to the clinic's method. In the main group, there was no fatal outcome. In the control group, in 1 case, a fatal outcome was observed. The expediency of therapeutic tactics for MJ remains one of the most difficult issues.*

#### **Аннотация**

*Проведен сравнительный анализ эффективности различных способов декомпрессии гепатобилиарного тракта у больных с механической желтухой (МЖ) доброкачественного генеза (ДГ). Проведен анализ результатов лечения 88 больных с МЖ в период с 2015 по 2020гг (мужчин было 29 (32,9%), женщин – 59 (67,04%), в возрасте от 18 до 88 лет. Средний возраст составил  $64 \pm 4,8$  года). Из них 45 больным наложен холедоходуоденоанастомоз (ХДА) по Юрашу- Виноградову, 43 - ХДА по методике клиники. В основной группе летального исхода не было. В контрольной группе в 1 случае наблюдался летальный исход. Целесообразность лечебной тактики при МЖ остается одним из самых сложных вопросов.*

**Keywords:** gallstone disease, mechanical jaundice, benign genesis, surgical treatment, complications.

**Ключевые слова:** желчнокаменная болезнь, механическая желтуха, доброкачественный генез, оперативное лечение, осложнения.

#### **Актуальность исследования.**

Доброкачественные поражения общего желчного протока остаются одними из частых патологических состояний билиопанкреатодуоденальной области [1,3,4,7]. По данным различных авторов в последние годы во всем мире отмечается неуклонное увеличение числа пациентов с заболеваниями панкреатодуоденальной зоны, внепеченочных желчных протоков, которые сопровождаются развитием механической желтухи [2,5,6]. Вопрос выбора метода хирургического лечения патологии магистральных желчных протоков в настоящее время находится в центре внимания многих ученых и практических хирургов [8,9,11].

Существующие методы хирургической коррекции не всегда приводят к желаемым результатам, поэтому продолжается поиск более эффективных оперативных приемов. Несмотря на широкое внедрение в клиническую практику малоинвазивных и эндоскопических методов декомпрессии билиарного тракта при лечении пациентов с прогрессирующим течением механической желтухи, зачастую единственным способом помочь больному является формирование обходных билиодигестивных анастомозов, направленных на отведение желчи. В частности, при множественном холедохолитиазе, протяженных структурах терминального отдела общего желчного протока используются

различные способы внутреннего дренирования билиарного тракта [10,12,15,17]. Однако основным видом хирургического лечения поражений внепеченочных желчных путей, по данным разных авторов, является создание билиодigestивного анастомоза. [13,14,16].

**Цель исследования:** Провести сравнительный анализ результатов лечения пациентов с доброкачественными заболеваниями внепеченочных желчных протоков, осложненными механической желтухой, способом формирования Холедоходуоденоанастомоза по методике клиники (*патент РК*

108142) и традиционным ХДС по Юрашу -Виноградова.

**Материал и методы:** Проанализированы результаты хирургического лечения 3417 больных ЖКБ, оперированных в клинике УГ НАО «МУС» с января 2015 г. по январь 2020 г. Изучены результаты хирургического лечения и восстановлен пассаж желчи у 88 (2,6%) пациентов с ЖКБ, осложнённой МЖ. Из них мужчин было 29 (32,9%), женщин – 59 (67,04%). Средний возраст составил  $64 \pm 5,4$  года (табл. 1).

Таблица 1

Средний возраст				
Основной группа		Контрольный группа		
мужчины	Женщин	мужчины	женщин	
14	29	11	34	
<b>(64 ±1,1 года)</b>			<b>(59,6±2,4 года)</b>	
<b>Итого 18 - 88 лет (64 ±5,4 года)</b>				

Сочетались несколько этиологических факторов развития МЖ (табл. 2).

Таблица 2

Основные причины механической желтухи

Причины механической желтухи	Основная группа		Контрольная группа	
	Кол-во	%	Кол-во	%
Множественный холедохолитиаз и структура Фатерова сосочка	<b>20</b>	46,5	<b>17</b>	37,8
Множественный холедохолитиаз и синдром Мириззи II тип	<b>9</b>	20,9	<b>11</b>	24,4
Ущемленный камень Фатерова сосочка	<b>4</b>	9,3	<b>5</b>	11,1
Постхолецистэктомический синдром, резидуальный холедохолитиаз. Холангит.	<b>7</b>	16,3	<b>6</b>	13,3
Постхолецистэктомический синдром, протяженная структура желчных протоков и терминального отдела холедоха	<b>2</b>	4,6	<b>5</b>	11,1
Внутрипеченочный гепатолитиаз (Болезнь Кароли)	<b>1</b>	2,3	<b>1</b>	2,2
<b>Итого (n=97)</b>	<b>43(100%)</b>		<b>45 (100%)</b>	

Длительность МЖ у больных колебалась от 3 до 41 суток. Тяжесть МЖ определялась согласно

классификации Э.И. Гальперина и соавт. (2014) [6], (табл. 3).

Таблица3.

Распределение пациентов по степени тяжести МЖ (n = 88)

	Показатели	Баллы	ОГ (муж)		ОГ (жен)		КГ (муж)		КГ (жен)	
			Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
<b>A</b>	Общий билирубин < 60 мк моль/л	<b>1</b>	2	14,3	7	24,1	3	20	9	30
	Общий белок > 65 г/л	<b>1</b>								
	Протромбиновый индекс > 80%	<b>1</b>								
	Холангит отсутствует	<b>1</b>								
<b>B</b>	Общий билирубин 65–200 мк моль/л	<b>2</b>	7	50,0	11	37,9	5	33,3	10	33,3
	Общий белок 55–64 г/л	<b>2</b>								
	Протромбиновый индекс 60–80%	<b>2</b>								
	Холангит (интермиттирующая)	<b>2</b>								
<b>C</b>	Общий билирубин > 200 мк моль/л	<b>3</b>	5	35,7	11	37,9	7	46,6	11	36,6
	Общий белок < 55 г/л	<b>3</b>								
	Протромбиновый индекс < 60%	<b>3</b>								
	Имеются явления холангита	<b>3</b>								
<b>ИТОГО</b>			<b>14 (100%)</b>		<b>29 (100%)</b>		<b>15 (100%)</b>		<b>30 (100%)</b>	

В зависимости от способа выполнения оперативного вмешательства пациенты были разделены на 2 группы (Таблица 4).

Таблица 4

Виды операций	Виды операций	
	Основной группа	Контрольный группа
Холедоходуоденоанастомоз по методике клиники (патент РК 108142)	<b>43</b>	-
Холедоходуоденоанастомоз по Юрашу–Виноградову	-	<b>45</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>43(48,9%)</b>	<b>45(51,1%)</b>
	<b>88 (100%)</b>	

Способ осуществляется следующим образом: после вскрытия передней стенки супрадуоденального отдела холедоха на протяжении 25 мм, накладывают швы с проколом стенки холедоха изнутри

наружу в нижнем углу с проколом стенки серозно-мышечного слоя ДПК по верхне-заднему краю атравматическим швовым материалом Пролен 5-0 с обеих сторон (Рисунок 1).

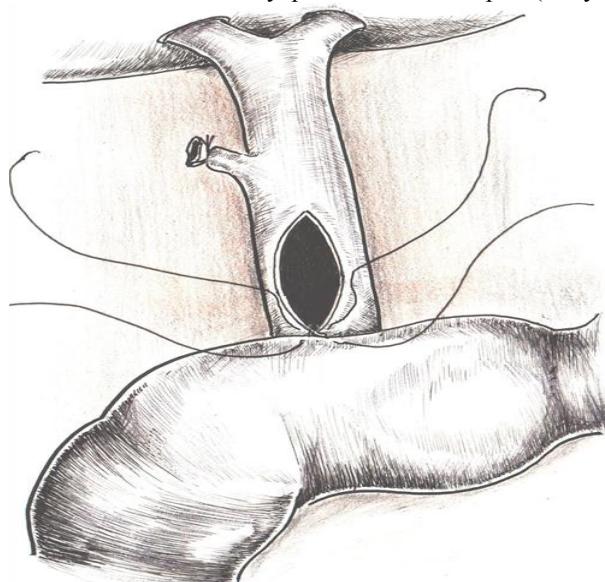


Рисунок 1.

Способ восстановления желчеоттока у больных с непроходимостью терминального отдела холедоха

Первые стежки наложенного непрерывного шва с двух сторон завязывают с формированием узла вне просвета анастомоза (рисунок 2).

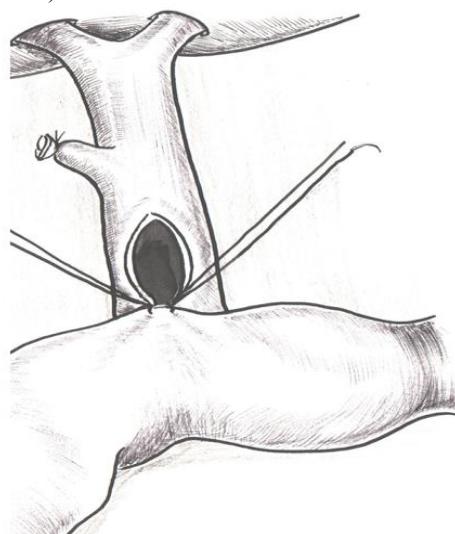


Рисунок 2.

Способ восстановления желчеоттока у больных с непроходимостью терминального отдела холедоха

После отсечения свободных концов нитей производят поперечное рассечение серозно-мышечного слоя стенки ДПК без вскрытия ее просвета. Наложение стежков непрерывного шва производят вдоль линии рассечения стенки ДПК с проколом

стенки кишки атравматической иглой серозно-мышечно и выколом иглы через стенку холедоха изнутри наружу с двух сторон. Производят вскрытие просвета ДПК электрокоагулятором (рисунок 3).

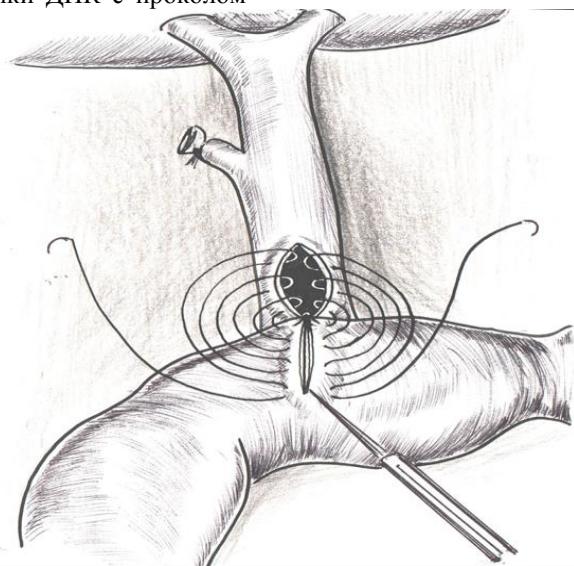


Рисунок 3.

*Способ восстановления желчеоттока у больных с непроходимостью терминального отдела холедоха*

Формируют наружный узел после наложения последних стежков непрерывного шва с двух сторон путем проведения концов нитей с выколом игл через стенки холедоха и ДПК (серозно-мышечно)

изнутри наружу и затягивания стежков непрерывного шва (рисунок 4).

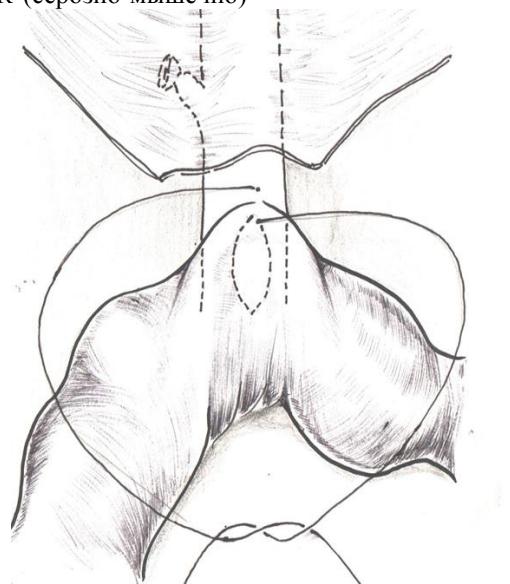


Рисунок 4.

*Способ восстановления желчеоттока у больных с непроходимостью терминального отдела холедоха*

Концами этих же нитей накладывают стежки непрерывного шва между отсепарованным краем листка висцеральной брюшины гепатодуоденаль-

ной связки и стенкой ДПК с проведением игл серозно-мышечно (рисунок 5) и формированием узлов с обеих сторон (рисунок 6).

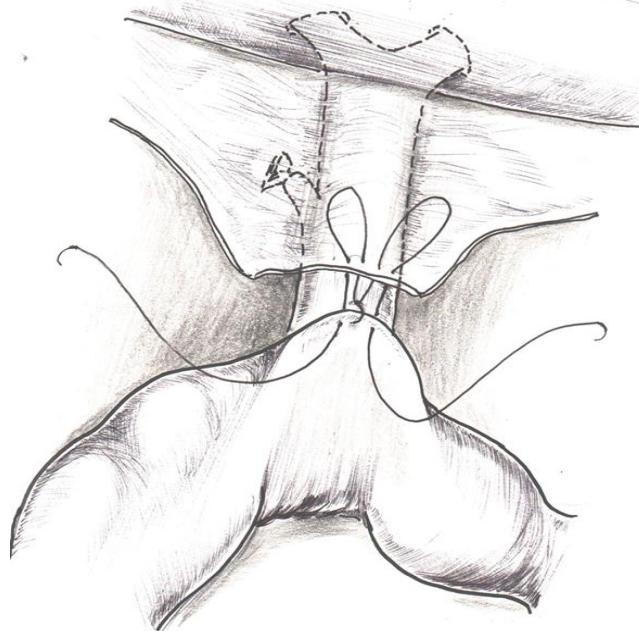


Рисунок 5.

*Способ восстановления желчеоттока у больных с непроходимостью терминального отдела холедоха*

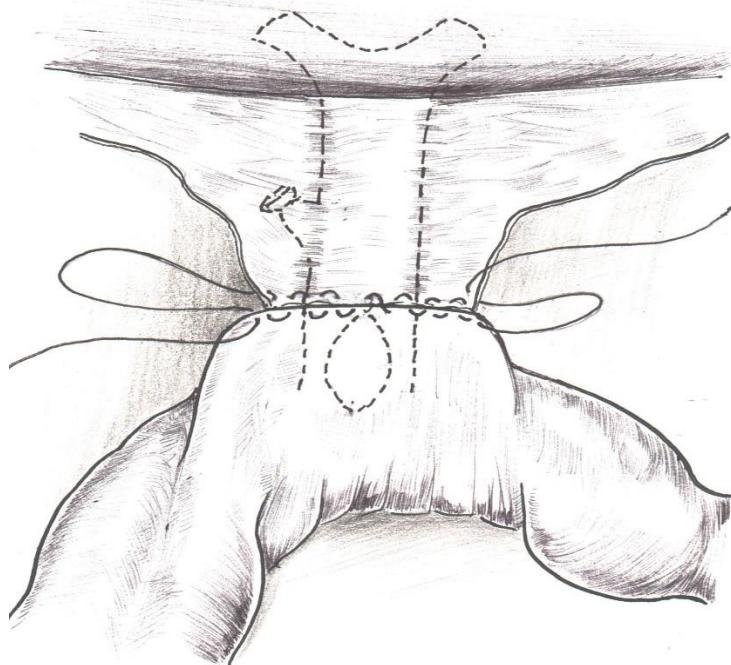


Рисунок 6.

*Способ восстановления желчеоттока у больных с непроходимостью терминального отдела холедоха*

Таким образом, предложенный способ внутреннего дренирования общего желчного протока позволяет восстановить отток желчи в двенадцатиперстную кишку, сохранить биологическую герметичность швов, предупредить развитие несостоительности швов и сужение анастомоза, что улучшает отдаленные результаты лечения больных при протяженном сужении терминального отдела холедоха и множественном холедохолитиазе, осложненной механической желтухой.

Предполагаемый способ применен без осложнений у 10 больных с протяженным сужением терминального отдела холедоха и множественном холедохолитиазе, осложненной механической желтухой.

#### **Результаты и обсуждение.**

В основной группе послеоперационные осложнения наблюдались у 3 больных: минимальное кровотечение между кожных швов – у 1 (2,32%), минимальное подкожное жидкостное скопление (серома) – у 2 (4,6%). Летальных исходов не было. Среднее время спада билирубина до нормы заметно на 2-3 сутки. Среднее пребывание больных в стационаре составило  $11,3 \pm 1,3$  койко-дней.

В контрольной группе послеоперационные осложнения наблюдались у 5 больных: чрезмерное внутрибрюшное желчеистечение, частичная несостоятельность билиодигестивного анастомоза – 1 (2,22%); серома – у 3 (6,66%); холангит – у 1

(2,22%); Летальность составила – 2,22% (1), причинами летального исхода явились: печеночно-почечная недостаточность на фоне тяжелой интоксикации (на 2 -е сутки после операции), Среднее пребывание больных в стационаре составило 13,1±1,5 койко-дней. Среднее время спада билирубина до нормы заметно на 3-5 сутки.

**Выводы:** Исходя из вышеупомянутого, проблема улучшения непосредственных и отдаленных результатов хирургического лечения пациентов с механической обструкцией желчных протоков путем выполнения функционально выгодных операций, предполагающих формирование арефлюксных билиодигестивных соустий, является актуальной и требует своего решения.

На наш взгляд, разработанный способ хирургического лечения при осложненной желчнокаменной болезни улучшает результаты лечения, снижает процент осложнений и предупреждает повторные оперативные вмешательства на желчных путях. Результаты экспериментов показали его значительные преимущества перед традиционным методом и представили дополнительные аргументы в пользу применения Холедоходуоденоанастомоза по методу клиники (*патент РК 108142*).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Агаев Б.А. Методика дренирования желчных протоков у больных с билиодигестивными анастомозами при механической желтухе и остром холангите//Хирургия. – 2011. – № 1. – С. 18–22.
2. Айдемиров А.Н. Лечение больных механической желтухой// Анналы хирургической гепатологии. — 2015. — Том 20. — № 4. — С. 62-67
3. Айдемиров А.Н. и др. Новое приспособление для возврата желчи в пищеварительный тракт у больных с механической желтухой // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2015. — Том 10. — № 3. — 250-254.
4. Аймагамбетов М.Ж. и др. Совершенствование хирургического лечения желчнокаменной болезни, осложненной холедохолитиазом // Медицина (Алматы). – 2019. – N 2 (200). – С. 2-7
5. Василенко О.Ю. и др. Современные методы диагностики и лечения синдрома механической // Кремлёвская медицина. Клинический вестник. — 2015. — № 3. — С. 34-39.
6. Винник Ю.С. и.др. Анализ эффективности инструментальной диагностики механической желтухи разной степени тяжести //Современные проблемы науки и образования. — 2015. — №3.
7. Гальперин Э.И., Момунова О.Н. Классификация тяжести механической желтухи //Хирургия имени Н.И. Пирагова. – 2014. №1. – С. 5–9
8. Куликовский В.Ф. и др. Малоинвазивные методы лечения осложнённой желчнокаменной болезни // Современные проблемы науки и образования электрон.науч. журн. — 2012. — №2. — С. 1-7.
9. Розиков Ю.Ш. и др. Эндоскопические и лучевые способы диагностики и методы лечения механической желтухи // Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы эндоскопии». — 2016.
10. Токтусунов А.С., Авасов Б.А. Эффективность комплексного лечения больных желчекаменной болезнью, осложненной механической желтухой и холангитом у лиц пожилого и старческого возраста// Современная медицина:- Новосибирск. - 2016. -№ 1(45). – С. 62–66.
11. Акилов, Х. А. Хирургическое лечение рефлюкс-холангита и структур билиодигестивных анастомозов после реконструктивных вмешательств на желчных протоках / Х. А. Акилов, М. М. Акбаров, Ф. У. Музafferов и др. // Анналы хирургической гепатологии. □ 2005. □ № 2. □ С. 47.
12. Анищенко, В. В. Способ лечения посттравматических рубцовых структур билиодигестивных анастомозов после травматического повреждения внепеченочных желчных протоков / В. В. Анищенко,
13. А. В. Хальзов, С. Г. Штофин // Анналы хирургической гепатологии. □ 2007. □ № 3. □ С. 37.
14. Archer, S. B. Bile duct injury during laparoscopic cholecystectomy : results of a national survey 15. / S. B. Archer, D. W. Brown, C. D. Smith et al. // Ann. Surg. □ 2001. □ № 234 (4). □ Р. 549□559.
16. Мамонтов, В. В. Конусо-клапанный инвагинационный холецистодигестивный анастомоз при необходимости терминального отдела общего желчного протока : автореф. Дис. ... канд. Мед. Наук / В. В. Мамонтов. □ Омск, 1990. □ 17 с.
17. Милонов, О. Б. Причины неудовлетворительных отдаленных результатов супрадуоденальной холедоходуоденостомии и их хирургическая коррекция / О. Б. Милонов, В. А. Смирнов // Хирургия. □ 1982. □ № 11. □ С. 15□19.

**OPTIMIZATION OF ANESTHESIA DURING ENDOSCOPIC OPERATIONS**

**Krotov M.  
Gritsan A.  
Bichurin R.**

*Krasnoyarsk State Medical University  
named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky (Russia)*

**ОПТИМИЗАЦИЯ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ  
ЭНДОСКОПИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ**

**Кротов М.В.  
Грицан А.И.  
Бичурин Р.А.**

*Красноярский государственный медицинский университет  
имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого (Россия)*

**Abstract.**

*It is shown that inhalational sevoflurane- or desflurane-based low-flow anesthesia in comparison with total intravenous anesthesia with an ALV based on propofol in video-assisted endoscopic operations maintains the parameters of external respiration at a sufficient level, provides statistically significantly more stable hemodynamic parameters. The use of laryngeal airduct in the tactics of low-flow anesthesia and respiratory support by pressure support in comparison with total intravenous anesthesia in minimally invasive interventions allows to provide the most adequate protection against operational stress, which is confirmed by a more favorable exit from anesthesia, the lowest frequency of postoperative side effects and patient satisfaction with anesthesia. It is calculated that the cost of sevoflurane-based low-flow anesthesia is more than 15% cheaper than desflurane-based anesthesia, which in combination with low irritant effect and high cardioprotective effect makes sevoflurane the most preferred anesthetic.*

**Аннотация**

*Показано, что ингаляционная низкопоточная анестезия на основе севофлурана или десфлурана в сравнении с тотальной внутривенной анестезией с ИВЛ на основе пропофола при видеоассистированных эндоскопических операциях поддерживает параметры внешнего дыхания на достаточном уровне, обеспечивает статистически значимо более стабильные параметры гемодинамики. Применение в тактике НПА ларингеального воздуховода и проведение респираторной поддержки давлением в сравнении с тотальной внутривенной анестезией при малоинвазивных вмешательствах позволяет обеспечить наиболее адекватную защиту от операционного стресса, что подтверждено более благоприятным выходом из анестезии, наименьшей частотой послеоперационных побочных эффектов и удовлетворённостью пациентов анестезией. Рассчитано, что минута низкопоточной анестезии на основе севофлурана более чем на 15% дешевле анестезии на основе десфлурана, что в сочетании с низким раздражающим действием и высоким кардиопротекторным эффектом делает севофлуран наиболее предпочтительным анестетиком.*

**Keywords:** Endoscopic surgery, low-flow anesthesia, sevoflurane, epiglottic airduct I-gel.

**Ключевые слова:** Эндоскопические операции, низкопоточная анестезия, севофлуран, надгортанный воздуховод I-gel.

Несмотря на значительное количество исследований, посвященных выбору тактики анестезиологического обеспечения эндоскопических операций [1, 2, 3, 4], многие аспекты данной проблемы, прежде всего в гинекологической практике, остаются до конца не изученными и носят зачастую дискуссионный характер [5, 6, 7]. Это связано с такими особенностями лапароскопических вмешательств в области малого таза, как положение Тренделенбурга и наложение карбоксиперитонеума, что требует от анестезиолога особого внимания к защищенности дыхательных путей, состоянию гемодинамики и биомеханики дыхания. При этом могут развиться постуральные реакции: увеличение центрального венозного давления, снижение сердечного выброса, увеличение артериального давления.

Выраженность этих проявлений зависит от величины создаваемого дополнительного внутрибрюшного давления и наличия сопутствующей патологии [8, 9]. Данное обстоятельство позволило большинству исследователей считать эндотрахеальный наркоз единственным приемлемым методом анестезии.

Этому обстоятельству в значительной степени способствует и использование современных ингаляционных анестетиков – изофлурана, десфлурана, севофлурана и других [10, 11, 12]. Они, при минимальном уровне биотрансформации, своей нетоксичности, быстрой индукции в анестезию и хорошей управляемости, а также коротком периоде полувыведения из организма, практически не оказывают повреждающего воздействия на жиз-

ненно важные органы [13, 14], что делает возможным их использование у больных любой степени тяжести с любыми патологиями. Однако высокая стоимость этих анестетиков до недавнего времени ограничивала их использование.

Усилия исследователей были направлены на создание и внедрение новых технических решений в сфере ингаляционной анестезии, позволяющих обеспечить снижение расхода указанных препаратов. По данным J. Baum [15] желаемый эффект достигается введением ингаляционных анестетиков с использованием низкопоточной методики анестезии и закрытого или полузакрытого контура наркозно-дыхательного аппарата, надёжно обеспечивающей адекватную анестезию, проведение искусственной вентиляции лёгких и поддержание газообмена.

Однако до настоящего времени практически не встречаются сведения об изменениях газообмена и наличии стресс-реакций у пациентов в ходе применения низкопоточной ингаляционной анестезии с использованием надгортанного воздуховода при эндоскопических операциях. Кроме того, отдельный интерес представляют особенности течения стадий анестезии, раннего послеоперационного периода и удовлетворенность пациента анестезиологическим пособием, выполненным с использованием интубационной трубки или надгортанного воздуховода, при лапароскопических операциях. Расширенных исследований по всем перечисленным проблемам до сих пор не проводилось.

Цель исследования – оптимизировать анестезиологическое обеспечение эндоскопических операций за счет использования надгортанного воздуховода и низкопоточной анестезии на основе ингаляционных анестетиков III поколения.

**Материалы и методы.** Данная публикация носит обобщающий характер и включает результаты исследований, проведенных авторами в период с 2011 по 2020 годы.

Материалом для исследований послужило обследование 150 женщин в возрасте от 18 до 40 лет,

которым в плановом порядке была проведена лапароскопическая операция по поводу трубных форм бесплодия. Наиболее распространенной причиной женского бесплодия явились воспалительные заболевания органов малого таза с образованием сактосальпингсов. Инфекции носят как неспецифический, так и специфический характер (гонорея, трихомониаз).

Объём проведенных клинических и лабораторных исследований определялся необходимостью получения объективного представления о соматическом статусе и степени анестезиологического риска. Соматический статус оценивался в ходе предоперационного осмотра с учетом данных объективного обследования, анамнеза и лабораторных данных. До проведения операции и в раннем послеоперационном периоде во всех группах проводился стандартный лабораторный контроль. В него входили: развернутый анализ крови, общий анализ мочи, группа крови, резус фактор и фенотип, биохимические показатели крови. Физический статус пациенток оценивался по классификации Американского общества анестезиологов (ASA) и соответствовал I-II классу. Больные с экстрагенитальной патологией, возрастом старше 40 лет, ожирением II и более степени в исследование не включались.

Всем больным проводились оперативные вмешательства в плановом порядке с выполнением следующих объемов оперативного лечения: лапароскопия, рассечение спаек, хроматосальпингография, гистероскопия. Некоторым больным дополнительно выполнялся оварио- или фимбриолизис. В предоперационном периоде все больные были осмотрены анестезиологом. С учетом объективного статуса, анамнеза и клинико-лабораторных данных производилась оценка риска физического статуса по ASA.

В зависимости от методики анестезиологического пособия все больные в случайном порядке были разделены на три группы сравнения, по 50 человек в каждой (таблица 1).

Таблица 1

Характеристика исследуемых больных, n=150, Me [P25;P75]

Показатели	Группы исследования			P
	1 группа (n <sub>1</sub> =50)	2 группа (n <sub>2</sub> =50)	3 группа (n <sub>3</sub> =50)	
Вид анестезии	Низкопоточная анестезия на основе севофлурана	Низкопоточная анестезия на основе десфлурана	Тотальная внутриенная с ИВЛ	
Возраст, лет	30,0 [24,0;36,0]	32,5 [25,0;36,0]	31,0 [24,0;36,0]	>0,05
Масса тела, кг	59,5 [54,0;64,0]	58,0 [52,0;65,0]	59,0 [52,0;64,0]	>0,05

Анестезиологическое обеспечение оперативного вмешательства в первой группе (группа севофлурана) проводилось применением низкопоточной анестезии на основе севофлурана с использованием надгортанного воздуховода I-gel. Во второй группе (группа десфлурана) – низкопоточная анестезия на основе десфлурана с надгортанным воз-

духоводом I-gel. В третьей группе анестезиологическое обеспечение проводилось применением ТВВА и АИВЛ с использованием миоплегии и принудительной вентиляции легких. Группу можно считать контрольной с точки зрения управляемости анестезии, защищенности дыхательных путей, возможности обеспечения глубокой седации и анальгезии,

применения миоплегии, как средства защиты от механического операционного травматизма.

Оценка качества анестезиологического обеспечения осуществлялась по единым критериям, а именно: гемодинамика (АДсис, АДср, АДдиаст), ЧСС, ЭКГ во II отведении; глубина угнетения сознания (на основе BIS) как описано в [16]; параметры внешнего дыхания (фотоплетизмография и мониторинг SpO<sub>2</sub> и etCO<sub>2</sub>) как описано в [17]; выраженность стресс-реакций (гликемия), время пробуждения; удовлетворенность пациента анестезией и синдром послеоперационной тошноты и рвоты как описано в [16].

Исследование проводилось на следующих этапах: I этап – поступление больного в операционную; II этап – после индукции в анестезию; III этап – через 15 минут после наложения карбоксиперитонеума; IV этап – перед удалением надгортанного воздуховода.

Статистическая обработка данных производилась с использованием методик непараметрической статистики. Для представления полученных результатов использовали медиану (Me), процентили 25 % и 75 % (P25, P75). Поскольку для статистического анализа использовали только непараметрические критерии, проверка на нормальность распределения не требовалась. Достоверность различий между группами определяли с помощью U-критерия Манна – Уитни, различий между этапами исследования – критерием Уилкоксона. Различия оценивали как статистически значимые, начиная со значения  $p < 0,05$ . Статистическую обработку данных производили на персональном компьютере с помощью пакета программы IBM SPSS Statistics 19, «Microsoft Office 2010».

**Результаты и их обсуждение.** Сравнительный анализ параметров внешнего дыхания при ингаляционной анестезии на основе севофлурана и десфлурана подробно представлен нами в [17]. Отметим, что при поступлении пациенток группы севофлурана и группы десфлурана в операционную (I этап), средний выдыхаемый объем составлял 460,0 – 472,0 мл, частота дыхания – 15 вдохов в минуту, что обеспечивало минутную вентиляцию равную 7,0 – 7,1 литра в минуту и соответствовало средним физиологическим нормам. При этом значение среднего мертвого пространства находилось в диапазоне 112,0 - 112,5 мл, а соотношение Vd/Vt - 0,23 и 0,24 соответственно.

Средние значения мертвого дыхательного пространства и отношение его к дыхательному объему были в пределах физиологических норм в обеих группах пациентов. Таким образом, не выявлено значимых различий между исследуемыми группами на I этапе исследования, что свидетельствует об однородности групп исследуемых пациентов.

Однако на II и III этапах исследования имели место статистически значимые различия выдыхаемого и выдыхаемого объемов. Так, Vte уменьшился на 24,5% ( $p < 0,05$ ) в группе севофлурана и на 21,6% ( $p < 0,05$ ) в группе десфлурана на III этапе исследования по отношению к исходным значениям (I этап). Снижение минутной вентиляции в обеих группах на II и III этапах исследования составило в группе севофлурана – на 18,7% - 28,5% ( $p < 0,05$ ), в группе десфлурана – 17,5% - 23,4% ( $p < 0,05$ ) соответственно.

Подобно снижалась и альвеолярная вентиляция (Vtaly), которая была на III этапе исследования статистически значимо меньшей ( $p < 0,05$ ), чем на I-м этапе - на 30,6% в группе севофлурана и на 21,2% в группе десфлурана (рисунок 1).

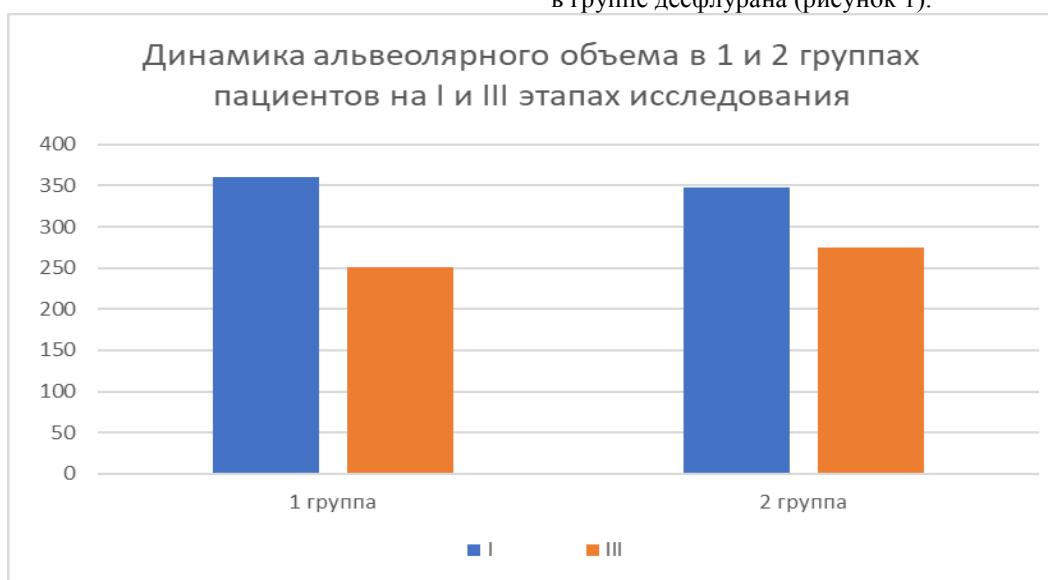


Рисунок 1 - Динамика альвеолярного объема у пациентов группы севофлурана (1 группа) и группы десфлурана (2 группа) на I и III этапах исследования

Эти изменения в биомеханике дыхания связаны с наложением карбоксиперитонеума, смещением диафрагмы в краниальном положении и, соответственно, уменьшением ЖЕЛ.

По окончании анестезиологического пособия, перед удалением надгортанного воздуховода (IV этап) параметры внешнего дыхания были близки к исходным и не имели с ними статистически значимой разницы.

Контролируемые параметры адекватности вентиляции легких во всех трех исследуемых группах пациентов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры адекватности вентиляции легких в исследуемых группах (I+II+III; Me [25;75])

SpO <sub>2</sub> , %	etCO <sub>2</sub> , mmHg
99,0 [99,0;100,0]	36,0 [34,0;38,0]

Как следует из представленных в таблице 2 данных, медиана SpO<sub>2</sub> составил 99,0%, а медиана etCO<sub>2</sub> – 36,0 мм.рт.ст. Указанные параметры находятся во всех группах на эквивалентном уровне и не имеют статистически значимых различий между группами.

Изучение гемодинамики проводилось в сравнении I и II групп пациентов с III группой и полученные результаты подробно представлены в [16].

Укажем, что в обеих экспериментальных группах пациентов отмечалось статистически значимое

снижение систолического, диастолического и, как следствие, среднего артериального давления к третьему этапу исследования по сравнению с исходными параметрами, что связано с достаточно выраженным гипотензивным действием ингаляционных анестетиков. В группе пропофола (III) изменения параметров гемодинамики носят сходный характер, однако, на четвертом этапе исследования отмечается статистически значимая разница в сравнении с экспериментальными группами пациентов (рисунок 2).

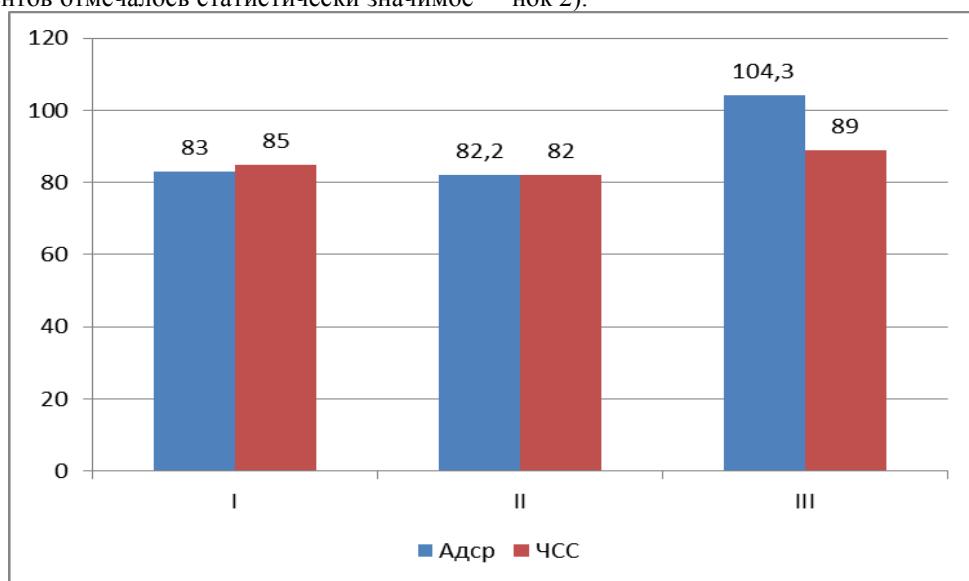


Рисунок 2 - Параметры среднего артериального давления и ЧСС на IV этапе исследования:  
I – группа севофлурана; II – группа десфлурана; III – группа пропофола

В целом, ни в одной группе пациентов на всех этапах исследования не было отмечено серьезных гемодинамических сдвигов. Также не было установлено статистически значимой разницы в частоте сердечных сокращений в исследуемых группах пациентов.

Глубина анестезии оценивалась по уровню биспектрального индекса. Уровень BIS регистрировался на протяжении всего анестезиологического пособия при помощи анестезиологического монитора Mindray BeneVue T8. Результаты оценки глубины анестезии в исследуемых группах пациентов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Средний уровень биспектрального индекса в исследуемых группах пациентов

Группы пациентов	Уровень BIS
Группа севофлурана (I)	45,0 [41,0;47,0]
Группа десфлурана (II)	44,0 [42,0;47,0]
Группа пропофола (III)	44,0 [42,0;47,0]

Средний уровень биспектрального индекса составил 45,0 ед. в группе севофлурана и по 44,0 ед. – в группах десфлурана и пропофола. Не было заре-

гистрировано ни одного случая интраоперационного пробуждения пациента или эффекта присутствия больного в операционной.

Выраженность стресс-реакций оценивалась на основании определения уровня кортизола в крови исследуемых пациентов. Кортизол был выбран в качестве маркера стресс-реакций ввиду того, что он самый информативный и специфический гормон симпато-адреналовой системы. Уровень кортизола

на первом этапе исследования принимался как базисный вне влияния операционного стресса, контрольный уровень кортизола определялся на третьем этапе исследования, как наиболее травматичном этапе операции. Количественные данные и динамика уровня кортизола в крови исследуемых пациентов представлены в таблице 4.

Таблица 4

## Динамика содержания кортизола в крови в процессе анестезии

Параметр	Группа	Этапы исследования	
		1 этап	3 этап
Кортизол, нмоль/л	1	432,0 [411,0;480,0]	498,1 [473,9;553,4] pI-III*
	2	436,0 [411,0;490,0]	484,4 [456,6;544,4] pII-III*
	3	451,0 [412,0;487,0] p1-3**	574,1 [524,5;620,0]

Примечание: p1-3 – статистически значимые различия между первым и третьим этапами исследования; pI-III – статистически значимые различия между первой и третьей группами пациентов на одном этапе исследования; pII-III – статистически значимые различия между второй и третьей группами пациентов на одном этапе исследования.

Из приведенных в таблице 4 данных видно, что исходный уровень кортизола в крови исследуемых пациентов соответствует средним физиологическим нормам, также нет статистически значимых различий между группами пациентов.

Однако к третьему этапу исследования в группах севофлурана и десфлурана отмечается увеличение содержания кортизола в крови на 15,3% и 11,1% соответственно, что является статистически незначимой величиной. В группе пропофола отмечается статистически значимое увеличение уровня кортизола, которое составило 27,3% по отношению к исходному уровню.

Таким образом, с точки зрения глубины седации и анальгезии все исследуемые методы оказались эффективны. Однако стоит отметить статистически значимое повышение уровня кортизола при применении тотальной внутривенной анестезии на основе пропофола и фентанила с ИВЛ. На этом фоне методики низкопоточной ингаляционной анестезии на основе севофлурана и десфлурана с использованием надгортанного воздуховода и вспомогательных режимов вентиляции легких видятся перспективными и интересными для дальнейшего исследования.

Время пробуждения определялось с момента прекращения подачи анестетика до восстановления уровня BIS до 85 ед. Минимальное время пробуждения отмечено в группе десфлурана и составило  $127,9 \pm 20,3$  сек, максимальное – в группе пропофола –  $562,0 \pm 117,7$  сек. Наименьшее время пробуждения во второй группе обусловлено фармакологическими свойствами десфлурана, а именно, кратчайшим временем элиминации его из организма по сравнению с севофлураном и пропофолом.

Удовлетворенность пациента анестезией (УПА) оценивалась на основании субъективных ощущений пациентов. Пациенты всех трех групп

оценели анестезию как хорошую или удовлетворительную, не зарегистрировано ни одной жалобы пациентов на низкое качество анестезии или неприятные ощущения.

Выраженность синдрома послеоперационной тошноты и рвоты (СПОТР) оценивалась по четырехбалльной шкале. У двух пациентов (1,33%) отмечалась однократная послеоперационная рвота, у одиннадцати (7,33%) – тошнота, остальные 137 пациентов жалоб на тошноту и рвоту не предъявляли.

Результаты проведенного исследования были положены в основу разработки способа низкопоточной анестезии на основе севофлурана с использованием надгортанного воздуховода I-gel. В соответствии с разработанной методикой, индукция в анестезию проводится внутривенным введением 1% раствора пропофола в дозе 1,5-2 мг/кг, но не более 200 мг, и 0,005% раствора фентанила в дозе 0,7-1 мкг/кг. По достижении достаточной глубины наркоза (BIS 40-50 ед.) больному устанавливается ларингеальный воздуховод I-gel (Intersurgical, Великобритания), желудочный зонд (через специальный порт на воздуховоде) и пациент переводится на вентиляцию легких на вспомогательных режимах (SIMV, PS).

Насыщение севофлураном производится по следующей схеме: 4 объемных процента севофлурана при потоке свежего газа 4 л/мин до достижения 0,8 – 0,9 МАК, затем переход на низкопоточную анестезию. Поддержание анестезии проводится ингаляционным введением севофлурана в дозе 1-2 объемных процента при потоке свежего газа 0,8-1,2 л/мин по полузакрытому контуру с использованием адсорбера с натронной известью. Концентрация севофлурана подбирается до устойчивого достижения 0,6-0,8 МАК. Анальгезия обеспечивается за счет внутривенного введения 0,005%

раствора фентанила. Инфузионная терапия проводится физиологическим раствором в дозе 500-700 мл.

При сравнительном анализе можно сделать заключение, что у пациенток группы севофлурана и группы десфлурана (I и II) при поступлении в операционную параметры биомеханики дыхания соответствовали средним физиологическим нормам. Изменения, наблюдающиеся на втором и третьем этапах исследования, носят однонаправленный характер в обеих группах и обусловлены изменением внутрибрюшного и внутригрудного давления при наложении карбоксиперитонеума, смещением диафрагмы в краниальном направлении и, соответственно, уменьшением ЖЕЛ. Однако, несмотря на значимые изменения параметров внешнего дыхания на II-III этапах исследования, не было выявлено ни одного случая десатурации или гиперкапнии.

Объем мертвого дыхательного пространства в первой и второй группах на всех этапах исследования значимо не изменялся, что, по-видимому, связано с хорошими компенсаторными возможностями молодых женщин без экстрагенитальной патологии.

Минутная вентиляция легких также существенно не изменялась, что, обусловлено возрастанием частоты дыхания при снижении вдыхаемого объема на II и III этапах (по отношению к I этапу). Соотношение Vd/Vt во всех случаях имело статистически незначимые изменения и не превышало средней физиологической нормы.

На IV этапе исследования параметры внешнего дыхания приблизились к исходным значениям в виду устранения карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга.

Сравнение групп севофлурана и десфлурана по эквивалентным параметрам не выявило статистически значимых различий между группами пациентов на всех этапах исследования. Это, по-видимому, следует рассматривать как следствие применения современных ингаляционных анестетиков, зарекомендовавших себя с хорошей стороны при проведении оперативных вмешательств подобного рода.

Таким образом, было установлено, что, при проведении низкопоточной анестезии на основе севофлурана или десфлурана с сохраненным спонтанным дыханием через надгортанный воздуховод, изменения параметров биомеханики дыхания в обеих экспериментальных группах имеют однонаправленный характер и наибольшие значения отклонения от исходных параметров на третьем этапе исследования (через 15 минут после наложения карбоксиперитонеума), однако не влияют на газообмен.

В целом же стоит отметить, что результаты нашего исследования согласуются с литературными данными и ранее проведенными исследованиями [19, 20].

Анализ гемодинамики в I и II группах пациентов выявил снижение систолического, диастолического и, как следствие, среднего артериального давления к третьему этапу исследования по сравнению с исходными параметрами, что, по-видимому, связано с достаточно выраженным гипотензивным

действием ингаляционных анестетиков. Стоит отметить, что указанные изменения имеют однонаправленный характер. При этом статистически значимых различий по указанным параметрам между группой севофлурана и группой десфлурана на соответствующих этапах исследования не зафиксировано.

В группе пропофола (III) изменения параметров гемодинамики носят сходный характер, однако, на четвертом этапе исследования отмечается статистически значимая разница между контрольной и экспериментальными группами. Гипердинамическая реакция пациентов группы пропофола обусловлена стоянием эндотрахеальной трубы.

В целом, ни в одной группе пациентов на всех этапах исследования не было отмечено серьезных гемодинамических сдвигов. Также не было установлено статистически значимой разницы в частоте сердечных сокращений в исследуемых группах пациентов на всех этапах исследования.

Проблема качества анестезиологической защиты и ее безопасности для пациента является одной из фундаментальных задач современной анестезиологии. Мониторинг глубины анестезии на основе биспектрального индекса остается наиболее простым, доступным и информативным методом на сегодняшний день. Однако стоит учитывать, что и качество анальгезии вносит не меньший вклад в качество анестезиологического пособия. Оценка глубины анальгезии является несколько более проблематичной, ввиду отсутствия прямых инструментальных методов контроля. Наиболее информативным нам представляется определение концентрации кортизола в крови пациента, ввиду того, что концентрация пролактина в плазме зависит от множества факторов и является намного более лабильным показателем, что неизбежно приводит к большим погрешностям в результатах и неинформативности полученных данных [5].

В первой и второй группах исследуемых пациентов зафиксировано статистически незначимое увеличение содержания кортизола в крови к третьему этапу исследования. В группе пропофола отмечается существенное увеличение уровня кортизола по отношению к исходному значению. По всей видимости, изменения в третьей группе исследуемых пациентов объясняются интубацией трахеи, которая является гораздо более травматичной манипуляцией по сравнению с установкой надгортанного воздуховода. Вероятно, немаловажную роль играет и потенцирование эффекта наркотических анальгетиков ингаляционными анестетиками.

Течение раннего послеоперационного периода и выраженность нежелательных послеоперационных явлений (например, тошнота и рвота) напрямую зависит от качества анестезии и определяет комфорт пациента после проведенной операции.

При неосложненном послеоперационном периоде в организме происходит ряд изменений в функционировании основных органов и систем. Это связано с воздействием таких факторов, как психологический стресс, анестезиологическое пособие и состояние после него, боли в области операционной раны, наличие некрозов и травмирован-

ных тканей в зоне операции, вынужденное положение пациента, переохлаждение, нарушение характера питания и некоторые другие.

При нормальном, неосложненном течении послеоперационного периода реактивные изменения, возникающие в организме, обычно выражены умеренно и делятся в течение 2-3 дней [21].

В нашем исследовании пациенты всех трех групп оценили анестезию как хорошую или удовлетворительную, не зарегистрировано ни одной жалобы пациентов на низкое качество анестезии или неприятные ощущения. Также стоит отметить, что у всех 150 пациентов ранний послеоперационный период протекал гладко и без анестезиологических осложнений.

С экономической точки зрения, самой выгодной является тотальная внутривенная анестезия на основе пропофола. Однако, согласно нашим предыдущим исследованиям [16, 17], она же оказывает наибольшую медикаментозную и стрессорную нагрузку на организм пациента.

Вместе с тем, низкопоточная анестезия на основе ингаляционных анестетиков обладает рядом преимуществ в сравнении с тотальной внутривенной анестезией. Прежде всего, использование надгортанного воздуховода I-gel уменьшает травматизацию верхних дыхательных путей и снижает медикаментозную нагрузку на организм пациента за счет отсутствия необходимости применения миорелаксантов.

Второе преимущество ингаляционной анестезии связано с использованием анестетиков III поколения, снижающих наркотическую нагрузку за счет потенцирования анальгетической активности фентамила и, как следствие, сокращающих продолжительность анестезии.

Еще одним достоинством низкопоточной анестезии является применение вспомогательной вентиляции легких поддержкой давлением (PS), которая оказывает меньшее влияние на биомеханику дыхания и, как следствие, имеет меньше вентиляционных осложнений.

Таким образом, ингаляционная анестезия обеспечивает адекватный уровень седации и анальгезии, уменьшает время анестезиологического пособия, снижает наркотическую нагрузку на организм, обеспечивает меньший риск анестезиологических осложнений, выгодна с точки зрения фармакоэкономики.

С точки зрения безопасности для пациента, безусловно, выигрывают методы низкопоточной анестезии на основе севофлурана и десфлурана. Однако, по нашим расчетам [18], минута низкопоточной анестезии на основе севофлурана более чем на 15% дешевле анестезии на основе десфлурана. В российской и белорусской печати нами были обнаружены результаты, подобные вышеупомянутым. Так, в белорусской печати обозначена стоимость минуты низкопоточной анестезии севофлураном в размере 0,89 USD [22]. По нашим расчетам в Красноярском крае аналогичный параметр составляет 0,93 USD, что соответствует среднероссийскому уровню [18].

Двухкратная разница в стоимости минуты анестезии на основе пропофола и низкопоточной анестезии, очевидно, объясняется более низкими ценами на пропофол, гораздо меньшей стоимостью эндотрахеальной трубы по сравнению с надгортанным воздуховодом I-gel [18].

Время пробуждения пациентов, согласно нашим исследованиям, в группах с низкопоточной анестезией достоверно меньше, чем в группе с тотальной внутривенной анестезией, что обеспечивает более короткое время пребывания пациента на операционном столе, а, следовательно, способствует более эффективной работе в операционной, сокращая трудозатраты операционной бригады. Этот результат подтверждается исследованиями других авторов [19].

Также стоит учитывать, что отсутствие необходимости применения миорелаксантов при проведении низкопоточной анестезии устраняет ряд проблем, связанных с остаточной курарезацией и рекурарезацией, снижая частоту послеоперационных анестезиологических осложнений, длительность пребывания в стационаре, повышает оборот койки и ее экономическую эффективность. Это особенно, если учесть, что стоимость одного койкового дня в условиях стационара в г. Красноярске составляет 4850 руб. (в ценах 2018 года).

Учитывая оптимальное соотношение стоимости и безопасности для пациента, метод низкопоточной анестезии на основе севофлурана видится наиболее удобным и безопасным в сравнении с тотальной внутривенной анестезией на основе пропофола и более предпочтительным в сравнении с ингаляционной анестезией десфлураном.

Результаты исследования были положены в основу разработки способа низкопоточной анестезии на основе севофлурана с использованием надгортанного воздуховода I-gel (патент РФ № 2640016) [23].

Преимущество предлагаемого способа в сравнении с аналогами состоит в том, что он основан на применении низкопоточной анестезии севофлураном по полузащищенному контуру с использованием надгортанного воздуховода I-gel, уменьшающего травматизацию верхних дыхательных путей и медикаментозную нагрузку на организм пациента за счет отсутствия необходимости применения миорелаксантов.

Второе преимущество предлагаемого способа связано с использованием севофлурана, снижающего наркотическую нагрузку за счет потенцирования анальгетической активности фентамила и, как следствие, сокращающего продолжительность анестезии.

Еще одним достоинством предлагаемого способа является применение вспомогательной вентиляции легких поддержкой давлением (PS), которая оказывает меньшее влияние на биомеханику дыхания и, как следствие, имеет меньше вентиляционных осложнений.

Подводя итоги исследования, можно сделать следующие выводы:

1. Выявлено, что ингаляционная низкопоточная анестезия на основе севофлурана или десфлу-

рана в сравнении с тотальной внутривенной анестезией с ИВЛ на основе пропофола при видеоассистированных эндоскопических операциях поддерживает параметры внешнего дыхания на достаточном уровне, обеспечивает статистически значимо более стабильные параметры гемодинамики.

2. Доказано, что низкопоточная анестезия на основе севофлурана или десфлурана с использованием ларингеального воздуховода и проведении респираторной поддержки давлением в сравнении с тотальной внутривенной анестезией при малоинвазивных вмешательствах позволяет обеспечить наиболее адекватную защиту от операционного стресса, что подтверждено более благоприятным выходом из анестезии, наименьшей частотой постоперационных побочных эффектов и удовлетворенностью пациентов анестезией.

3. Показано, что низкопоточная ингаляционная анестезия на основе севофлурана с использованием надгортанного воздуховода I-gel обеспечивает адекватный уровень седации и анальгезии, уменьшает время анестезиологического пособия, снижает наркотическую нагрузку на организм, обеспечивает меньший риск анестезиологических осложнений, выгоден с точки зрения фармакоэкономики по сравнению с низкопоточной анестезией на основе десфлюрана и тотальной внутривенной анестезией на основе пропофола..

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Лихванцев В.В., Мироненко А.В., Федоров С.А., Гребенчиков О.А., Селиванов Д.Д. Низкопоточная анестезия: теория и практика // Вестник интенсивной терапии. 2010. 4. 75-82.
2. Овчинников А.М., Осипов С.А. Особенности анестезии при диагностических и лечебных эндоскопических абдоминальных вмешательствах // Анестезиология и реаниматология. 2003. 3. 16.
3. Кармастин, М.М. К вопросу о проведении экстренных лапароскопических операций / М.М. Кармастин, В.Ю. Сорокин // Материалы III Межрегиональной научно-практической конференции «Современные аспекты анестезиологии и интенсивной терапии». Новосибирск «Сибирский консилиум» № 1. 2006 г.
4. Кротов М.В. О проблеме выбора оптимального метода анестезии при малоинвазивных хирургических вмешательствах // Новая наука: теоретический и практический взгляд. 2016. 5-2 (81). 41-3.
5. Бичурин Р.А. Выбор оптимальных и безопасных методов анестезиологического обеспечения лапароскопических операций при бесплодии: дис...канд. мед. наук. Красноярск, 2007. 139 с.
6. Кохно, В.Н. Анестезия на фоне искусственного введения углекислоты в брюшную и грудную полости / В.Н. Кохно, В.В. Анищенко, И.Ю. Шахтарин, В.А. Мосунов, С.Н. Струков. - Новосибирск, 2005. - 184 с.
7. Сивков Е.Н. Оптимизация технологии низкопоточной анестезии севофлураном при оперативном родоразрешении: дис. ...канд. мед. наук. Новосибирск, 2009. 119 с.
8. Junghans T., Bohm B., Grundel K., Schwenk W. Effects of pneumoperitoneum with carbon dioxide, argon, or helium on hemodynamic and respiratory function //Arch. Surg. 1997. V. 132. P. 272 - 278.
9. Junghans T., Bohm B., Grundel K., Schwenk W., Muller J.M. Does pneumoperitoneum with different gases, body positions, and intraperitoneal pressures influence renal and hepatic blood flow? //Surgery. - 1997. V. 121. P. 206 - 211.
10. Hendrickx J.F., Soetens M., van der Donck A. et al. Uptake of desflurane and isoflurane during closed-circuit anesthesia with spontaneous and controlled mechanical ventilation // Anesth. Analg. 1997. Vol. 84. № 2. P. 413-418.
11. Baum J., Stanke H.G. Low flow and minimal flow anaesthesia with sevoflurane // Anaesthetist. 1998. V. 47. P. 570-576.
12. Dalal K., Choudhary M., Palsania A., Toal P. Desflurane for ambulatory anaesthesia: A comparison with sevoflurane for recovery profile and airway responses // Indian J Anaesth. 2017 Apr; 61(4): 315–320. doi: 10.4103/ija.IJA\_513\_16.
13. Respiratory resistance during anaesthesia with isoflurane, sevoflurane, and desflurane: a randomized clinical trial. – Br. J. Anaesth, 2011. – V. 107 (3). – P. 454-461.
14. Пичугин В.В., Риту Л., Бобер В.М., Крылов К.В., Яковleva Е.И. Комплексная оценка кардио-протекторного эффекта севофлурана // СТМ, 2011. 4. 56-61.
15. Baum J. Low-Flow Anesthesia. 2<sup>nd</sup> Edn. Butterworth. 2001.
16. Кротов М.В., Бичурин Р.А., Грицан А.И. Сравнительный опыт использования низкопоточной анестезии на основе севофлурана и десфлурана и тотальной внутривенной анестезии при малоинвазивных вмешательствах // Сибирский научный медицинский журнал, 2017. 4 (37). 53-8.
17. Грицан А.И., Кротов М.В., Бичурин Р.А. Сравнительный анализ параметров внешнего дыхания в процессе анестезии на основе севофлурана и десфлурана при малоинвазивных вмешательствах // Сибирский научный медицинский журнал, 2016. 3 (36). 23-7.
18. Кротов М.В. Оценка фармакоэкономического эффекта разных методов анестезии при малоинвазивных вмешательствах // Фармакоэкономика: теория и практика, 2018. 2 (6). doi org./10.30809/phe.2.2018.1.
19. Бадинов А.В. Низкопоточная анестезия севофлураном с обеспечением газообмена надгортанным воздуховодом I-gel / Бадинов А.В. с соавт. – Луганск: Медицина неотложных состояний, 2014. – № 1. – С. 41-43.
20. Лихванцев В.В., Мороз В.В., Кичин В.В., Федоров С.А., Мироненко А.В., Гребенчиков О.А. Общая анестезия с сохраненным спонтанным дыханием через интубационную трубку // Общая реаниматология. 2010. № 4. С.43-48.
21. Анестезиология: национальное руководство / Ассоциация медицинских обществ по качеству, [Федерация анестезиологов и реаниматологов; Бабалян Геннадий Владимирович и др.]; под ред. А. А. Бунятияна, В. М. Мизикова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 1100 с.

22. Грачев С.Ю., Грачев С.С. Фармакоэкономический эффект ингаляционной анестезии севофлюраном и изофлюраном с низким потоком свежего газа. – Минск: ГУО «БелМАПО», УО «БГМУ»; 2012.

23. Кротов М.В., Грицан А.И., Бичурин Р.А. Патент на изобретение «Способ низкоточечной анестезии на основе севофлюрана с использованием надгортанного воздуховода I-GEL», № 2640016 (дата гос. регистрации в Государственном реестре изобретений РФ 25.12.2017 г.).

УДК : 616.33-002-036.1-07-08:615.322:582.933

## PREVALENCE OF CHRONIC NEATROPHIC GASTRITIS AND THE ROLE OF TRAVELER IN ITS TREATMENT

**Buzdugan I.**  
Ph.D., assistant

**Kuziv N.**

4th year student of the 10th group of the medical faculty №1  
**Martinevich L.**

4th year student of the 10th group  
medical faculty №1

Department of Internal Medicine and Infectious Diseases  
Bukovynian State Medical University, Chernivtsi

## ПОШИРЕНІСТЬ ХРОНІЧНОГО НЕАТРОФІЧНОГО ГАСТРИТУ ТА РОЛЬ ПОДОРОЖНИКА У ЙОГО ЛІКУВАННІ

**Буздуган І.О.**  
к.мед.н., асистент

**Кузів Н.Л.**

студентка IV курсу 10 групи медичного факультету №1  
**Мартиневич Л.С.**

студентка IV курсу 10 групи  
медичного факультету №1

Кафедра внутрішньої медицини та інфекційних хвороб  
Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

### Abstract

The article presents data on the prevalence of chronic neutrophic gastritis and the role of plantain in its treatment. Detection of toxigenic strains of HP infection in these diseases will lead to better diagnosis and effective treatment of this disease. The most common presence of one of the toxigenic strains of cagA + or vacA + occurs in patients with chronic non-atrophic gastritis. The combined use of antihelicobacter therapy and plantain-based drugs will increase the eradication of Hp.

### Анотація

У статті представлені дані поширеності хронічного неатрофічного гастриту та роль подорожника у його лікуванні. Виявлення токсигенних штамів інфекції HP у даних захворювань призведе до кращої діагностики та ефективного лікування даного захворювання. Найчастіше наявність одного із токсигенних штамів cagA+ або vacA+ зустрічається у хворих на хронічний неатрофічний гастрит. Комбіноване застосування антихелікобактерної терапії та препаратів на основі подорожника дозволять підвищити ерадикацію Hp.

**Keywords:** Toxigenicity of HP infection strains, chronic non-atrophic gastritis, plantain, cagA +, vacA +.

**Ключові слова.** Токсигенність штамів інфекції HP, хронічний не атрофічний гастрит, подорожник, cagA+, vacA+.

**Актуальність теми.** Відомим є виникнення пошкодження ендотелію внаслідок прямого впливу ендотоксинів *H. pylori* та стимуляції системного та локального запалення [1,6]. Продукція даних токсинів, а саме VacA (50-65%) та CagA, є важливим механізмом патогенної дії *H. pylori*. Відомим є зв'язок VacA з рецепторами (RPTP $\alpha$ , RPTP $\beta$ ) в епітеліальних клітинах [6], та рецептори LFA-1, які є одними із найбільш важливих для міграції клітин ін-тегринів. Даний рецептор знаходиться тільки в лейкоцитах і бере участь у Т- і В- клітинній імунній

відповіді, впливаючи на активність натуральних кілерів, адгезію макрофагів, гранулоцитів та ендотеліальних клітин [4,5]. Наявність багатьох рецепторів до гену vacA може обумовлювати різноманітність його впливу на СО [2,3,6].

**Мета дослідження.** Оцінити поширеність токсигенних штамів Hp.серед хворих на хронічний гастрит та оцінити особливості подорожника у його лікуванні.

**Матеріали та методи дослідження.** У результаті скринінгу обстежено 60 осіб. 20 хворих (група

1) на хронічний неатрофічний гастрит (ХНАГ) та 20 практично здорових осіб (група 2) (ПЗО).

**Результати дослідження.** При оцінці розповсюдженості штамів Нр. виявлено, що у хворих на ХНАГ генотип *cagA+vacA+* спостерігався в шести

осіб (23,08%), наявність генотипу *cagA+vacA-* – у семи осіб (30,77%) наявність генотипу *cagA-vacA+* – у семи осіб (46,15%) і у трьох осіб (27,27%). Популяція токсигенних (*cagA*, *vacA*) штамів Нр. наведена у табл. 1.

Таблиця 1

Поширеність токсигенних (*cagA*, *vacA*) штамів Нр. в обстежених хворих, %

Захворювання	Поширеність генів інфекції <i>H.pylori</i>			
	<i>cagA+vacA+</i>	<i>cagA+vacA-</i>	<i>cagA-vacA+</i>	<i>cagA-vacA-</i>
Хронічний неатрофічний гастрит (n=20)	6 (23,08%) $\chi^2=3,391$ $p>0,05$	7 (30,77%)* $\chi^2=4,727$ $p<0,05$	7 (46,15%)* $\chi^2=7,800$ $p<0,05$	-

Примітка. % - від загальної кількості хворих з урахуванням генотипів Нр;  
 $\chi^2$  – достовірний критерій Пірсона  $p<0,05$ .

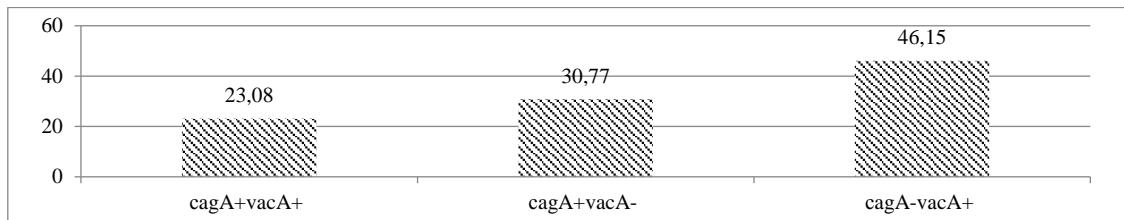


Рис. 4. Поширеність генів *cagA* та *vacA* *Helicobacter pylori* серед хворих на ХНАГ, %.

Відомо, що розвиток ерозивних змін у СОШ та СОДПК, що відбуваються напередодні формування ХНГ, ПВШ і ДПК, пов’язаний із впливом штамів НР, що мають комбінований вірулентний генотип *cagA* та *vacA*. Подальше прогресування захворювання та розвиток виразкових дефектів СО супроводжується зміною генотипу НР, що може відбуватися внаслідок персистенції кількох штамів НР в одного й того ж хворого, які мають у структурі генотипу високовірulentну алель гену, а комбінація генотипів НР *cagA* та *vacA* призводить до ще більшої активації запалення та розвитку виразкових дефектів [6].

За літературними даними виявлено, що подорожник (або препаратовімісні форми) мають позитивний вплив на стан слизової оболонки при хронічному гастриті. Даний вплив пояснюється високим вмістом вітаміну К, фітонцидів, що зменшують запалення та попереджують подальше інфікування, підвищують імунітет та моторику шлунка, знижують холестерин в крові і цим нормалізують артеріальний тиск.

Склад. Містить глікозид аукубін, флавоноїди, полісахариди, речовини гіркі, дубильні і пектинові, кислоти оксикоричні (хлорогенова і неохлорогенова), вітаміни С і К, каротин, холін, сапоніни. Фармакологічна дія - відхаркувальна, протизапальна, знеболювальна, кровоспинна, ранозагоювальна, бактеріостатична і протиалергійна дія, підвищують секреторну функцію шлунково-кишкового тракту. Подорожник здатний впливати на вироблення соляної кислоти, яка є одним з основних провокаторів

прогресування запалення на слизовій шлунка; заготовляти пошкодження тканин; боротися з бактеріями, в тому числі і з хелікобактер пілорі; нормалізувати мікрофлору.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

- Журавльова ЛВ, Александрова НК, Хворостінка ВМ, Ільченко І.А. Особливості лікування артеріальної гіпертензії на тлі виразкової хвороби з урахуванням порушень мікроциркуляції. Світ медицини та біології. 2010;2:70-4.
- Харченко НВ, Скляров ЄЯ., Анохіна ГА, Аксентійчук ХБ. Роль порушень кишкового мікробіоценозу в розвитку гіперхолестеринемії. Сучасна гастроентерологія. 2015;5(85):76-82.
- Baudron CR, Franceschi F, Salles N, Gasbarrini A. Extragastric diseases and *Helicobacter pylori*. *Helicobacter*. 2013 Sep;18 Suppl 1:44-51. doi: 10.1111/hel.12077.
- Camargo MC, García A, Riquelme A, Otero W, Camargo CA, Hernandez-García T, et al. The problem of *Helicobacter pylori* resistance to antibiotics: a systematic review in Latin America. *Am J Gastroenterol*. 2014 Apr;109(4):485-95. doi: 10.1038/ajg.2014.24
- D'Elios MM, Czinn SJ. Immunity, inflammation, and vaccines for *Helicobacter pylori*. *Helicobacter*. 2014;19 Suppl 1:19–26.doi:10.1111/hel.12156.
- Yang YJ, Sheu BS. Metabolic Interaction of *Helicobacter pylori* Infection and Gut Microbiota. *Microorganisms*. 2016 Feb 16;4(1). pii: E15. doi: 10.3390/microorganisms4010015.

# TECHNICAL SCIENCES

## EMULSION SAUCE TECHNOLOGY FOR SPECIAL DIETARY CONSUMPTION

**Hrabovska O.**  
**Fedorova D.**  
**Gnitsevich V.**  
**Darmina A.**  
**Ovcharenko O.**

*Kyiv National University of Trade and Economics, Ukraine*

## ТЕХНОЛОГІЯ СОУСІВ ЕМУЛЬСІЙНОГО ТИПУ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ДІЕТИЧНОГО СПОЖИВАННЯ

**Грабовська О.В.**  
**Федорова Д.В.**  
**Гніщевич В.А.**  
**Дарміна А.Д.**  
**Овчаренко О.Р.**

*Київський національний торговельно-економічний університет, Україна*

### ***Abstract***

The article highlights the results of research on the development of emulsion sauce technology for special dietary consumption by patients with lactose malabsorption. The sauce is based on a semi-finished product of low-lactose whey and bean broth, called aquafab. A study of the composition of the sauce, in which the emulsion system is stable, the basic technological scheme of production. The chemical composition and energy value of the sauce, the degree of satisfaction of the body's daily need for essential nutrients are calculated.

### ***Анотація***

У статті висвітлено результати дослідження щодо розроблення технології емульсійного соусу для спеціального дієтичного споживання хворими на мальабсорбцію лактози. Соус створено на основі напівфабрикату низьколактозної молочної сироватки і відвару бобових, названого аквафабою. Представлено дослідження складу соусу, за якого емульсійна система стабільна, принципову технологічну схему виробництва. Розраховано хімічний склад та енергетичну цінність, соусу, ступінь задоволення добової потреби організму в основних харчових речовинах.

**Keywords:** whey, lactose malabsorption, aquafab, semi-finished product, emulsion sauce.

**Ключові слова:** сироватка, мальабсорбція лактози, аквафаба, напівфабрикат, емульсійний соус.

На сьогодні асортимент виробів спеціального призначення, що виготовляються в Україні вузький – їх випускається близько 2,0 % і, здебільшого, це дієтичні вироби. Це говорить про те, що питання розробки технологій і випуск спеціальних продуктів в Україні стоїть досить гостро і є актуальним. У зв'язку зі стрімким зростанням у населення захворюваності, пов'язаної з непереносимістю лактози і, відповідно, проблемою для цих людей споживання молочних продуктів, актуальним напрямком харчової індустрії є розроблення технологій низьколактозних молочних продуктів на основі сироватки молочної підсирної, потенціал якої на сьогодні в Україні реалізується не повною мірою.

Для розширення асортименту структурованої продукції оздоровчого призначення – соусів, кремів – перспективним є використання рослинної сировини, яка у великій кількості вирощується в Україні. Такою відносно дешевою сировиною є бобові культури, такі як нут, горох, квасоля, які містять значну кількість білкових речовин і крохмалю, а також цукрів, сапонінів та інших органічних речовин. Відоме використання відвару плодів бобових культур, так званої аквафаби (латиною «aqua» — вода, «faba» — боби), у якості емульгатора і стабілізатора

піни замість яєчного білка. У промисловому виробництві бобових аквафаба є фактично відходом, тому перспективним є розроблення соусної продукції з використанням аквафаби у якості емульгатора і структуроутворювача.

Серед продукції ресторанного господарства окремий сегмент складають соуси. Проте більшість з них має незбалансований хімічний склад, зокрема, підвищений вміст насичених жирних кислот, а вуглеводний склад представлено переважно крохмалем пшеничного борошна. Перспективним напрямом вирішення завдання щодо підвищення харчової цінності, зниження дефіциту есенціальних речовин є розроблення технологій соусів для спеціального дієтичного споживання. Тому, розроблення науково обґрунтovanих технологій кулінарної продукції для харчування хворих на мальабсорбцію лактози з вітчизняної низьковартісної сировини, що відповідає державній політиці щодо ресурсозбереження і глибокої переробки харчової сировини є актуальним.

Переробку молочної сироватки підсирної з утворенням низьколактозного згущеного напівфабрикату науково обґрунтовано у наших попередніх

дослідженнях [1, 2]. Доведено ефективність, а також обґрутовано оптимальні параметри попередньої ферментативної обробки молочної сироватки перед її згущенням для створення поліфункционального структурованого напівфабрикату із заданими властивостями. Показано доцільність використання напівфабрикату низьколактозної молочної сироватки (ННМС) у технології емульсійних соусів [3, 4].

Основне призначення напівфабрикату полягає у використанні його для виробництва харчової продукції для спеціального харчування хворих на мальабсорбцію. Оскільки технології виробництва страв з використанням напівфабрикату низьколактозного на основі молочної сироватки підсиленої відсутні, доцільним постає їх розробка з метою розширення асортименту такої продукції.

**Метою роботи** було розроблення технології емульсійного соусу для спеціального дієтичного споживання хворих на мальабсорбцію лактози на основі ННМС і аквафаби.

**Об'єкт дослідження** – технологія емульсійного соусу для спеціального дієтичного споживання.

**Предмет дослідження** – напівфабрикат низьколактозної молочної сироватки [1, 2], аквафаба – рідина, отримана внаслідок варіння білої квасолі, рослинна олія, емульсійний соус.

Дослідження фракційного складу білків відвару квасолі білої показали, що в ньому в основному присутні альбуміни і глобуліни (солерозчинні білки), фракція проламінів відсутня [6-10]. Крім

того, відомо [10], що крохмальні зерна бобових містять значну кількість амілози – лінійної фракції полісахаридів крохмалю – що певною мірою зумовлює структуроутворюальні властивості аквафаби.

Однією з основних вимог, що висуваються до кулінарної продукції на основі ННМС, є наявність необхідної текстури та здатність не змінювати структурні характеристики.

При виробництві емульсійних соусів, на етапі емульгування, найбільш наочно характер процесів відображають показники в'язкості ( $\eta$ , Па·с) та стійкості (V, %) утвореної системи. Дані показники знаходяться у прямій залежності від температури емульгування (t, °C) та швидкості викапування олії (v, мл/с).

В процесі вибору оптимальних параметрів протікання процесу емульгування необхідно враховувати середньозважену експертну оцінку консистенції (EO, балів).

Для одержання соусів емульсійного типу на основі ННМС використовували задане співвідношення ННМС:АКВАФАБА, що становить 60:40.

Для кожного виду емульгатора існують раціональні концентрації, які відповідають найбільшому вмісту олії в емульсії.

Визначення точки інверсії фаз для оцінювання емульгувальної здатності ННМС здійснювалось за методикою Гурова О.М. Результати відображені на рисунку 1.

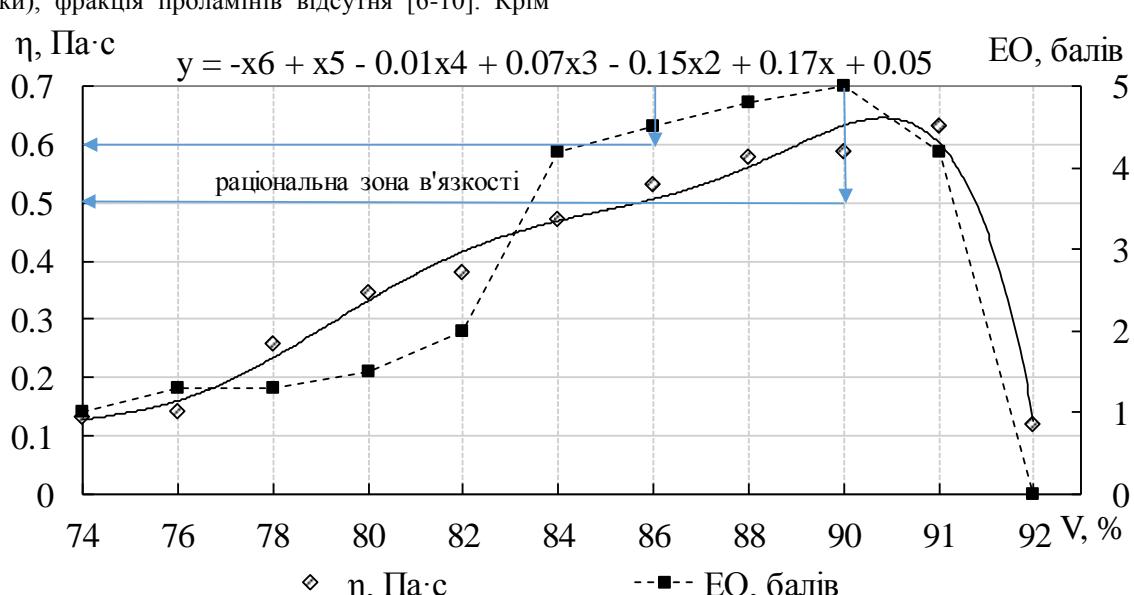


Рис. 1. Залежність ефективної в'язкості емульсійних систем ( $\eta$ , Па·с) та експертної оцінки консистенції (EO, балів) за різного об'єму емульгованої олії (V, %)

При збільшенні концентрації олії спостерігається зростання ефективної в'язкості з 0,132 до 0,578 Па·с. Максимальної в'язкості 0,632 Па·с система набуває за емульгування 91% олії від загального об'єму соусу. На наступному етапі спостерігається стрімке розрідження системи. За вмісту олії 92% спостерігається настання інверсії. Таким чи-

ном встановлена максимальна кількість емульгованої олії – 91% до загального виходу продукту, яка здатна утримуватися системою.

Залежність в'язкості від температури емульгування зображене на рис.2. Здійснювали емульгування в діапазоні температур від 14 °C до 26 °C.

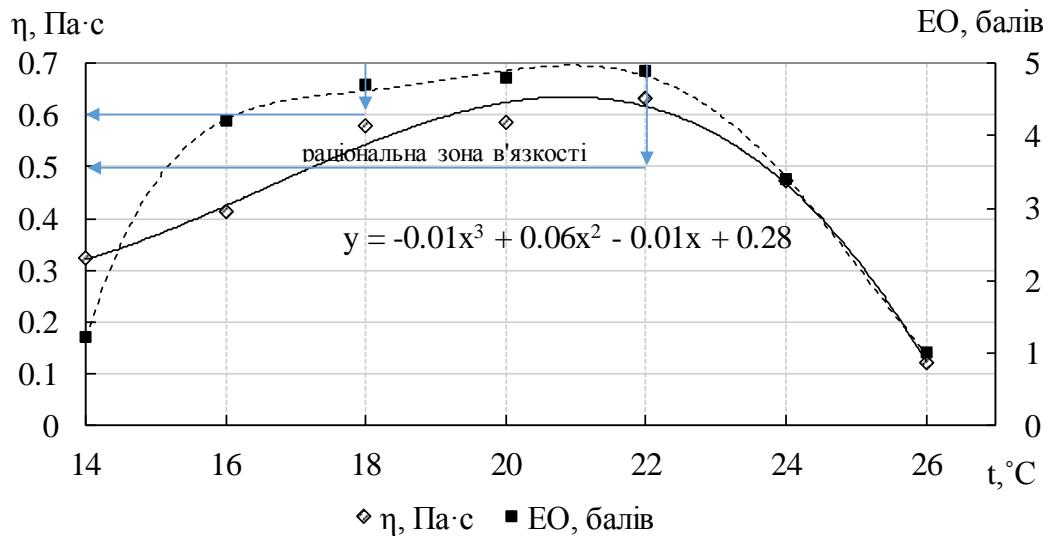


Рис. 2. Залежність ефективної в'язкості емульсійних систем ( $\eta$ , Па·с) та експертної оцінки консистенції (EO, балів) за різних температур ( $t$ , °C)

З рис. 2 видно, що зниження температури обробки з 18 °C до 14 °C призводить до зниження величини ефективної в'язкості в 1,79 разів (з

$0,578 \pm 0,004$  Па·с до  $0,322 \pm 0,004$  Па·с). Таким чином, з точки зору стабілізаційних властивостей, раціональним є діапазон температур: 18...22 °C.

Залежність в'язкості системи від швидкості викапування олії наведено на рис. 3.

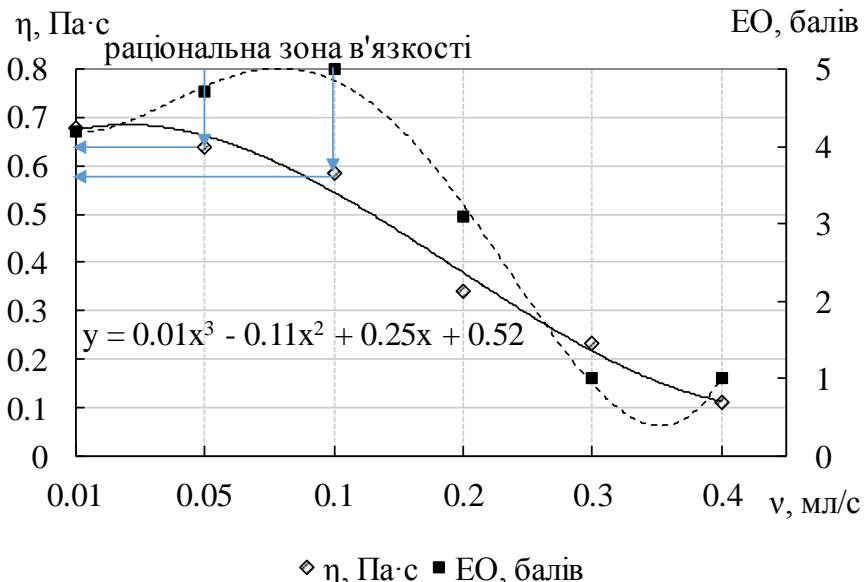


Рис. 3. Залежність ефективної в'язкості емульсійних систем ( $\eta$ , Па·с) та експертної оцінки консистенції (EO, балів) від швидкості викапування олії ( $v$ , мл/с)

Як видно з рис. 3 показник ефективної в'язкості знаходиться в прямій залежності від інтенсивності викапування олії в процесі її емульгування. Раціональна зона в'язкості, за визначенням експертів, характеризувалася показниками ефективної в'язкості в діапазоні від 0,586 Па·с до 0,640 Па·с. Даним значенням в'язкості відповідала швидкість викапування рідини, що становила 0,05 та 0,1 мл/с. Збільшення інтенсивності потоку олії до 0,2...0,4 мл/с призводило до неповного емульгування і прискорювало час настання інверсії емульсійної системи.

Інноваційна модель виробництва соусів нового покоління передбачає використання в якості основного компоненту суміші ННМС і аквафаби, яка

буде виступати емульгатором завдяки наявності сироваткових білків і високомолекулярних сполук відвару бобових, а також структуроутворювачем завдяки високому вмісту високоамілозного крохмалю квасолі.

Принциповою технологічною схемою виробництва соусу емульсійного типу передбачено додавання олії рослинної до суміші ННМС та диспергованої аквафаби і проведення процесу емульгування зі швидкістю 0,1 мл/с за 17...20 °C при обертанні робочого органу мішалки  $500\text{с}^{-1}$  протягом  $(1,1\dots1,2)\times60$  с (лабораторна верхньопривідна мішалка ULAB US-2000A [1, 2]) з метою запобігання розшаруванню (рис. 4).

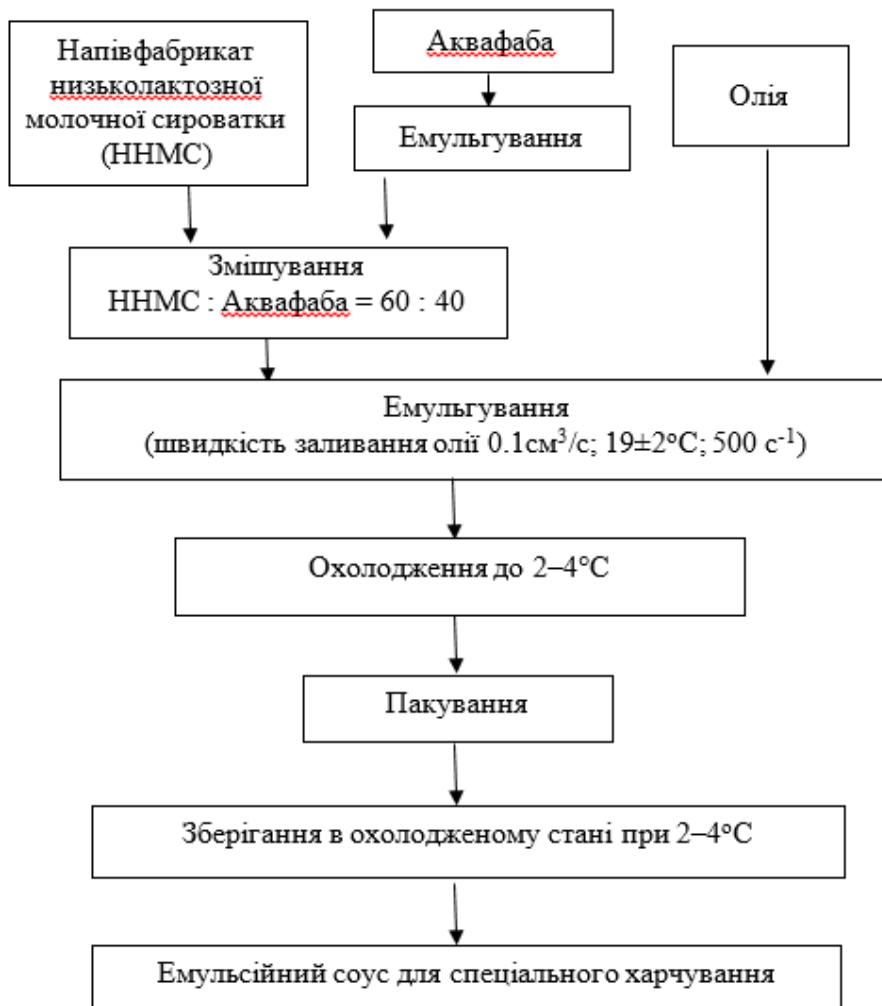


Рис. 4. Принципова технологічна схема виробництва емульсійного соусу

Отриманий соус емульсійного типу характеризується комплексом показників якості, серед яких найвагомішими є харчова та біологічна цінність.

Вміст основних харчових речовин і енергетичної цінності соусу емульсійного типу порівняно з

контролем наведено в табл.1. За контроль узято класичну рецептуру емульсійного соусу «Провансаль 67% жирності» [2].

Таблиця 1

Хімічний склад та енергетична цінність соусу в г/100г продукту  
(n=5; P≤0,05)

Показник	Одиниця вимірювання	Соус	
		Контроль	Дослідний емульсійний соус
Масова частка:	г/100 г продукту	21	11,5
- вологи		1,5	2,36
- золи		2,8	3,7
- білків		67	60
- жирів		3,7	22
- вуглеводів		-	0,53
- в т.ч. лактози		629	604,4
Енергетична цінність, ккал			

Вміст лактози становить 0,53 г на 100 г СР або у перерахунку на 100г соусу у натуральному вигляді – 0,56 г. Розроблений емульсійний соус для спеціального призначення характеризується на 40% меншим вмістом вологи, на 57% більшою золіністю та підвищеним на 32% вмістом білків

проти контролю. Кількість вуглеводів збільшилася в 5,6 разів. Вміст жирів та енергетична цінність напаки зменшилися на 10,45 і 3,94% відповідно. Соуси відрізняються збільшеним вмістом вітамінів С, А та В<sub>4</sub>; мінеральних речовин – К, Ca, Mg, Р та амінокислот - валін, лейцину та лізину.

Ступінь задоволення добової потреби організму в основних харчових речовинах при споживанні соусу представлено у табл. 2. Беручи до

уваги, що маса соусу при подачі різних страв варіється від 50 до 100 г, обрано для розрахунків вихід соусної продукції в кількості 100 г.

Таблиця 2

Ступінь задоволення (СЗ) добової потреби організму в основних харчових речовинах ( $P \leq 0,05$ )

Харчові речовини	Добова потреба	Контроль	Емульсійний соус
		СЗ, %	СЗ, %
Білки, г	76,0	3,7	4,9
Жири, г	56,0	119,6	107,1
Вуглеводи, г	219,0	1,7	10,0
Харчові волокна, г	20	0,0	1,0
<i>Мінеральні речовини, мг</i>			
Натрій (Na)	1300,0	39,1	23,8
Калій (K)	2500,0	1,5	23,3
Кальцій (Ca)	1000,0	3,3	21,5
Магній (Mg)	400,0	3,3	12,5
Фосфор (P)	800,0	6,8	31,1
Ферум (Fe)	18,0	5,6	2,3
<i>Вітаміни, мг</i>			
Ретинол (A)	0,9	2,2	7,8
β-каротин	5,0	0,0	10,2
Тіамін (B <sub>1</sub> )	1,5	0,7	9,3
Рибофлавін (B <sub>2</sub> )	1,8	2,8	34,4
Холін (B <sub>4</sub> )	500,0	2,9	11,8
Пантотенова кислота (B <sub>5</sub> )	5,0	0,0	32,2
Фолієва кислота (B <sub>9</sub> )	4,0	0,0	131,8
Цианкобаламін (B <sub>12</sub> )	3,0	6,7	20,7
Ніацин (PP)	20,0	2,5	2,4
Аскорбінова кислота (C)	90,0	0,0	2,3
Токоферол (E)	15,0	200,0	165,5

З технологічної точки зору поряд з хімічним складом розробленої продукції важливим є її споживчі властивості – консистенція, колір, смак та запах. Проведена органолептична оцінка соусів показала, що середньозважена балова оцінка виробленої низьколактозної соусної продукції становить 4,89 бали проти 4,84 балів відповідним контрольним зразкам.

Соусна продукція на основі ННМС та аквафаби відрізняється привабливим зовнішнім виглядом, покращеним кольором в порівнянні з контрольними зразками, збалансованими смаковими та ароматичними показниками, однорідною консистенцією.

**Висновок.** Розроблено перспективну ресурсоощадну технологію емульсійного соусу для хворих на малабсорбцію лактози на основі напівфабрикату згущеної низьколактозної молочної сироватки і аквафаби – відвару білої квасолі. Доведено перспективність використання аквафаби для регулювання емульгувальних та стабілізаційних властивостей соусу. Обґрутовано раціональне співвідношення ННМС та аквафаби як (60...70):(30...40), при цьому модельні системи досягають максимальних структуроутворювальних властивостей, виявляють високі емульгувальні та стабілізувальні властивості, що дозволяє отримувати емульсійні системи зі стійкістю 98±2% за вмісту олії 60%.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

- Гніцевич В., Гончар Ю., Євдомаха Т. Структуроутворювальні властивості напівфабрикату на основі згущеної низьколактозної молочної сироватки / Обладнання та технології харчових виробництв: зб. наук. пр. Вип. 2(39). – Кривий Ріг : ДОННУЕТ, 2019. – С. 20-27.
- Гніцевич В. Євдомаха Т. Моделювання складу напівфабрикату на основі згущеної низьколактозної сироватки / Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді : Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених, 3 квітня 2019 р. : [тези у 2-х ч.] / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. – Харків : ХДУХТ, 2019. – Ч. 1. – С. 23.
- Пат. 136022 Україна, МПК A23L 27/60, A23L 23/00. Низьколактозний емульсійний соус «Wellness» для спеціального харчування / В.А. Гніцевич, Ю.М. Гончар, Т.І. Євдомаха; Київський національний торговельно-економічний університет (Україна). №201902414; заявл. 12.03.19; опубл. 25.07.19, Бюл. №14/2019.
- Пат. 136990 Україна, МПК A23L 23/00, A23L 27/60 (2016.01). Способ виготовлення низьколактозного емульсійного соусу «Wellness» для спеціального харчування / В.А. Гніцевич, Ю.М. Гончар, Т.І. Євдомаха; Київський національний торговельно-економічний університет (Україна). №201902414; заявл. 12.03.19; опубл. 25.07.19, Бюл. №14/2019.

ціального харчування / В.А. Гніцевич, Ю.М. Гончар, Т.І. Євдомаха; Київський національний торговельно-економічний університет (Україна). № u201902415; заявл. 12.03.19; опубл. 25.09.19, Бюл. №18/2019

5. Saleh A., Alajaji, Tarek A., El-Adawy Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum L.*) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods //«Journal of Food Composition and Analysis» [Електронний ресурс] Код доступу: <http://www.dieteticai.ufba.br/Temas/metodosdecoccao/microondas.pdf>

6. Офіційний веб-сайт аквафаби [Електронний ресурс]. Код доступу: <http://aquafaba.com/>

7. <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2015/sep/29/aquafaba-chickpea-liquid-baking-egg-white-substitute>

8. Shim, Y. Y., Mustafa, R., Shen, J., Ratanapariyanuch, K., & Reaney, M. J. T. (2018). Composition and Properties of Aquafaba: Water Recovered from Commercially Canned Chickpeas. Journal of Visualized Experiments, (132).

9. Mustafa, R., He, Y., Shim, Y. Y., & Reaney, M. J. T. (2018). Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake. International Journal of Food Science & Technology.

10. <https://friekaker.no/aquafaba-what-is-its-chemical-composition/>

11. Mustafa, R., & Reaney, M. J. T. (2019). Aquafaba, from Food Waste to a Value-Added Product. Food Wastes and By-products, 93–126.

12. Alsalman, F. B., Tulbek, M., Nickerson, M., & Ramaswamy, H. S. (2020). Evaluation and optimization of functional and antinutritional properties of aquafaba. Legume Science. doi:10.1002/leg3.30

13. Buhl, T. F., Christensen, C. H., & Hammershøj, M. (2019). Aquafaba as an egg white substitute in food foams and emulsions: Protein composition and functional behavior. Food Hydrocolloids. doi:10.1016/j.foodhyd.2019.05.041

14. <https://1000.menu/cooking/35243-maionez-iz-akvafaby>

## INVESTIGATION OF DYNAMIC PROCESSES IN INFORMATION NETWORKS WITH THE APPLICATION OF NEURAL NETWORKS

**Sobchuk V.**

*Doctor of Engineering, Associate Professor*

*Department of Higher Mathematics*

*State University of Telecommunications: Study in Ukraine*

**Sobchuk A.**

*PhD, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine.*

**Laptiev S.**

*State University of Telecommunications, Kyiv,*

**Laptieva T.**

*State University of Telecommunications, Kyiv,*

**Hrebennikov A.**

*State University of Telecommunications, Kyiv,*

**Bobrov S.**

*Candidate of Technical Science, associate professor*

*The Center for Military and Strategic Studies*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi*

## ДОСЛІДЖУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖ

**Собчук В.В.**

*Доктор технічних наук, доцент, Професор Кафедри вищої математики  
Державний Університет Телекомуникацій, Україна;*

**Собчук А.В.**

*Доктор філософії, Київський національний університет  
ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна.*

**Лаптєв С.О.**

*Державний університет телекомуникацій, Київ, Україна*

**Лаптєва Т.О.**

*Державний університет телекомуникацій, Київ, Україна*

**Гребеніков А.Б.**

*Державний університет телекомуникацій, Київ, Україна*

**Бобров С.В.**

*Кандидат технічних наук, доцент*

*Центр воєнно-стратегічних ділідженсі*

*Національний університет оборони України імені Івана Черняховського*

### **Abstract**

The processes of the global transformation of IT infrastructure against the background of mass introduction of cyber-physical systems and breakthrough achievements in the fields of artificial intelligence and robotics in production and technological processes are investigated in the work. The characteristics of the behavior of complex technical systems that implement the property of functional stability of such systems are studied.

Data transmission processes in information networks are characterized, taking into account the peculiarities of the influence of changes in signal amplitude, self-oscillations, and chaotic dynamics that occur in the processing data centers. Methods of application of neural networks in modeling of data transmission processes in information networks are described. A universal method for constructing neural network models of the data transmission process in information networks based on an artificial neural network of counter propagation is given.

Based on the analysis, an intelligent system of analysis and prediction of the dynamic stability of the data transmission process in information networks using parallel calculations, which guarantees the fulfillment of the necessary conditions to ensure the functional stability of information networks.

### **Анотація**

В роботі досліджуються процеси глобальної трансформації інфраструктури ІТ на фоні масового впровадження кіберфізичних систем та проривних здобутків в галузях штучного інтелекту і робототехніки у виробництво та технологічні процеси. Вивчаються характеристики поведінки складних технічних систем, що реалізують властивість функціональної стійкості таких систем.

Характеризуються процеси передачі даних в інформаційних мережах з врахуванням особливостей впливу зміни амплітуди сигналу, автоколивань та хаотичної динаміки, які виникають в обробляючих датацентрах. Описано способи застосування нейромереж в моделюваннях процесів передачі даних в інформаційних мережах. Дано універсальну методику побудови нейромережевих моделей процесу передачі даних в інформаційних мережах на базі штучної нейронної мережі зустрічного поширення.

Грунтуючись на проведенному аналізі досліджено інтелектуальну систему аналізу та прогнозування динамічної стійкості процесу передачі даних у інформаційних мережах з використанням паралельних обчислень, яка гарантує виконання необхідних умов забезпечення функціональної стійкості інформаційних мереж.

**Keywords:** *information networks, dissipative systems, functional stability, neural network, Kohonen network.*

**Ключові слова:** *інформаційні мережі, дисипативні системи, функціональна стійкість, нейронна мережа, мережа Кохонена.*

### **1. Вступ**

Стрімкий розвиток технічного прогресу, зумовленого домінуючою роллю інформаційних технологій, що охоплюють та пронизують практично всі аспекти економічної та соціальної діяльності людей, створює нові виклики для дослідників та практиків, порушуючи питання незворотності трансформацій цілих систем виробництва, менеджменту та управління. Головним здобутком трансформацій глобальної інформаційної інфраструктури та масштабної автоматизації виробництва є фактичне злиття автоматизованого виробництва, обміну даних і виробничих технологій в єдину саморегульовану систему з якнайменшим або взагалі відсутнім втручанням людини у виробничий процес. Нині відбувається масове впровадження кіберфізичних систем у виробництво та прориви в галузях штучного інтелекту, робототехніки, Інтернету речей, автономного транспорту, нанотехнологій, автономних машин, дронів, віртуальних помічників, програм-перекладачів, програм-радників, квантових комп'ютерів тощо. В сукупності все це в значній мірі породжує численні наслідки в функціонуванні держави, бізнесу, науки та людей, призводить до постійної модифікації наявних концепцій та теорій, надає нового змісту великій сукупності загальновживаних термінів та понять у багатьох галузях людської діяльності.

Зокрема, у результаті розширення спектру об'єктів функціональної дії складних технічних систем, включення до їх складу інформації та варіацій

поєднань цих об'єктів між собою, очевидно є вимагає розширення техніко-об'єктного складу самих систем, до яких за загальноприйнятою практикою належать: машини, апарати, прилади, обладнання, оснастка, їх елементи у вигляді вузлів, блоків, агрегатів тощо та включення до них, насамперед, технічних об'єктів зі сфери інформаційних технологій, а саме електронних цифрових програмованих пристрій, різноманітних гаджетів, інтелектуальних технічних та кіберфізичних систем та інформаційних мереж, які за своєю природою переважно є складними або суперскладними системами.

Тому дослідження динамічних процесів передачі даних в інформаційних мережах технічних систем потребує постійного вивчення та захисту від зовнішніх впливів.

### **2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми**

В роботах [1-3] досліджуються властивості систем, які забезпечують можливість їхнього функціонування при змінах параметрів внутрішнього та зовнішнього середовища впродовж тривалих проміжків часу постійно перебуває у фокусі уваги науковців. Насамперед це стосується високоорганізованих технічних і більшості біологічних систем. Властивість функціональної стійкості притаманна не лише біологічним видам, але і складним технічним системам. Характер поведінки системи вибирається відповідно до змін зовнішніх умов і з функціональним інваріантом системи, який можна назвати внутрішньою метою її функціонування.

Вибір поведінки припускає також наявність деякої множини можливих різноманітних наслідків, об'єднаних загальною властивістю відповідності одній зовнішній причині в цих умовах. Це забезпечується за рахунок відповідної зміни структури і поведінки системи, навіть при зниженні якості функціонування системи. Залежно від міри складності організації інформаційних систем підприємства та рівня аналізу, властивість функціональної стійкості може проявлятися у вигляді стійкості до помилок, надійності, живучості, відмовостійкості, адаптивності, завадостійкості тощо.

Роботи [4-5] досліджують стійкість систем від несанкціонованих доступів з точки зору стійкості системи та її здатності виконувати задані функції з деяким допустимим зниженням якості. Причому дії на систему можуть мати як природний, так і умисний характер. Основною особливістю функціонально стійких систем є їх здатність деградувати на структурному рівні до повної відмови системи, тобто виключати із структури елементи, що відмовили, перебудовувати структуру, настроювати параметри системи для пристосування (адаптації) до нових умов експлуатації.

Робота [6] описує методику створення єдиного інформаційного простору на сучасному виробничому підприємстві з функціонально стійким виробничим процесом. Сучасні промислові підприємства у великий мірі автоматизовані та здатні автономно виконувати багато технологічних процесів протягом наперед заданих часових інтервалів випускаючи продукцію з високими стандартами споживчої та експлуатаційної якості. Залежно від типу, призначення, способу організації технічної системи, нині гостро стоїть проблема мінімізації впливу людського фактору у виробничих процесах, розвитку критеріїв оцінки і методів підвищення функціональної стійкості для інформаційних систем підприємства; ретельне вивчення окремих класів технічних систем і визначення найбільш ефективних засобів підвищення їх функціональної стійкості.

Водночас в останні роки ми переживаємо справжній бум розвитку технологій штучного інтелекту та їх широке впровадження в різноманітні сфери людської діяльності, в тому числі й їх інтеграцію у виробничі процеси сучасних підприємств. Так в роботах [10, 11] нейронні мережі з самоорганізацією (self-organizing neural networks), відомі як карти Кохонена (Kohonen maps) застосовуються для діагностування стану технічних систем. Нейронна мережа з самоорганізацією використовується для діагностування несправностей обладнання. При цьому використовується здатність мережі до стискання даних, тобто до представлення множини точок вектором ваг одного нейрона. Фундаментальним тут є припущення про те, що кожний клас дефектів породжує специфічну зміну характеристик обладнання. Нейрон, який перемагає в конкуренції характеризує або нормальній режим роботи, або певну несправність. Нейронні мережі з самоорганізацією активують єдиний нейрон, що дозволяє локалізувати пошкоджений елемент незалежно від стану решти.

В роботі [12] для виявлення дефектів датчиків використовується нейронна мережа з самоорганізацією з обмеженнями на значення ваг (constrained Kohonen network). Це дозволяє правильно класифіковати дефекти, навіть якщо вхід системи залежить від стану системи чи при дрейфі нуля датчиків. В роботі [13] нейронна мережа Кохонена використовується для діагностування хімічного процесу плавки металів. Таким чином для забезпечення функціональної стійкості технологічних процесів виробничих підприємств можна широко застосовувати різні класи нейронних мереж для забезпечення діагностики стану інформаційних мереж та обладнання цілком [14-16].

Навчаючи нейронні мережі враховуючи умову функціональної стійкості технологічного процесу буде забезпечена ефективна робота як виробничого обладнання, так і інформаційних мереж. Тому дослідження динамічних процесів передачі даних в інформаційних мережах технічних систем із застосуванням нейромереж є дуже актуальним.

## 2.1. Мета і задачі дослідження

Метою дослідження є вдосконалення і розробка методів організації виробничих процесів з використанням нейромереж.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- проаналізувати способи застосування нейромереж в інформаційно-технологічних процесів, визначити їх переваги і недоліки;
- використовуючи аарат штучних нейронних мереж запропонувати методику побудови нейромережевих моделей інформаційно-виробничого процесу;
- дослідити інтелектуальну систему аналізу та прогнозування динамічної стійкості технологічних процесів з використанням паралельних обчислень.

## 3. Виклад основного матеріалу

Невід'ємними факторами, що характерні передачі даних у інформаційних мережах, слід зазначити, що цьому процесу властиві й режими автоколивань. Власне експериментальні дослідження свідчать [17] про наявність автоколивного режиму параметрів сигналів при передачі інформації у мережах. Тому внутрішнім джерелом, що викликає зсув фази сили різання  $r$ , а отже, виникнення автоколивань, є періодична локалізація параметрів сигналів, що передаються у мережі. В першому наближенні енергія локалізованих сигналів може бути визначена таким способом

$$\Delta U_d = E_0 \cdot \rho = \alpha \cdot G \cdot b^2 \cdot \rho, \quad (1)$$

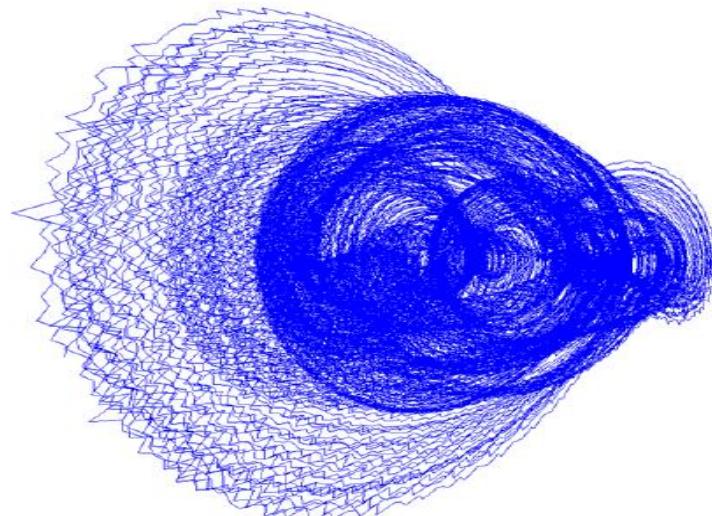
де  $\Delta U_d$  – енергія зміни амплітуди сигналу,  $E_0$  – питома енергія зміни сигналу, що відповідає одній з довжин дислокаций,  $\rho$  – щільність дислокаций,  $G$  – модуль зсуву,  $\alpha$  – коефіцієнт. Амплітуду хвилі деформації  $h$  оцінюють так:

$$\varepsilon = 2 \ln \left( \frac{h}{d_k} \right) \quad (2)$$

де  $\varepsilon$  – ступінь зміни сигналу,  $d_k$  – розмір комірки (фрагменту  $\sim 1/\sqrt{\rho}$ ).

В [15] також вивчені умови детермінованого хаосу в динамічних процесах передачі інформації у інформаційних мережах. Показано, що для розвитку хаотичних рухів достатньо трьох ступенів свободи. На цій основі запропонована динамічна модель і вивчені різні сценарії хаотизації зміни амплітуди сигналів, зокрема солітонний сценарій

хаотизації зміни сигналу (рис. 1.), як один з найбільш вірогідних сценаріїв. Побудова атракторів [16], оцінка  $d_F$  фрактальної розмірності і  $\lambda$  показників Ляпунова по напрямку сили  $P_z$  та  $P_y$  показали, що атрактором по напрямку сили  $P_y$  відповідають менші величини  $d_F$ , а має нульове значення  $\lambda$ .



*Рис.1 Вигляд реконструйованого атрактора породженого хаотизацією амплітуди сигналу передачі даних у мережі.*

Теоретичні дослідження проілюстрували, що перехід від ламінарного руху частинок сигналу, який обробляють в прирізцевих шарах до вихровому, тобто динамічному хаосу, може бути обумовлений утворенням тут солітонів.

### 3.1. Застосування теорії нейронних мереж в моделюваннях процесів передачі даних в інформаційних мережах

Штучні нейронні мережі є новітньою перспективною обчислювальною технологією, що дає нові підходи до дослідження задач цифрового виробництва. На початках нейронні мережі відкрили нові можливості в області розпізнавання образів, потім вони дозволили розширити апарат статистичної обробки даних та засобів підтримки прийняття рішень і вирішення задач в різних областях техніки, які ґрунтуються на методах штучного інтелекту.

Здатність до моделювання нелінійних процесів, роботи з зашумленими даними і адаптивність дають можливості застосовувати нейронні мережі для вирішення широкого класу задач. Застосування нейронних мереж охоплюють найрізноманітніші галузі інтересів: розпізнавання образів, обробка зашумлених даних, доповнення образів, асоціативний пошук, класифікація, оптимізація, прогноз, діагностика, обробка сигналів, абстрагування, управління процесами, сегментація даних, стиснення інформації, складні відображення, моделювання складних процесів, машинний зір, розпізнавання мови тощо.

Розглянемо процес передачі даних у інформаційних мережах на основі нейронних мереж. При цьому необхідно зазначити, що перспективним напрямком комплексного вивчення процесів передачі

інформації є системний енергетичний підхід [15], згідно з яким процес механічної обробки слід розглядати як систему дисипативних процесів [16], що описується енергетичним рівнянням:

$$A_p = A_{\text{df}} + A_{\text{tp(z)}} + A_{\text{tp(n)}} + A_{\text{нар}}, \quad (3)$$

де  $A_p$  – робота по передачі сигналів,  $A_{\text{df}}$  – робота по відхиленню амплітуди сигналу,  $A_{\text{tp(z)}}$  та  $A_{\text{tp(n)}}$  – робота по запобіганню зміни амплітуди сигналу,  $A_{\text{нар}}$  – робота, яка витрачається на руйнування відхилення амплітуди. Кожна з компонент системи має свої властивості і характер поведінки. Якщо всі можливі прояви системи зводяться до суми проявів її компонент, то така система є простою. Для опису простих систем традиційно застосовуються методи аналізу, суть яких в послідовній декомпозиції системи на компоненти і побудові моделей все більш простих елементів. Таким в своїй основі є метод математичного моделювання, в якому моделі описуються в формі рівнянь, а прогнозування поведінки системи ґрунтуються на їх розв'язках.

Прикладом такого підходу до формалізації процесу різання слугують широко поширені в даний час математичні моделі, засновані на емпіричних ступеневих залежностях вихідних характеристик процесу передачі сигналів від параметрів режиму і середовищі передачі інформації:

$$A(v, s, t, \varphi, \varphi_1, \dots) = C_A v^\alpha s^\beta t^\gamma \varphi^k \varphi_1^\eta \dots k_1 k_2 \dots k_n \quad (4)$$

Універсальну методику побудови нейромережевих моделей процесу передачі даних в інформаційній мережі на базі штучної нейронної мережі можна описати таким способом:

**Крок 1.** Формування навчальної вибірки, що характеризує широкий спектр умов протікання технологічного процесу і складається з векторів  $\Psi(\tau_i)$  доступної для фізичного вимірювання діагностичної інформації про процес  $i$ , відповідних їм, векторів вихідних параметрів процесу  $\mathcal{P}(\tau_i)$ .

**Крок 2.** Узагальнення і класифікація вхідних образів  $\Psi(\tau_i)$  діагностичної інформації з метою визначення множини  $\Theta(\Psi)$  можливих фазових станів технологічного процесу шляхом самонавчання шару Кохонена

**Крок 3.** Зіставлення кожного окремо взятого фазового стану  $\Theta_k$  процесу з найбільш ймовірними значеннями його вихідних параметрів  $\mathcal{P}'_k$  шляхом навчання шару Гроссберга [8].

Оцінка миттєвих значень залежних параметрів ґрунтуються на структурно-енергетичному представленні процесу передачі інформації вигляді системи дисипативних процесів, що описуються енергетичним рівнянням (1). Задача моделювання кожного з параметрів (1) зводиться до створення навчальної вибірки сигналів, що характеризує фазові переходи процесу (явні або розмиті) у зв'язку зі зміною контролюваної величини, і відповідного навчання нейронної мережі.

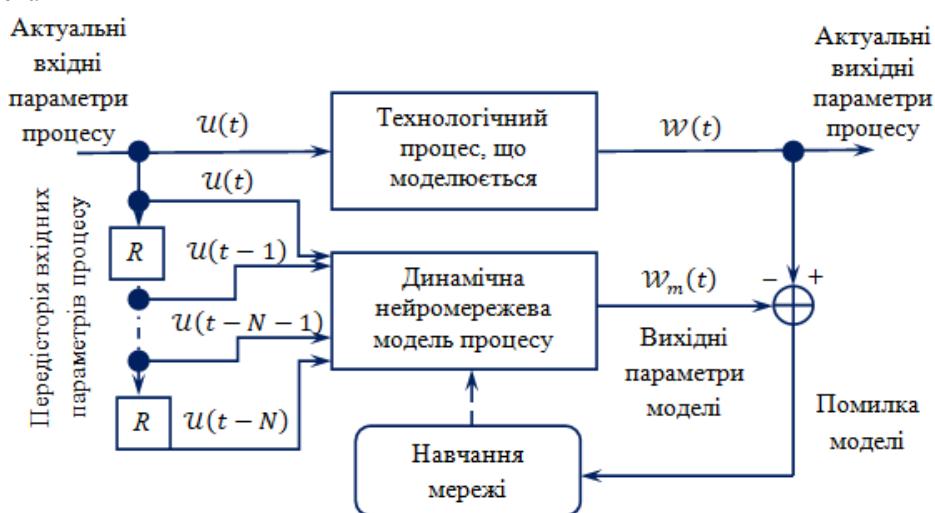


Рис.2 Схема навчання динамічної нейромережової моделі технологічного процесу

При застосуванні нейромережевих моделей, насамперед постає питання вибору конкретної архітектури мережі (числа шарів і кількості нейронів в кожному з них). Після чого відбувається процес навчання мережі, який по суті є підгонкою моделі, яка реалізується мережею, до наявних навчальних даних, які характеризують різні варіанти умов протікання технологічного процесу, що моделюється. Помилка для конкретної конфігурації мережі визначається шляхом прогону через мережу всіх наявних спостережень вхідних параметрів  $U$  процесу і порівняння вихідних значень  $W_i$  моделі з реальними значеннями вихідних параметрів  $W$  технологічного процесу. Всі такі різниці сумуються так званою *функцією помилок*, значення якої і є помилка мережі. Навчання проводиться до тих пір, поки помилка мережі не досягне прийнятно малої величини (рис. 2).

Мережа, отримана в результаті навчання, вирає закономірності, що присутні в даних. При такому підході вона є функціональним еквівалентом залежностей між змінними, подібно до тих, які будуються в традиційному моделюванні. Однак, на відміну від традиційних моделей, у випадку мереж ці залежності не можуть бути записані в явному вигляді. Часто нейронні мережі реалізують моделі дуже високої якості; однак, вони представляють собою типовий приклад нетеоретичного підходу до дослідження. При такому підході основні зусилля

зосереджуються виключно на практичний результат – в даному випадку – на адекватності моделі, – а не на суті механізмів, що лежать в основі явища.

На практиці не завжди є можливим здійснити повне моделювання всього процесу передачі інформації у мережі. У цьому випадку корисно побудувати модель будь-якої його складової частини, найбільш важливою з точки зору вихідних параметрів процесу або найменш зручну для прямих вимірювань і, як правило, внаслідок цього мало вивчену. Такі часткові моделі можуть бути корисні для діагностики технологічного процесу в цілому. Природно, що вхідними даними для даних моделей буде не вектор  $U(t)$  управління, а вектор  $\Psi(t)$  будь-яких проміжних параметрів протікання технологічного процесу, отриманих в результаті фізичних вимірювань.

Визначення параметрів сигналів передачі інформації у мережі, що забезпечують стійкий режим функціонування за призначенням, є актуальним завданням. Реальний процес передачі даних у інформаційній мережі описується великою кількістю параметрів, які в тій чи іншій мірі впливають на вихідні параметри системи, такі як конструкція будівлі, температури, сили, перешкоди, які, в свою чергу, визначають продуктивність роботи і якість передачі інформації у мережі. Облік всіх параметрів в моделі технологічного процесу не представляється

можливим. Як правило, в будь-якій складній ієрархічній дисипативній системі, з позиції синергетичного підходу, існують параметри порядку, що визначають поведінку всієї системи в цілому.

Для підвищення продуктивності обчислень варто інтегрувати в систему управління виробним центром технологічного процесу завдяки підвищенню продуктивності роботи нейронних мереж і швидкості їх навчання, пропонується використання ядер графічних процесорів і технологію nVidia CUDA. Технологія CUDA – це архітектура паралельних обчислень від NVIDIA, що дозволяє істотно збільшити обчислювальну продуктивність завдяки використанню GPU (графічних процесорів)

#### **4. Інтелектуальна система аналізу та прогнозування динамічної стійкості процесу передачі даних з використанням паралельних обчислень nVidia CUDA**

Розробка динамічного процесу передачі інформації в мережах на основі нейронних мереж з алгоритмом паралельного навчання дозволяє визначати області динамічної стійкості процесу передачі даних в інформаційних мережах. Підходи нелінійної динаміки, дають можливість будувати атрактори системи різання і проводити оцінку їх фрактальної розмірності, так само дозволяють виявляти хаотичні автоколивання при передачі інформації та стійкості системи передачі даних. Використання алгоритмів паралельних обчислень nVidia CUDA істотно прискорює процес навчання нейронної мережі, що дозволяє застосовувати їх в системах оперативної діагностики динамічної стійкості технологічних систем на виробництві.

До складу сучасних інтелектуальних систем, інтегрованих в управління технологічним процесом входить база даних (БД) динамічного стану процесу передачі інформації, нейронна мережа стійкості процесу, нейронна мережа класифікації властивостей системи передачі інформації, що обробляється і програмне забезпечення для аналізу сигналу.

БД містить відомості про вектор технологічних параметрів  $St$  і відповідний вектор динамічного стану  $Sd$ , отриманого в ході експериментальних дослідження або роботи обладнання [15]. Після накопичення певної кількості інформації в БД, відбувається навчання нейромережової моделі стійкості процесу передачі інформації, яка пов'язує значення вектора технологічних параметрів  $St$  з відповідними значеннями вектора динамічного стану процесу передачі інформації  $Sd$  (рис.5). Вхідний шар нейронної мережі складається з 13 нейронів, на вхід яких надходить інформація про вектор технологічних параметрів  $St$ . Вихідний шар складається з 4 основних нейронів, які характеризують вектор динамічного стану процесу різання  $Sd$ , що містить відомості про амплітуду автоколивань, фрактальної розмірності атрактора, ентропії сигналу, старшого показника Ляпунова та 10 000 додаткових нейронів, кожен з яких відповідає за певну частоту в спектрі. Навчання нейронної мережі відбувається методом зворотного поширення помилки. З огляду на

великий обсяг даних, що надходять, застосовується підхід паралельних обчислень з використанням графічних процесорів (GPU) і технології nVidia CUDA, зокрема спеціалізована бібліотека cuDNN, що дозволяє підвищити продуктивність при навчанні в 5-7 разів.

Після навчання нейронна мережа здатна моделювати динамічний стан процесу передачі інформації, формуючи на вихідному шарі нейронів вектор динамічного стану процесу передачі інформації  $Sdm$  на основі даних про вектор технологічних параметрів  $Stm$ . Змінюючи значення вектора  $Stm$ , можливе моделювання різних динамічних станів, для подальшого вибору технологічних параметрів, які забезпечують найбільшу динамічно стійкі режими передачі інформації, тим самим підвищується ефективність передачі даних, а відтак забезпечується функціональна стійкість процесу передачі інформації, який виконується з використанням даного робочого центру як елемента.

Підсумовуючи слід зазначити, що запропонована інтелектуальна система діагностування та управління динамічною стійкістю процесу передачі даних у інформаційної мережі є необхідно умовою забезпечення функціональної стійкості виробничого процесу.

Забезпечення ж практичного дотримання параметрів моделі в рамках реального виробничого процесу гарантуватиме його функціональну стійкість в межах часового інтервалу поки параметри технологічного центру задовільнятимуть розрахункові параметри моделі. Система стане функціонально нестійкою при виході параметрів за межі множини розрахункових параметрів, що приведе до втрати динамічної стійкості робочого центру й вимагатиме зупинку процесу передачі інформації.

#### **5. Висновки**

Процеси трансформації глобальної інформаційної інфраструктури та масштабної автоматизації виробництва призводять до фактичного злиття автоматизованого виробництва, обміну даних і виробничих технологій в єдину саморегульовану систему з якнайменшим або взагалі відсутнім втручанням людини у виробничий процес. Нині відбувається масове впровадження кіберфізичних систем у виробництво з одночасним застосуванням отриманих результатів в галузях штучного інтелекту, робототехніки, Інтернету речей тощо.

Реалізуючи досягнення мети роботи в частині розробки методів організації виробничих процесів обробки металів на машинобудівних підприємствах та підприємствах гірничу-металургійного комплексу з використанням нейромереж було вивчено процеси глобальної трансформації інфраструктури ІТ на фоні масового впровадження кіберфізичних систем та проривних відкриттів в галузях штучного інтелекту і робототехніки у виробництво та технологічні процеси.

В статті описано характеристики поведінки складних технічних систем, що реалізують властивість функціональної стійкості таких систем. Дано

характеристику особливостей процесу обробки металів різанням з врахуванням особливостей впливу деформаційного зміщення, пластичних деформацій, автоколивань та хаотичної динаміки, які виникають в обробляючих центрах. Описано способи застосування нейромереж в моделюваннях процесів механічної обробки металів різанням.

Дано універсальну методику побудови нейромережевих моделей процесу механічної обробки на базі штучної нейронної мережі зустрічного поширення. Грунтуючись на проведенному аналізі дослідженого інтелектуальної системи аналізу та прогнозування динамічної стійкості технологічного процесу різання з використанням паралельних обчислень, яка гарантує виконання необхідних умов забезпечення функціональної стійкості виробничого процесу.

В подальшому планується продовжити дослідження функціонально стійких технологічних процесів з використанням методів штучного інтелекту. Основна увага буде сконцентрована на моделюванні таких процесів з врахуванням особливостей середовища функціонування, матеріалів які використовуються та впливу фізичних процесів, які супроводжують відповідні технологічні процеси.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Sobchuk VV, Musienko AP, Ilyin OY Analysis of the use of a hierarchical structure to ensure the functional stability of the automated enterprise management system. Scientific journal "Telecommunication and information technologies". K.: DUT, 2018. No 4 (61). Pp. 53 - 61.
2. Sobchuk VV, Koval MO, Musienko AP, Matsko OY Method of diagnosing hidden failures in the information system based on the use of a two-level system of functional stability // Scientific journal "Telecommunication and information technologies". - K.: ДУТ, 2019. - № 1 (62). - P. 22 - 31.
3. Barabash OV, Lukova-Chuyko NP, Musienko AP, Sobchuk VV Ensuring the functional stability of information networks based on the development of a method of counteracting DDoS attacks. Modern information systems. - Kharkiv: National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", 2018. - Volume 2. - № 1. - P. 56-63.
4. Sobchuk V.V, Laptev O.A, Salanda I.P, Sachuk Y.V. Mathematical model of information network structure on the basis of non-stationary hierarchical and stationary hypernetwork. Collection of scientific works of the Military Institute of Kyiv Taras Shevchenko National University. - K.: WINDOW, 2019. - Issue. 64. - P. 124 - 132.
5. Kuchuk N.G., Lukova-Chuiko N.V., Sobchuk V.V. Optimization of bandwidth of communication channels of hyperconvective system. Scientific periodical "Control, navigation and communication systems". - Poltava: PNTU, 2019. - Vip 3 (55). - C 120-125.
6. Sobchuk V.V. Methods of creating a single information space at a production enterprise with a functionally stable production process. Scientific periodical "Control, navigation and communication systems". - Poltava: PNTU, 2019. - Vip. 6 (58). - C 84 - 91.
7. Karpenko M., Sepehri N., Scuse D. Diagnosis of Process vavle Actuator Faults Using a Multilayer Neural Network .Control Engineering Practice. – Vol. 11. – 2003. – N 11. – P. 1289–1299.
8. Hornik K., Stinchcombe M., White H. Multilayer feed-forward networks are universal approximators, Neural Networks. – Vol.2. – 1989. – P 359–366.
9. Leonard J.A., Kramer M.A., Ungar L.H. Using radial basis functions to approximate a function and its error bounds // IEEE Transaction on Neural Networks. – Vol. 3. – N 4. – 1992.
10. Chan C.W., Hong Jin, Chueng K.C., Zhang H.Y. Fault detection of system with redundant sensors using constrained Kohonen networks // Automatica. – Vol. 37. – 2001. – P. 1671 – 1676.
11. Jamsa-Jounela S.-L. A process monitoring system based on the Kohonen self-organizing maps Control Engineering Practice. – Vol. 11. – 2003. – N 11. – P. 83–92.
12. Kabaldin Yu.G., Shatagin D.A., Kolchin P.V., Kuzmishina A.M., Anosov M.S. Artificial intelligence and cyber-physical machining systems in digital manufacturing. - Nizhny Novgorod: NSTU im. R.A. Alekseeva. 2018 -- 271 p.
13. Pichkur V.V., Kapustyan O.V., Sobchuk V.V. The theory of dynamical systems. - Lutsk: Vezha-druk, 2020 -- 348 p.

#### **DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE THE PARAMETERS OF THE WORKING ENVIRONMENT OF THE WORKING STAFF OF LLC "SHAKHTINSKAYA CERAMIKA"**

**Polivarova K.  
Stepantsova A.**

*Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg*

#### **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ РАБОЧЕГО ПЕРСОНАЛА ООО «ШАХТИНСКАЯ КЕРАМИКА»**

**Поливарова К.В.  
Степанцова А.Ю.**

*Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург*

## **Abstract**

The microclimate of industrial premises is a complex of physical factors that affect the heat exchange of a person and determine well-being, work capacity, health and labor productivity. Maintaining the microclimate of the workplace within the limits of hygiene standards is the most important task of industrial sanitation. This article discusses issues related to the parameters of the microclimate, the influence of these parameters on the performance and physical condition of personnel at a particular enterprise, namely, LLC "Shakhtinskaya ceramics".

## **Аннотация**

Микроклимат производственных помещений – это комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда. Поддержание микроклимата рабочего места в пределах гигиенических норм – важнейшая задача промышленной санитарии.

В данной статье рассмотрены вопросы, связанные с параметрами микроклимата, влияние этих параметров на работоспособность и физическое состояние персонала на конкретном предприятии, а именно на ООО «Шахтинская керамика».

**Keywords:** microclimate, air conditioning

**Ключевые слова:** микроклимат, кондиционирование.

**Цель** – разработка мероприятий, направленных на улучшение параметров микроклимата рабочей среды.

Существует большое количество мероприятий по решению данного вопроса, приемлемыми из них для нашего предприятия являются:

1. аспирация участка засыпки пресс порошка в элеваторы;
2. теплоизоляция воздуховодов горячего воздуха холодильников печей;
3. устройство открывающихся окон;
4. установка дефлекторов в необходимых местах;
5. устройство открывающихся окон;
6. организация в рабочем цеху №3 общеобменной и / или установка местной вентиляции.

Тем не менее осуществление данных мероприятий осложняется тем, что в рассматриваемом рабочем пространстве находится большое количество техники, сильно отличающейся линейными параметрами, а именно разница в высоте может достигать 3-4 м, что в свою очередь не позволяет прибегнуть к выше описанным мероприятиям, а именно подвести трубопроводы, чтобы установить общую вентиляцию в данный цех.

В данной статье предлагается решение этого вопроса с учетом всех пространственно-планировочных особенностей рабочего пространства.

## **Методы и материалы.**

Для решения проблемы в рассматриваемом рабочем пространстве было принято решение о необходимости применения кондиционирования воздуха в цехе №3.

Кондиционирование воздуха — это создание в помещениях определенных метеорологических условий, которые являются наиболее благоприятными для рабочего персонала или необходимыми для нормального протекания технологического процесса. Различают полное и неполное кондиционирование воздуха. Полное кондиционирование воздуха регулирует температуру, влажность, подвижность и чистоту воздуха, а также, имеет возможность его дополнительной обработки (например, обеззараживание, ароматизация, ионизация). В

то время как при неполном кондиционировании регулируется только часть параметров воздуха.

При выборе установки для осуществления кондиционирования воздуха на ООО «Шахтинская керамика» были проанализированы три различных вида оборудования, а именно:

- 1) УДВ - 2 (унифицированный душирующий воздухораспределитель)
- 2) Вентилятор канальный RP 100-50/56-4D.
- 3) установка LITENED 80-50.

Сравнительный анализ вариантов, выявил следующие недостатки:

1. Унифицированный душирующий воздухораспределитель УДВ – снижает значение температуры, но никак не влияет на показатель влажности воздуха.

Для увлажнения воздуха на направляющей решетке необходимо дополнительно смонтировать конструкцию форсунок и подвод трубопровода со сжатым воздухом для пневматического распыления воды, что требует принятия архитектурно-планировочных изменений, дополнительных материальных вложений и дополнительных трудозатрат, что в условиях потокового производства невозможно без остановки технологического процесса.

2. Во избежание потерь в системе при использовании вентилятора канального RP 100-50/56-4D, за вентилятором необходимо обеспечить 1,5-3 м<sup>3</sup> свободного (не ограждённого) пространства, что является невозможным в условиях потокового производства.

Для исключения коррозионного воздействия среды на корпус вентилятора, требуется дополнительное покрытие его защитными средствами.

По сравнению с другими вариантами – наибольшая стоимость оборудования (158 504 руб).

3. Сравнительный анализ технических параметров выбранного оборудования позволяет заключить, что наиболее эффективным для достижения поставленной в данной работе цели является установка LITENED 80-50, так как позволяет достичь улучшения условий микроклимата рабочей среды в рассматриваемом цехе на ООО «Шахтинская керамика» без перечисленных выше недостатков и дополнительных мероприятий.

Достоинствами данной установки являются:

- **возможность секционного построения установок из отдельных блоков, что позволяет проектировщику легко и быстро подобрать требуемую конфигурацию;**
- изготовление установки, как во внутреннем, так и в уличном исполнении;
- использование легких пенополиуретановых сэндвич-панелей, толщина которых равна 25 мм, эффективно снижают шум, тепловые потери, а также придают корпусу большую прочность и жёсткость.
- конструкция установок обеспечивает простой монтаж и обслуживание: универсальное исполнение секций по стороне обслуживания, возможность снятия всех панелей, монтаж как в напольном, так и в подвесном исполнении путём трансформации ножек в кронштейны для подвеса без использования дополнительных деталей.
- удобное присоединение к системе воздуховодов осуществляется с помощью торцевых панелей, устанавливающихся на любые крайние блоки системы.
- к любой установке предлагается комплект автоматики (блоки управления, датчики, клапаны,

приводы и т.д.), обеспечивающий надёжную защиту, точную работу и гибкое управление.

- возможность эксплуатации установок при температуре наружного воздуха до -60°C с соблюдением следующих условий: размещение данного оборудования внутри помещения и обеспечение подачи на вентиляционный блок воздуха с температурой не ниже -40°C.

#### **Результаты.**

Целью внедрения, предложенной установки, является улучшение параметров микроклимата, а также повышение класса условий труда за счёт снижения показателей температуры, влажности и скорости воздуха до оптимальных значений.

По данным карт СОУТ на предприятии имеется 14 рабочих мест с классом условий труда по микроклимату 3.3, 30 рабочих мест с классом условий труда 3.2 и 11 рабочих мест с классом условий труда 3.1.

Выбранная установка позволяет улучшить показатели микроклимата помещений, а также повысить класс условий труда работников потока «Облицовочная плитка» с 3.3 до 3.2.

Для расчета экономии, полученной при повышении класса условий труда применю бальную оценку классов вредности:

Таблица 1

Бальная оценка классов вредности

Класс вредности	1,2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Количество баллов	0	1	2	3	4	-

Таблица 2

Размер доплат согласно бальной оценки

Баллы	Размер доплаты, %
До 2	4
2,1-4,0	8
4,1-6,0	12
6,1-8,0	16
8,1-10,0	20
>10	24

Средняя заработка платы работников потока «Облицовочная плитка» равна 30525 руб, что включает в себя размер доплаты 8 % по 3.3 классу вредности. Значит 8% от ЗП составляет 2261 руб. Количество рабочих мест с классом условий труда 3.3 – 14 шт.

Выплаты 14 работникам потока «Облицовочная плитка» за вредные условия труда (класс условий 3.3) в месяц составят:

$$B_1=2261*14=31656 \text{ руб}$$

А в год:

$$B_{1r}=31656*12=379872 \text{ руб}$$

После внедрения установки класс условий труда повысится до 3.2, в связи с чем выплаты работникам будут 4 % от ЗП, а именно 1174 руб. Тогда выплаты в месяц будут равны:

$$B_2=1174*14=16437 \text{ руб}$$

А в год:

$$B_{2r}=16437*12=197238 \text{ руб}$$

Общая экономия, полученная после снижения класса условий труда:

$$\mathcal{E}_o=B_{1r}-B_{2r}=379872-197238=182634 \text{ руб}$$

Таблица 3

Показатели эффективности проведенного мероприятия в рассматриваемом цехе

Показатели	До мероприятий	После мероприятий
Число РМ с классом условий труда 3.3, шт	14	0
Размер выплат по классу вредности 8% до мероприятия и 4% после, руб	2 261	1 174
Размер выплат в месяц по классу вредности (14 рассматриваемым работникам), руб	31 656	16 437
Размер выплат в год по классу вредности (14 рассматриваемым работникам), руб	379 872	197 238
Коэффициент частоты травматизма	4,5	→0
Коэффициент тяжести травматизма	24	→0
Коэффициент нетрудоспособности	109,3	→0
Общая экономия за 1 год после проведения мероприятия, руб	182 634	

**Вывод**

В данной статье были подробно изучены и проанализированы параметры микроклимата конкретного рабочего пространства, а именно рабочего цеха №3 предприятия ООО «Шахтинская керамика».

Также было предложено решение по улучшению данных параметров, исключающее использование большого количества установок, способных обеспечить необходимые показатели, преимущественно зарубежного производства, одной, отвечающей всем заявленным требованиям.

Итак, достигнуто:

- 1) снижение показателей температуры;
- 2) нормализация параметров влажности воздуха;
- 3) нормализация параметров подвижности воздуха;
- 4) повышение класса условия труда рабочего персонала предприятия.

Таким образом цель, поставленная в данной статье выполнена.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Интернет база нормативно-технической документации «Техэксперт» - <http://cntd.ru>
2. Приказ Минтруда России от 19 августа 2016 года N 438н «Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда»
3. Технологическая инструкция ОАО «Стройфарфор». Производство плиток керамических глазурованных для внутренней облицовки стен. Разработано: Л.П. Турченинова, Т.А. Мокроусова, 2003 – 93с.
4. Охрана труда и производственная безопасность: Учебное пособие/А.А. Раздорожный. – М.: Издательство «Экзамен», 2005 г.
5. Ильевич А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. школа, 1979 – 344 с.

## **IMPLEMENTATION OF A HUMAN FACE RECOGNITION ALGORITHM FOR SOLVING THE VERIFICATION PROBLEM USING A PRE-TRAINED FACE RECOGNITION MODEL IN A PHOTO IN PYTHON LANGUAGE**

Ramazan A.

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Republic of Kazakhstan

## **PYTHON ТЛІНДЕ АДАМ БЕТИН ВЕРИФИКАЦИЯЛАУ ТАПСЫРМАСЫН ШЕШУ УШИН, АЛДЫН АЛА ФОТОДАҒЫ БЕТТІ АЛЫП, АРНАЙЫ ОҚЫТЫЛҒАН МОДЕЛЬ АРҚЫЛЫ АЛГОРИТМ ҚҰРУ**

Рамазан А.Б.

Алматы энергетика және байланыс университеті, Қазақстан Республикасы

**Abstract**

The article is devoted to the implementation of the human face recognition algorithm for solving the verification problem. When determining the level of eye openness, the results are sufficiently evaluated and the results are reflected in the article. Thus, the proposed algorithm evaluates the state of landmarks and obtains one scalar – the fundus ratio , which characterizes the detection of the source.

**Ақтапта**

Мақала тексеру мәселесін шешудің адамның бет-әлпетін тану алгоритмін жүзеге асыруға арналған. Көздің ашылу деңгейін анықтауда жеткілікті түрде бағаланып, анықталған нәтижесі мақалада көрсетіледі. Осылайша, ұсынылған алгоритм бағдарлардың жағдайын бағалайды, бір скалярлық шаманы – көздің табылуын сипаттайтын көз түбінің коэффициентін алады.

**Keywords:** Verification, convolutional neural networks, descriptor, neural network, dlib, Euclidean distance, face recognition.

**Түйін сөздер:** Нейронды тексеру, конволюциялық нейрондық желілер, дескриптор, нейрондық желі, длиб, евклид қашықтығы, бетті тану.

**Кіріспе.** Қазіргі уақытта, адам қызметінің әр түрлі салаларында, терең нейрондық желілер көнірек колданылады. Олар қазір машиналық оқытудың ең танымал әдістерінің бірі. Тұлғаны биометриялық идентификациялаудан өткізу үшін терең нейрондық желілерді пайдалануға болады. Бұл сәйкестендіруге ынғайлы, өйткені тез орындалады және адамнан ерекше әрекеттерді талап етпейді. Оның үстіне, адамның беті әрдайым сізben бірге; Сіз оны үйде ұмыта алмайсыз немесе оны жоғалтып ала алмайсыз. Face ID көптеген қауіпсіздік және қызмет көрсету жүйелерде колданылады. Банк қызметінен мысал қарастырайық. Клиент банкке келіп, төлкүжатын көрсетеді. Банк қызметкері паспорттың дәл осы адамға тиесілі екенін анықтайды. Бұл міндет тексеру деп аталады (ағылшын тілінен verification - тексеру). Ол қарапайым көрінгенімен, онай нәрсе емес, өйткені адамдар кейде өмірде төлкүжаттағы фотосуреттегідей емес, мұлдем өзгеше болып көрініп мүмкін.

Қазір үлкен жүйелерді және де әр түрлі типтегі тапсырмаларды шешу үшін терең нейрондық желілер колданылады. Осындай міндеттердің катарына: танымал суретшілердің образдары, музыка шыгаратын стильдегі фото немесе видео, мәтіндерді әр түрлі тілдерге автоматты түрде аудару, өздігінен жүретін машиналар, робототехника және электронды көмекшілер, медициналық кескінді талдау.

**Python бағдарламалау тілі.** Бағдарламалық қамтама құру барысында негізгі бағдарламалау тілі ретінде Python жоғары дәрежедегі бағдарламаллау тілі таңдалды. "Python"— ең жаңа, заманауи бағдарламаллау тіліне жатады. Python тілі қазіргі кезде ең көп таралған бағдарламаллау тілі болып саналады. Бұл тілде жасалған ең атақты бағдарлама ол бәріміз билетін Instagram әлеуметтік желісі. Бұдан басқа Python бағдарламалау тілінде BitTorrent, Ubuntu, World of Tanks секілді бағдарламалары жазылған. Python-ды қолданатын компанияларға Google, Facebook, Yahoo, NASA, Red Hat, IBM, Instagram, Dropbox, Pinterest, Quora, Яндекс, Mail.Ru т.б келтіре аламыз.

Ең алғаш рет Ван Рассом Python тілін жасауды 1898-жылдың желтоқсан айында қолға алды. Алғашында Python тілі Ameoba операциялық жүйесімен әрекет етуге қабілетті ABC бағдарламаллау тілінің ұрпағы ретінде алынған. Кеинірек Python дамып, ең басты және маңызды бағдарламаллау тіліне айналды. Ең алғаш жаңарту Python 2.0 жаңа нұсқасы жарық көрді. Біл жаңа нұсқада көптеген функциялар мен жаңа алгоритмдер түрін көрсетті. Жаңартудан кейін Python тілінің колданушылары арта түседі. Алайда бұл тілдің жаңарту бүнымен біткен жоқ. 2008 жылдың 3 желтоқсанында Python 3.0 жарық көреді.

Мен бұл жүйеде Anaconda3 бағдарламалау ортасында Python 3.7.6 нұсқасын қолданым (1.1-сурет).

```
Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe - python
C:\Users\Aidos\Desktop>python
Python 3.7.6 (default, Jan  8 2020, 20:23:39) | :: Anaconda, Inc. on win32
```

1.1-сурет – Python нұсқасы

Python бағдарламалау тілінде қосымша кітапханаларды қолдану өте ынғайлы. Нейрондық желіге арналған Tensorflow, Keras кітапханаларында нейрондық жүйе моделін құруға деген мүмкіншіліктер өте көп. Жүйде қолданылған

барлық қосымша кітапханалар тізімі 1.2-суретінде көрсетілген. Бағдарламалау ортасы – "Jupyter Notebook"

```
In [1]: from keras.models import Model, Sequential
from keras.layers import Input, Convolution2D, ZeroPadding2D, MaxPooling2D, Flatten, Dense, Dropout, Activation
from keras.preprocessing.image import load_img, save_img, img_to_array
from keras.applications.imagenet_utils import preprocess_input
from keras.preprocessing import image
from matplotlib.pyplot import imshow
import matplotlib.pyplot as plt
from PIL import Image
import numpy as np
import cv2
import random
import h5py
import glob
import os

Using TensorFlow backend.
```

1.2-сурет – Жүйені құруға қолданылған Python кітапханалары

Жүйеге кіріс дерегі ретінде кез келген тексеру керек екі суретті береміз. Яғни верификациялау керек болатын адамдардың беті бар суреттер.

```
def normalize(image):
    image = cv2.imread(image)
    image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
    detected_faces = face_detector(image, 1)
    if (detected_faces):
        points = face_pose_predictor(image, detected_faces[0])
        landmarks = list(map(lambda p: (p.x, p.y), points.parts()))
        npLandmarks = np.float32(landmarks)
        H = cv2.getAffineTransform(npLandmarks[npLandmarkIndices],dst)
        thumbnail = cv2.warpAffine(image, H, (imgDim, imgDim))

    return thumbnail
else:
    return None
```

1.3-сурет – Суреттен бет әлпетті іздеу коды

Бет әлпетті іздеуді орындайды. Суреттен бет табылғаннан кейін беттеге 68 белгілі нұктені белгіле аффиндік қайта күруды орындаімыз. Бет әлпет табылған суретті

```
def verifyFace(img1, img2):
```

```
im1 = normalizee(img1)
im2 = normalizee(img2)

image1_process = image_process(im1)
image2_process = image_process(im2)

img1_representation = descriptor.predict(preprocess_image(image1_process))[0,:]
img2_representation = descriptor.predict(preprocess_image(image2_process))[0,:]
```

1.4-сурет – Бет әлпетті өңдеу жиын алу

Келесі кезекте суреттен алғынған жиынды дескрипторға жіберіп 2622 өлшемді жиын аламыз. Жиын элементтері бөлшек мәнді тип сандардан тұрады. Яғни бейне нейрондық желі моделінің соңғы қабатынан шығады. Тексеру керек екі

```
def findCosineSimilarity(img1_representation, img2_representation):
    a = np.matmul(np.transpose(img1_representation), img2_representation)
    b = np.sum(np.multiply(img1_representation, img1_representation))
    c = np.sum(np.multiply(img2_representation, img2_representation))
    return 1 - (a / (np.sqrt(b) * np.sqrt(c)))
```

1.5-сурет – Косинус қашықтығын есептей

Косинус қашықтығы бөлшек мәнді сан қайтарады. Косинус қашықтығы кіші болған сайын екі суреттегі адамдардың бір екені дәл болады. Мениң зерттеулерім бойынша екі суреттегі

Бірінші кезекте суреттен бет әлпетті іздейміз (1.3-сурет)

өндеуге функциясына (image\_process()) жібереміз. Яғни суретті 224x224x3 өлшемді жиынға келтіреміз (1.4-сурет). Себебі нейрондық желіның бірінші қабаты сол өлшемдегі параметрлерді қабылдайды.

суретten алған дескрипторларды салыстырып, екі сурет арасындағы косинус қашықтығын есептейміз (1.5-сурет).

адамдарды верификациялау үшін косинус қашықтығы 0.3-тен кіші болу керек. Екі суретті верификациялау нәтижесі 1.6-суретте.

```
image #1
[ 1.4968789 -0.36789462 -1.0652597 ... -1.2693383  2.4245064
 0.99724746]
```

```
image #2
[ 1.4953235 -0.0731675 -0.39745075 ... -0.9450702  1.4391849
 0.92923844]
```

Косинус қашықтығы: 0.12341445684432983

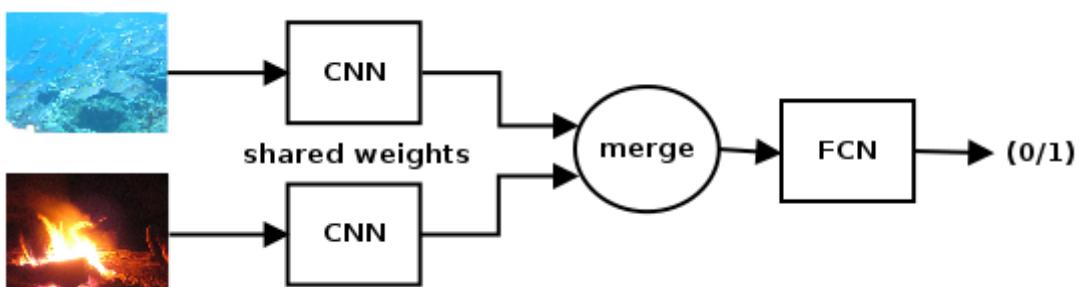
Верификацияданды... Екі суретте бір адам!



1.6-сурет – Нәтижесе

Бұл процесс бір оқпен оқыту деп аталады. Яғни біз нейрондық желіге адамдардың бірнеше суреттерін емес бір ғана сурет береміз. Адамдардың мындаған суреттің деректер корына сактамаймыз. Кейбір зерттеушілер бұл процессті Сиам желісі деп те атайды. Осы бағдарламалық қамтама негізінде рұқсат беру жүйесін құрылды.

Сиам нейрондық желісі – бұл нейрондық желінің ерекше түрі (1.7-сурет). Алдымен біз қабаттарды біріктіретін және толығымен байланысқан қабаттардың түйме қабаттарының кезектілігі арқылы суретті жаттықтырамыз, нәтижесінде біз  $F(x_1)$  белгілерінің векторын аламыз [8].



1.7-сурет – Сиам желісі

Бұл әдіс қолданылатына негізгі себептердің бірі – деректердің болмауы. Қазіргі заманғы машиналық оқыту алгоритмдері өте жақсы жұмыс істейді, егер деректердің саны үлкен болса.

<http://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/publications/2015/Parkhi15/poster.pdf>

2. Самое главное о нейронных сетях. Лекция в Яндексе // Сайттың электронды нұсқасы <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/307260/>

3. S. Mahapatra. Why Deep Learning over Traditional Machine Learning? // Сайттың электронды нұсқасы <https://towardsdatascience.com/why-deep-learning-is-needed-over-traditional-machine-learning-1b6a99177063>

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

- Omkar M. Parkhi, A. Vedaldi, A. Zisserman. Deep Face Recognition. // Сайттың электронды нұсқасы <http://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/publications/2015/Parkhi15/parkhi15.pdf>

**DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE WORKING CONDITIONS AT THE MINERAL  
RESOURCE ENTERPRISES**

Stepantsova A.  
Polivarova K.

*Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg*

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА НА  
ПРЕДПРИЯТИЯХ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА**

Степанцова А.Ю.  
Поливарова К.В.

*Санкт-Петербургский Горный Университет, Санкт-Петербург*

***Abstract***

*The article describes a method for determining the durability of the material of the bag filter installation, which serves to combat dusty and polluted air of the working area*

***Аннотация***

*В статье представлено описание способа определения долговечности материала установки рукавного фильтра, который служит для борьбы с запыленным и загазованным воздухом рабочей зоны.*

***Keywords:*** aerosols, dustiness, bag filter, dust suppression, filtering material.

***Ключевые слова:*** аэрозоли, запыленность, рукавный фильтр, пылеподавление, фильтровальный материал.

На сегодняшний день непрерывное развитие различных технологических процессов является одним из приоритетных направлений в мире. С вводом новых технологий необходимо внедрять и улучшенные методы борьбы с вредными или опасными производственными факторами. Одной из таких проблем является запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, сопровождающихся образованием аэродисперсных систем, состоящих из твердых частиц пыли, взвешенных в газообразной среде. Данная ситуация в большей мере возникает в сфере минерально-сырьевого комплекса при ведении добывочных работ, транспортировании и обработке горной массы и полезного ископаемого.

Развивающиеся в таких условиях профессиональные заболевания органов дыхания могут проявляться не только в виде кратковременного ухудшения состояния здоровья работника, но и в частичной или полной потере дееспособности персонала.

Для решения такого вида проблемы проектируют аспирационные системы на основе предварительного обследования объекта, изучения технологических процессов того или иного производства.

Одним из наиболее распространенных методов улавливания пыли является установка рукав-

ных фильтров на основе нетканых (иглопробивных) материалов из полиэстера, стекловолокна, полипропилена и других материалов.

Однако, в настоящее время не существует «идеального» фильтровального материала, применимого ко всем видам деятельности, поэтому тот или иной материал используется в наиболее благоприятных для него условиях.

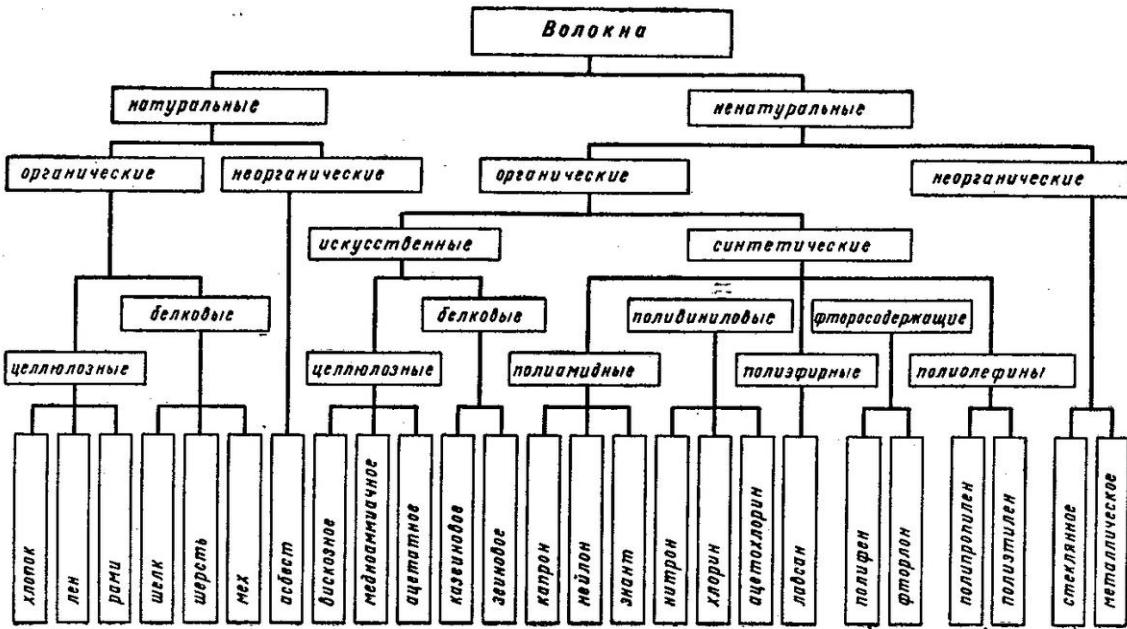
Именно поэтому целью данной работы является анализ существующих фильтровальных материалов и выбор из них наиболее эффективного и долговечного исходя из физико-химических свойств волокон ткани.

Рукавный фильтр относится к оборудованию, принцип работы которого основан на прохождении газообразного вещества через ткань, на которой осаживаются все мелкодисперсные примеси и пыль.

В данной статье хотела бы изучить зависимость долговечности ткани фильтровального рукава от свойства волокна, на основе которого сделан материал.

Фильтровальные качества тканей определяются в основном структурой волокна. [7]

Классификация тканей по виду волокон представлена на схеме 1.

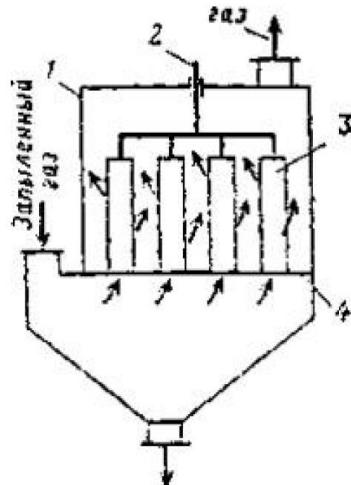


### *Схема 1. Классификация тканей по виду волокон [8]*

Срок службы фильтровальных материалов в рукавном фильтре зависит от их свойств, а также от условий фильтрации и регенерации.

В настоящее время в ГОСТах и ТУ на фильтровальные материалы отсутствуют показатели оценки их долговечности. Оценка качества материалов обычно производится непосредственно в ходе промышленной эксплуатации, что требует затрат больших средств и времени. [3]

Для того чтобы оценить долговечность фильтровального материала, необходимо создать условия, схожие с реальным производством, на котором используют рукавные фильтры. То есть необходимо провести комплекс механических воздействий на фильтровальный материал, используемый, например, в типовой установке рукавного фильтра механическим встряхиванием и обратной продувкой (рисунок 1). [2]



*Рисунок 1. Рукавный фильтр. 1 – корпус, 2 – встуживающее устройство, 3 – рукав, 4 – распределительная решетка.*

Перед началом работы фильтрующий материал плотно натянут на рукава фильтра, сквозь которые в последующем будет проходить запыленный воздух, поступающий из рабочей зоны через специальное отверстие. Однако, из-за несовершенства конструкции узлов крепления не удается обеспечить равномерного натяжения продольных нитей основы, поэтому некоторые участки ткани, особенно в местах крепления рукавов, будут иметь складки (рисунок 2.а).

Во время подачи запыленного газа ткань рукавов раздувается под действием давления газового

потока. (рисунок 2. б). Возникающие растягивающие усилия, стремятся сорвать рукав с мест крепления; при этом он непрерывно вибрирует под действием колебаний напора газа, создаваемого вентилятором. [2]

Под действием давления газа слой пыли прижимается к фильтровальному материалу и задерживается. Для удаления этого образования необходимо, прежде всего, перекрыть газовый поток. Вследствие ограничения доступа воздуха форма рукава изменится (рисунок 2. в), отличаясь от первоначальной наличием складок вблизи нижнего

крепления рукава, которые образовались под влиянием некоторого его удлинения в процессе работы фильтра.

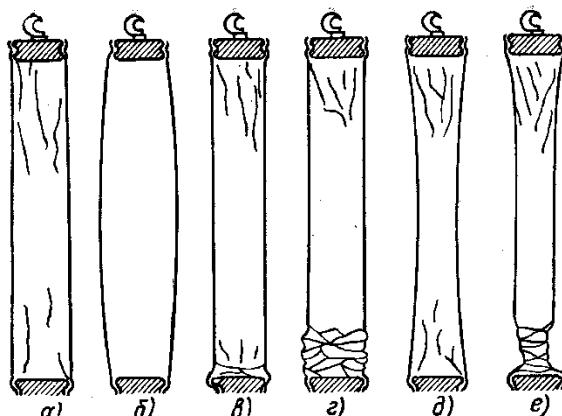


Рисунок 2. Схема, иллюстрирующая износ материала рукавного фильтра (износа рукавов) в процессе фильтрации [2]

После процесса механического встряхивания, основанного на резком изменении скорости падения рукава, а также вследствие динамических нагрузок, в нижней части рукава образуются многочисленные складки (рисунок 2. г). [2]

Как видно из рисунков 2 а-г в процессе фильтрования воздуха материал рукава подвергается механическим воздействиям, вследствие которых возникают изгибы вблизи крепления рукава.

При обратной продувке (рисунок 2.д) фильтровальный материал подвергается изгибу в сечениях закрепления. Одновременное действие продувки и механического встряхивания (рисунок 2.е) вызывает еще больший изгиб.

Таким образом, механический износ рукавного фильтра характеризуется постоянным возникновением и исчезновением складок, то есть многократным знакопеременным изгибом. Этот процесс вызывает взаимное истирание волокон. [2]

Так как нормативной документации, регламентирующей показатели стойкости фильтровальных материалов к износу (истиранию) не существует, то исходя из физико-механических параметров текстильных волокон (рисунок 3), а именно – из показателя разрывной прочности, можно сделать вывод о том, что в процессе фильтрации запыленного и загазованного воздуха будет более устойчив к износу (механическим воздействиям) тот материал, чей показатель разрывной прочности будет наибольшим.

Волокна	Плотность, г/см <sup>2</sup>	Толщина, мкм	Кристалличность, %	Разрывная прочность, МПа	Потеря прочности в мокром состоянии, %	Удлинение при разрыве, %	
						в сухом состоянии	в мокром состоянии
<b>Химические</b>							
Полиэфирные (лавсан)	1,39	15–24	60–65	500–1000	0	8–30	8–30
Полиамидные (капрон)	1,14	15–20	50–70	680–800	10	20–25	21–27
Полиакрилонитрильные (нитрон)	1,18	11–50	Малая	230–700	0	5–50	5–50
Поливинилхлоридные (хлорин)	1,47	10–25	Малая	200–340	0	20–30	30–40
Вискозные	1,52	10–25	40–60	215–265	50	14–22	25–34
Ацетатные	1,32	10–20		130–145	35	24–30	25–32
Триацетатные	1,33	10–20	15	130–145	30	21–30	22–26
<b>Природные</b>							
Хлопок	1,53	10–80	50–70	255–390	+20	7–9	8–10
Лен	1,5	10–20	75–80	440–640	+5	2–3	2,5–3,5
Шерсть	1,32	13–70	10–30	120–190	20	28–40	30–50
Шелк	1,33	9–11	40–60	315–570	25	18–24	20–28

Рисунок. 3. Физико-механические показатели текстильных волокон тканей, используемых в качестве фильтровального материала рукавных фильтров [6]

Так, согласно некоторым данным для шерстяных тканей, например, срок службы составляет обычно 9—12 месяцев, нитрона - до 14 мес, а срок службы стеклотканей колеблется в широком интервале до 24 мес. [3] Такой разброс объясняется тем, что разрывная прочность стеклотканей около 3000 Мпа, что в 3 раза больше, чем у многих других фильтровальных материалов. [4]

Таким образом, согласно полученным раннее данным, можно построить график зависимости срока службы материала фильтровального рукава от разрывной прочности волокна (рисунок 4).

Исходя из графика видно, что с возрастанием показателя разрывной прочности волокна фильтровального материала увеличивается и срок службы этого материала.

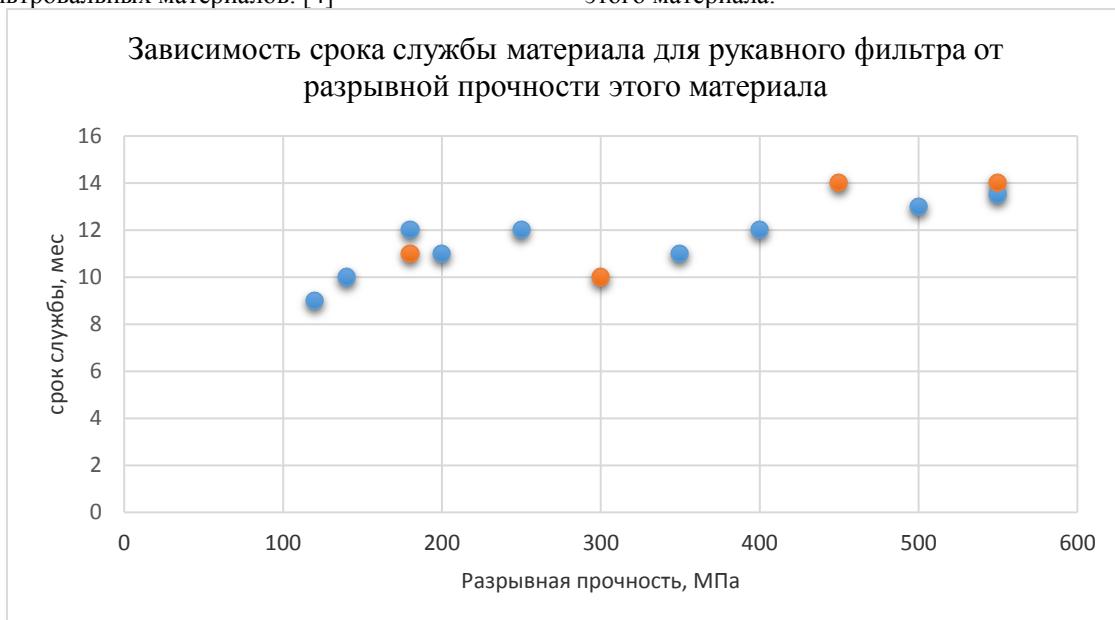


Рисунок. 4. Зависимость срока службы материалов рукавных фильтров от разрывной прочности этого материала

### Заключение

В конструкции рукавного фильтра материал фильтровального рукава является одной из важнейших составляющих в борьбе с запыленным и загазованным воздухом рабочей зоны, без которого система не может работать. Поэтому так важно, чтобы этот фильтрующий элемент выполнял свою функцию качественно и надежно.

В данной работе были рассмотрены и проанализированы физико-химические и фильтровальные свойства различных известных материалов, используемых для установок с рукавными фильтрами.

При выборе того или иного материала для рукавного фильтра предлагается учитывать такой показатель волокна как прочность на разрыв, чтобы увеличить срок службы фильтровального материала и избежать затрат на покупку и замену других более дешевых вариантов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бракович И.С. Расчет рукавного фильтра/ И.С Бракович, В.Д.Сизов. – Минск, БНТУ, 2011. – 27 с.
2. Моргулис Л. М. Рукавные фильтры/ Л. М. Моргулис, М. Г. Мазус. – М.: «Машиностроение», 1977. – 256 с.
3. Муратов П. П. Рукавные фильтры / П. П. Муратов – М.: Республика, 2007. – 231с.
4. Рогунов О. А. Газоочистное оборудование. Рукавные фильтры. Каталог / О. А. Рогунов. – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1985 – 17 с.
5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31826 – 2012. Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Фильтры рукавные. Мокрые пылеуловители. – М.: Стандартинформ, 2013 – 23 с.
6. Федорова А. Ф. Технология химической чистки и крашения / А. Ф. Фёдорова – М. Легпромбытиздан, 1990 – 330 с.
7. Фильтровальные ткани: классификация, применение, свойства и специализация, эффективность и проблемы эксплуатации [Электронный ресурс]. URL: - Комета (promtkan.com.ua)
8. Стекловолокно [Электронный ресурс]. URL: Википедия (wikipedia.org)

**Nº26 2020**  
**International independent scientific journal**

ISSN 3547-2340

**VOL.1**

Frequency: 12 times a year – every month.  
The journal is intended for researches, teachers, students and other members of the scientific community. The journal has formed a competent audience that is constantly growing.

All articles are independently reviewed by leading experts, and then a decision is made on publication of articles or the need to revise them considering comments made by reviewers.

\*\*\*

Editor in chief – Jacob Skovronsky (The Jagiellonian University, Poland)

- Teresa Skwirowska - Wroclaw University of Technology
- Szymon Janowski - Medical University of Gdansk
- Tanja Swosiński – University of Lodz
- Agnieszka Trpeska - Medical University in Lublin
- María Caste - Politecnico di Milano
- Nicolas Stadelmann - Vienna University of Technology
- Kristian Kiepmann - University of Twente
- Nina Haile - Stockholm University
- Marlen Knüppel - Universitat Jena
- Christina Nielsen - Aalborg University
- Ramon Moreno - Universidad de Zaragoza
- Joshua Anderson - University of Oklahoma and other independent experts

Częstotliwość: 12 razy w roku – co miesiąc.  
Czasopismo skierowane jest do pracowników instytucji naukowo-badawczych, nauczycieli i studentów, zainteresowanych działaczy naukowych. Czasopismo ma wzrastającą kompetentną publiczność.

Artykuły podlegają niezależnym recenzjom z udziałem czołowych ekspertów, na podstawie których podejmowana jest decyzja o publikacji artykułów lub konieczności ich dopracowania z uwzględnieniem uwag recenzentów.

\*\*\*

Redaktor naczelny – Jacob Skovronsky (Uniwersytet Jagielloński, Poland)

- Teresa Skwirowska - Politechnika Wrocławskiego
- Szymon Janowski - Gdańskie Uniwersytet Medyczny
- Tanja Swosiński – Uniwersytet Łódzki
- Agnieszka Trpeska - Uniwersytet Medyczny w Lublinie
- María Caste - Politecnico di Milano
- Nicolas Stadelmann - Uniwersytet Techniczny w Wiedniu
- Kristian Kiepmann - Uniwersytet Twente
- Nina Haile - Uniwersytet Sztokholmski
- Marlen Knüppel - Jena University
- Christina Nielsen - Uniwersytet Aalborg
- Ramon Moreno - Uniwersytet w Saragossie
- Joshua Anderson - University of Oklahoma i inni niezależni eksperci

1000 copies  
International independent scientific journal  
Kazimierza Wielkiego 34, Kraków, Rzeczpospolita Polska, 30-074  
email: [info@iis-journal.com](mailto:info@iis-journal.com)  
site: <http://www.iis-journal.com>