



VOL 1, No 71 (71) (2021)

The scientific heritage

(Budapest, Hungary)

The journal is registered and published in Hungary.

The journal publishes scientific studies, reports and reports about achievements in different scientific fields.

Journal is published in English, Hungarian, Polish, Russian, Ukrainian, German and French.

Articles are accepted each month.

Frequency: 24 issues per year.

Format - A4

ISSN 9215 — 0365

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal.

Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws

Chief editor: Biro Krisztian

Managing editor: Khavash Bernat

- Gridchina Olga - Ph.D., Head of the Department of Industrial Management and Logistics (Moscow, Russian Federation)
- Singula Aleksandra - Professor, Department of Organization and Management at the University of Zagreb (Zagreb, Croatia)
- Bogdanov Dmitrij - Ph.D., candidate of pedagogical sciences, managing the laboratory (Kiev, Ukraine)
- Chukurov Valeriy - Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Biochemistry of the Faculty of Physics, Mathematics and Natural Sciences (Minsk, Republic of Belarus)
- Torok Dezso - Doctor of Chemistry, professor, Head of the Department of Organic Chemistry (Budapest, Hungary)
- Filipiak Pawel - doctor of political sciences, pro-rector on a management by a property complex and to the public relations (Gdansk, Poland)
- Flater Karl - Doctor of legal sciences, managing the department of theory and history of the state and legal (Koln, Germany)
- Yakushev Vasilij - Candidate of engineering sciences, associate professor of department of higher mathematics (Moscow, Russian Federation)
- Bence Orban - Doctor of sociological sciences, professor of department of philosophy of religion and religious studies (Miskolc, Hungary)
- Feld Ella - Doctor of historical sciences, managing the department of historical informatics, scientific leader of Center of economic history historical faculty (Dresden, Germany)
- Owczarek Zbigniew - Doctor of philological sciences (Warsaw, Poland)
- Shashkov Oleg - Candidate of economic sciences, associate professor of department (St. Petersburg, Russian Federation)
- Gál Jenő - MD, assistant professor of history of medicine and the social sciences and humanities (Budapest, Hungary)
- Borbély Kinga - Ph.D, Professor, Department of Philosophy and History (Kosice, Slovakia)
- Eberhardt Mona - Doctor of Psychology, Professor, Chair of General Psychology and Pedagogy (Munich, Germany)
- Kramarchuk Vyacheslav - Doctor of Pharmacy, Department of Clinical Pharmacy and Clinical Pharmacology (Vinnytsia, Ukraine)

«The scientific heritage»

Editorial board address: Budapest, Kossuth Lajos utca 84,1204

E-mail: public@tsh-journal.com

Web: www.tsh-journal.com

CONTENT

BIOLOGICAL SCIENCES

Zakharov M., Romanova A. FEATURES OF MORPHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF FIRST-YEAR STUDENTS OF THE KALUGA COLLEGE OF ECONOMICS AND TECHNOLOGY	Serdyuchenko I., Vasiliev V., Amelchakov G., Getman A. BEEKEEPING IN KRASNODAR KRAI
3	7

CHEMISTRY SCIENCES

Khrysonidi V., Kirilenko V., Khoruzhiy K., Shatokhina E. HIERARCHICAL ZEOLITES AND MODERN METHODS OF THEIR SYNTHESIS.....	Khrysonidi V., Pendencyurina A., Rakhamova S. TECHNOLOGIES OF DESTRUCTION OF EMULSIONS IN THE OIL TREATMENT SYSTEM
10	14

TECHNICAL SCIENCES

Bushuyev S., Bushuieva V., Zasukha I. MODELING OF DIGITALIZATION PROJECT MANAGEMENT SYSTEMS BASED ON STOCHASTIC NETWORKS.....	COMPARATIVE ANALYSIS OF COOLING SYSTEMS FOR TABLET POWER THYRISTORS.....
18	40
Kirillov I., Apalkov R., Borisoglebsky N., Ivanov A. COMPARATIVE ANALYSIS OF ROTOR SYSTEMS OF PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MACHINES .	Xia Shenshen, Melnyk O., Sereda O. THE USE OF AMARANTH FLOUR IN THE PRODUCTION OF NOODLES.....
26	44
Bychkovsky Yu. RESEARCH ON THE INFLUENCE OF INDIVIDUAL HUMAN FACTORS ON THE SHIP'S SAFETY.....	Serdyuchenko V., Kretinin K. TYPES OF SINGLE-STOREY INDUSTRIAL BUILDINGS AND THE TYPES OF THEIR COATINGS
30	47
Bisyk S., Myronov Y., Davydovskiy L., Slyvinskyy O. INVESTIGATION OF THE RPG GRENADE WARHEAD INTERACTION WITH THE SLAT ARMOR	Tupytskyi B. DEMINERALIZATION OF SEA WATER
34	49
Kirillov I., Apalkov R., Rakhmanov I., Popil S.	Hrabina K., Danchenko O., Shendryk V. TARGET MODELS OF INTEGRATED RISK MANAGEMENT FOR IT PROJECTS.....
	55

BIOLOGICAL SCIENCES

ОСОБЕННОСТИ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПЕРВОГО КУРСА КАЛУЖСКОГО КОЛЛЕДЖА ЭКОНОМИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Захаров М.Б.

аспирант Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского, Россия

Романова А.Н.

кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой медико-биологических дисциплин, Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Россия

FEATURES OF MORPHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF FIRST-YEAR STUDENTS OF THE KALUGA COLLEGE OF ECONOMICS AND TECHNOLOGY

Zakharov M.

graduate student of Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski, Russia

Romanova A.

PhD (biological sciences), associate professor, Head of the Department of Biomedical Disciplines, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski, Russia

DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-3-7](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-3-7)

Аннотация

Представлены результаты исследования различных морфофизиологических показателей студентов первого курса ГАПОУ КО «Калужский колледж экономики и технологий». Выявлено, что показатели длины и массы тела, жизненной емкости легких статистически достоверно выше у лиц мужского пола по сравнению с женским, а показатели частоты сердечных сокращений и индекса массы тела не обладают статистически значимыми различиями между выборками различного пола. Нормальному распределению соответствуют все изученные показатели при дифференцировке выборок по половому признаку. В совместной выборке юношей и девушек нормальному распределению соответствует лишь длина тела и жизненная емкость легких.

Abstract

The results of the study of various morphophysiological indicators of first-year students of the Kaluga College of Economics and Technology are presented. It was revealed that the indicators of body length and weight, vital capacity of the lungs are statistically significantly higher in males compared to females, and the indicators of heart rate and body mass index do not have statistically significant differences between samples of different sexes. All the studied indicators correspond to the normal distribution when differentiating samples by gender. In the joint sample of boys and girls, only body length and lung capacity correspond to normal distribution.

Ключевые слова: подростки, студенты, юноши, девушки, длина тела, масса тела, жизненная емкость легких, частота сердечных сокращений, индекс массы тела.

Keywords: teenagers, students, boys, girls, body length, body weight, vital capacity of the lungs, heart rate, body mass index.

В настоящее время обучение в учебных учреждениях связано с постоянным повышением интенсивности учебного процесса, а также обновлением форм и методов обучения [6, 7, 9]. Всё это, с одной стороны, приводит к дисбалансу учебной нагрузки, а с другой стороны, к напряжению адаптационных механизмов обучающихся. В период интенсивного роста и развития может произойти срыв адаптационных механизмов, что влечет в свою очередь нарушение роста и развития.

Студенчество совпадает с подростковым и юношеским периодом роста и развития человека. Известно, что в данные возрастные периоды формирование морфофункционального состояния происходит гораздо интенсивнее, чем в некоторые другие возрастные периоды [2, 10].

Согласно статистическому сборнику «Здравоохранение в России» [8], последнее десятилетие характеризуется ухудшением здоровья населения Российской Федерации в целом, а также детей и подростков, в частности.

Цель работы – исследовать морфофизиологические показатели студентов первого курса ГАПОУ КО «Калужского колледжа экономики и технологий».

В соответствии с целью были сформулированы следующие задачи:

1. Анализ литературных источников по теме исследования.
2. Формирование выборок испытуемых.
3. Отбор методик сбора первичных данных и сбор первичных данных.

4. Осуществление первичной обработки полученных данных: вычисление средних арифметических величин показателей, определение соответствия показателей нормальному распределению, выявление наличия достоверных различий по показателям между двумя независимыми выборками лиц мужского и женского пола.

Материалы и методы

В исследовании участвовали 116 человек 15 – 18 лет. Из них 86 – девушки и 30 – юноши. Условно в данной работе называем их юношами и девушками для удобства использования терминологии, несмотря на то, что с 13 до 16 лет у лиц мужского пола и с 12 до 15 лет у лиц женского пола по принятой возрастной периодизации [4] приходится на подростковый возраст.

Анализировали следующие морфофизиологические параметры (показатели, признаки): длину тела, см; массу тела, кг; частоту сердечных сокращений (ЧСС), ударов в минуту (уд/мин); жизненную емкость легких (ЖЕЛ), л; индекс массы тела (ИМТ), кг/м². Длину тела измеряли ростомером

«Диакомс 19459», массу тела – весами медицинскими напольными «Твес ВМЭН-150-50/100-Д2-А», частоту сердечных сокращений (ЧСС) определяли с помощью секундомера механического «СОСпр - 2б - 2-000» пальпаторно на лучевой артерии в течение минуты, жизненную емкость легких определяли спирометром суховоздушным ССП, индекс массы тела рассчитывали по формуле:

$$I = \frac{m}{h^2},$$

где I – ИМТ; m – масса тела, кг; h – длина тела, см.

Для обработки данных использовался статистический программный пакет IBM SPSS Statistics.

Результаты исследования

В таблице 1 представлены средние величины изучаемых параметров для юношей и девушек совместно без гендерной дифференцировки. В проанализированной литературе [1,3,5,11] не встречались описания морфофизиологических показателей лиц 15 – 18 лет без разделения по половому признаку.

Таблица 1

Морфофизиологические параметры лиц 15 – 18 лет

Параметры	Средняя арифметическая величина и её ошибка	Среднеквадратичное отклонение и его ошибка
Длина тела, см	167,54±0,84	9,05±0,84
Масса тела, кг	60,71±1,15	12,33±1,15
ЧСС, уд/мин	80,63±1,49	15,99±1,49
ЖЕЛ, л	3,70±0,10	1,08±0,10
ИМТ, кг/м ²	21,58±0,33	3,53±0,33

Примечание здесь и далее: ЧСС – частота сердечных сокращений, ЖЕЛ – жизненная емкость легких, ИМТ – индекс массы тела.

Для определения нормальности распределения изучаемых величин использовался критерий Колмогорова-Смирнова. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значимость критерия Колмогорова-Смирнова для совместной выборки юношей и девушек 15 – 18 лет

Параметры	Значимость (p)
Длина тела, см	0,200*
Масса тела, кг	0,000
ЧСС, уд/мин	0,012
ЖЕЛ, л	0,064*
ИМТ, кг/м ²	0,004

Примечание: соответствие нормальному распределению при $p \geq 0,05$ (*) уровне значимости.

Как видно из таблицы, соответствие нормальному распределению наблюдается только длины тела и ЖЕЛ. В проанализированной литературе [3,5,11] описание распределения лиц 15 – 18 лет без половой дифференцировки не встречалось.

Далее совместная выборка юношей и девушек была разделена по гендерному признаку. В таблице 3 представлены средние арифметические значения всех изученных показателей отдельно у лиц мужского и женского пола с их ошибками, а также среднее квадратичное отклонение с ошибками. Полученные данные по длине, массе тела и ЖЕЛ в целом согласуются с данными (не имеют достоверных отличий по критерию Стьюдента), представленными другими авторами, например, Шестёрой А.А. по молодежи г. Владивостока [11]. Аналогично, дан-

ные полученные в настоящем исследовании согласуются с данными по длине и массе тела Кусельмана А.И. по регионам РФ [5]. Данные Блиновой Е.Г. по массе и длине тела, ЖЕЛ, ИМТ (при нормальной массе тела) также не имеют статистически значимых отличий с данными, полученными в настоящем исследовании [3]. Однако, ЧСС в проанализированной литературе [3,5,11] не описана.

Как и ожидалось, существуют гендерные различия исследуемых ($p \leq 0,05$) по длине, массе тела и жизненной емкости легких, что согласуется с данными полученными ранее другими авторами. Так, Блинова Е.Г. пишет, что «...показатели роста, жизненной емкости легких (ЖЕЛ), веса ... у юношей и девушек с нормальной и избыточной массой тела, имели статистически значимые различия» [3].

Таблица 3

Морфофизиологические показатели юношей и девушек 15 – 18 лет

Параметры	Пол	N	Средняя арифметическая величина и её	Среднее квадратичное отклонение и его
			ошибка	ошибка
Длина тела, см*	ж	86	163,92±0,69	6,39±0,69
	м	30	177,93±1,34	7,34±1,34
Масса тела, кг*	ж	86	57,64±1,07	9,89±1,07
	м	30	69,50±2,64	14,43±2,64
ЧСС, уд/мин	ж	86	80,77±1,78	16,51±1,78
	м	30	80,23±2,67	14,62±2,67
ЖЕЛ, л*	ж	86	3,35±0,09	0,81±0,09
	м	30	4,70±0,21	1,13±0,21
ИМТ, кг/м ²	ж	86	21,47±0,36	3,34±0,36
	м	30	21,90±0,74	4,06±0,74

Примечание: м – мужской пол, ж – женский пол; N – количество исследуемых; * – $p \leq 0,05$ – статистически значимое различие показателя между юношами и девушками по критерию U Манна-Уитни.

Также она указывает на гендерные различия по ИМТ у студентов с нормальной массой тела, но не с избыточной. В настоящем исследовании не было получено статистически достоверных различий по ИМТ между группами юношей и девушек. Стоит отметить, что здесь не разделяли исследуемых лиц на группы нормальной и избыточной массы тела.

Частота сердечных сокращений также статистически достоверно не отличается между группами юношей и девушек и не были описаны в проанализированной литературе [3,5].

Соответствие нормальному распределению изучаемых показателей у юношей и девушек представлено в таблице 4. На рисунках 1 – 3 представлены графики распределения признаков.

Таблица 4

Значимость критерия Колмогорова-Смирнова для девушек и юношей

Параметры	Длина тела	Масса тела	ЧСС	ЖЕЛ	ИМТ
Девушки	0,087*	0,117*	0,098*	0,098*	0,102*
Юноши	0,096*	0,135*	0,132*	0,103*	0,160*

Примечание: соответствие нормальному распределению при $p \geq 0,05$ (*) уровне значимости.

Полученные данные показывают, что для каждой гендерной выборки характерно нормальное распределение по всем изученным показателям при

одинаковом уровне достоверности ($p \geq 0,05$), что подтверждается исследованиями других авторов.

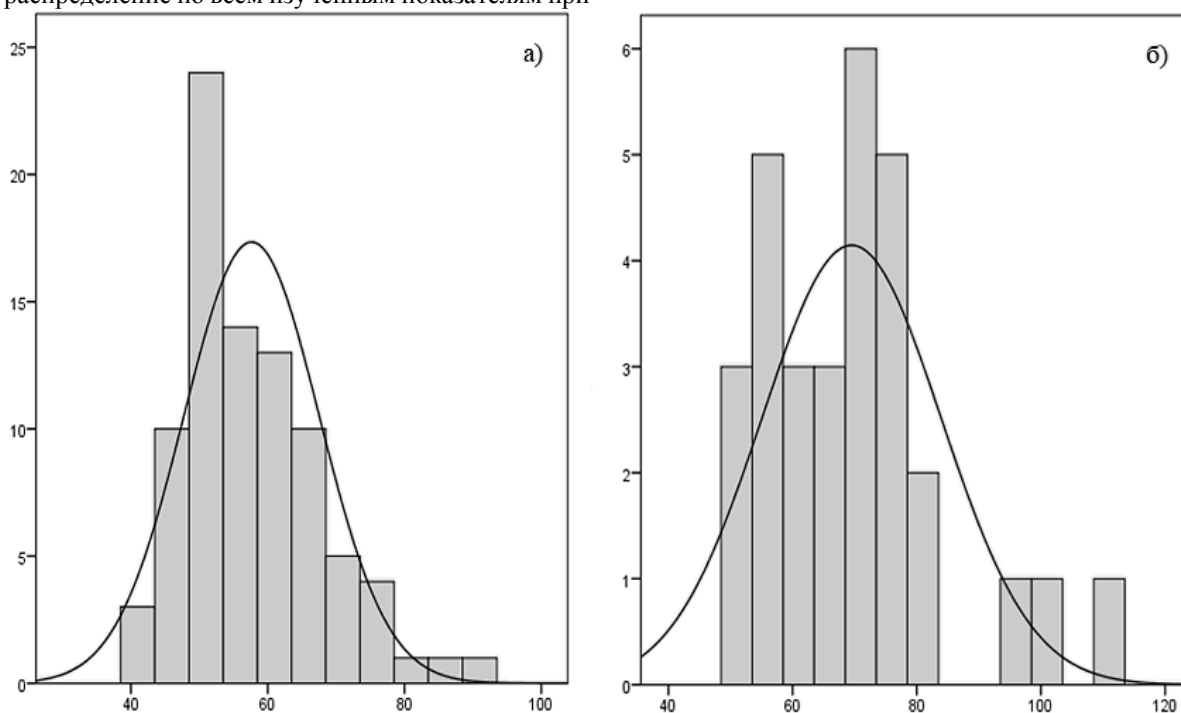


Рис. 1. Распределение массы тела у девушек (а) и юношей (б): по оси абсцисс – масса тела, кг; по оси ординат – частота встречаемости признака.

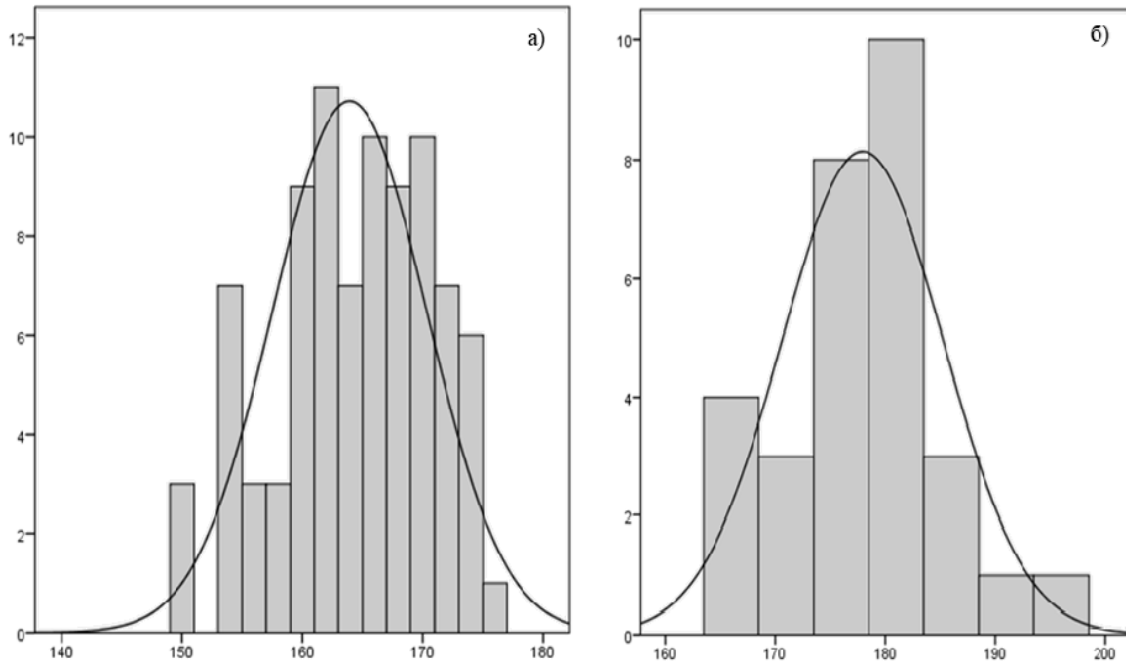


Рис. 2. Распределение длины тела у девушек (а) и юношей (б): по оси абсцисс длина тела, см; по оси ординат – частота встречаемости признака.

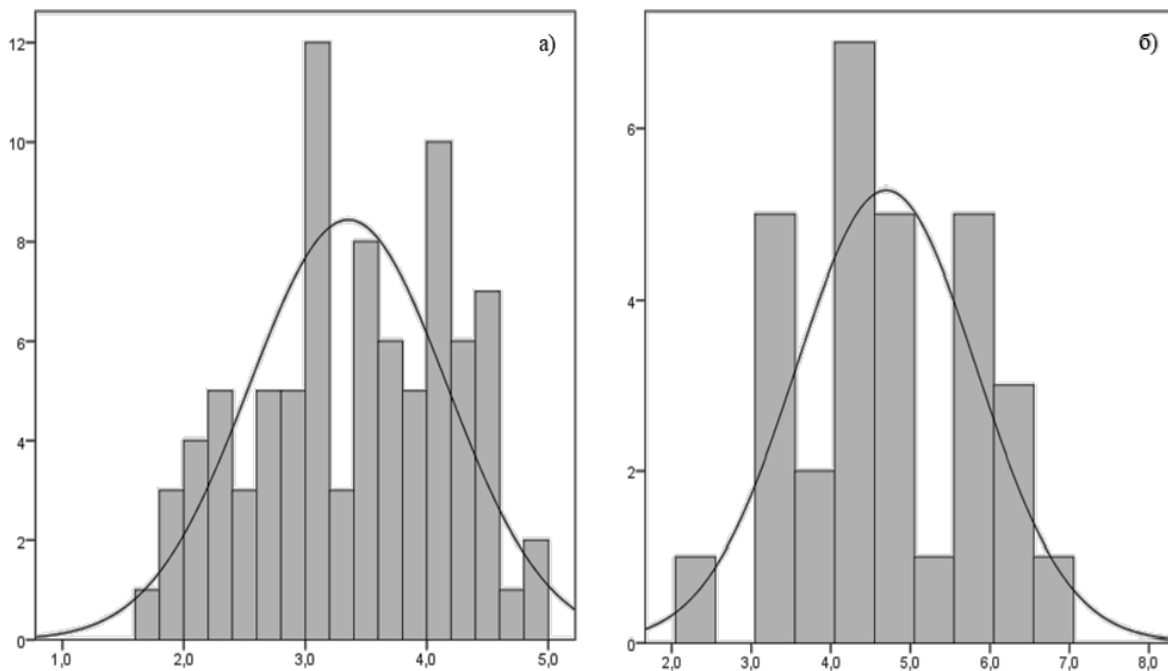


Рис. 3. Распределение показателя жизненной ёмкости легких (ЖЕЛ) у девушек (а) и юношей (б): по оси абсцисс ЖЕЛ, л; по оси ординат – частота встречаемости признака.

Так, по Артёмову А.А. нормальное распределение наблюдается по длине и массе тела у испытуемых юношей и девушек в возрасте 18-20 лет [1]. По Шестёре А.А. нормальное распределение наблюдается по всем исследуемым признакам, в частности, по длине тела, массе тела и ЖЕЛ, у испытуемых юношей и девушек в возрасте 15 – 18 лет [11]. В проанализированной литературе [1,5,11] не обнаружена информация и распределении таких показателей, как ИМТ и ЧСС.

Выводы

1. Длина тела и жизненная емкость легких соответствуют нормальному распределению у лиц 15 – 18 лет без учета гендера.

2. Масса тела, частота сердечных сокращений, индекс массы тела не соответствуют нормальному распределению совместной выборки юношей и девушек 15 – 18 лет.

3. Длина тела, масса тела, частота сердечных сокращений, жизненная емкость легких, индекс массы тела соответствуют нормальному распределению в отдельных выборках юношей и девушек.

4. Длина и массы тела, жизненная емкость легких статистически достоверно выше у лиц мужского пола по сравнению с женским полом согласно критерию U Манна-Уитни ($p \leq 0,05$).

5. Частота сердечных сокращений и индекс массы тела не обладают статистически значимыми

различиями между выборками различного пола по критерию U Манна-Уитни.

Список литературы

1. Артёмов А.А. Физическое развитие и физическая подготовленность студентов экологически неблагоприятного города // Экология человека, 2012. – № 4. – С. 39 – 44.
2. Баранов А.А. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы) / А.А. Баранов, П.А. Щеплягина. – М., 2006. – 461 с.
3. Блинова Е.Г. Результаты анализа антропометрических и биоимпедансометрических исследований у студентов города Омска / Е. Г. Блинова, И. С. Акимова, М. Г. Чеснокова, Л. В. Демакова // Современные проблемы науки и образования, 2014. – №3. – С. 544.
4. Комиссарова Е. Н. Морфологические критерии возрастной гигиены / Е. Н. Комиссарова, П. В. Родичкин, Л. А. Сазонова // Учебное пособие. – Санкт-Петербург, 2014. – С. 12.
5. Кусельман А.И. Особенности физического развития детей Ульяновской области / А.И. Кусельман, Ю.А. Антохина, Л.В. Горшкова // Ульяновский медико-биологический журнал, 2015. – № 4. – С. 84-93.
6. Одинцов А.И. Проблема интенсификации процесса обучения в современной педагогической науке / А. И. Одинцов // Молодой ученый, 2015. – № 3 (83). – С. 829 – 831.
7. Паспорт национального проекта "Образование" (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 N 16).
8. Статистический сборник - «Здравоохранение в России» [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13218>
9. Федеральный институт контроля качества образования – О проекте «Образование 2030» [Электронный ресурс]. URL: <https://fioco.ru/Contents/Item/Display/2201455>.
10. Чагаева Н. В., Попова И. В., Токарев А. Н., Кашин А. В., Беяков В. А. Сравнительная характеристика физиометрических показателей физического развития школьников // Гигиена и санитария. – М.: Медицина, 2011. – № 2. – С. 72 – 75.
11. Шестёра А.А., Хмельницкая Е.А., Кику П.Ф., Переломова О.В., Каерова Е.В., Сабирова К.М. Физическое развитие и функциональные возможности молодежи города Владивостока. Здоровье населения и среда обитания, 2019. – № 11 (320). – С. 61 – 65.

BEEKEEPING IN KRASNODAR KRAI

Serdyuchenko I.

candidate of veterinary sciences

*associate professor of microbiology, epizootology and virusology
faculty of veterinary medicine*

Vasiliev V.

1-year master's student of the faculty of animal science

Amelchakov G.

1st year undergraduate student of the faculty of animal science

Getman A.

3st year undergraduate student of the faculty of animal science

Kuban state agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar

DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-7-9](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-7-9)

Abstract

This article describes the main points of the development of beekeeping in the Krasnodar region. It is established that despite the problems existing in the industry, there are all prerequisites for its further development, and even prosperity.

Keywords: Beekeeping, pedigree structure, breeding work, products of beekeeping, prospects of development.

Beekeeping in the Krasnodar Territory is going through a difficult time. If at the end of 2000 about 350 thousand bee colonies were registered, then 10 years later, in 2010, their number decreased almost 5 times, amounting to about 70 thousand. After another five years, in 2015, the number increased 2 times, reaching the mark of 140 thousand families.

Such leaps in the development of the beekeeping industry are explained by the complex territorial location of the region, divided by the Kuban River into northern (plain) and southern (foothill and mountainous) parts, as well as by a varied climate: temperate

continental (over most of the region), semi-dry Mediterranean (on the Black Sea coast) and humid subtropical (south of Tuapse).

During the calendar year, fluctuations in air temperature are also observed: from -5 to -30C in January on the plain and up to +60 C on the Black Sea coast. In summer, the temperature regime fluctuates throughout the territory of the region in almost the same range from +22 to +240 C, both on the plain and in the mountains. Significant differences can be noted in the annual amount of precipitation: from 400-600 mm in the plain and up to 3200 mm in the mountainous part. Floods are

often observed in spring. In general, the Krasnodar Territory is characterized by hot summers and mild winters.

The fodder base used by beekeepers to obtain beekeeping products is quite diverse. Firstly, the Krasnodar Territory is the most important region of the Russian Federation engaged in the cultivation of agricultural crops, such as, for example, sunflower, which gives valuable sunflower honey, which contains a lot of glucose, proteins, vitamins (PP, E, C, K), minerals (potassium, iodine, phosphorus, selenium).

Secondly, a lot of acacia grows on the territory of the region, which occupies up to 50% of the entire territory of forest belts. Acacia honey contains fruit acids, participates in metabolism, does not have fat, contains vitamins (C, E, PP, vitamin B), contains biologically active substances, minerals (potassium, magnesium, iron, fluorine, copper, phosphorus), does not contain sugar, it contains a lot of carotene and enzymes important for digestion [1, p. 280].

Thirdly, on the coast, in the foothill and mountainous regions, a large number of wild-growing melliferous plants grow.

Hence, the density of distribution of bee colonies throughout the region is diverse. Least of all bees are bred in the northern and northeastern parts, more in the southeast and a lot in the foothill part.

The most valuable varieties of honey in the region are honey from chestnut, linden, acacia, ivy, and of course from sunflower [2, p. 75].

As for the bee breeds that are bred in the Krasnodar Territory, we can say that the range is quite extensive [3, p. 237]. Historically, in the region, the Kuban breed, the gray mountain Caucasian breed in the mountainous regions and the Carpathian breed in the steppes were bred on the flat territory [4, p. 205].

In addition to the historically bred bees, other types of bees are also imported to the region: Italian, Ukrainian steppe, karnik. The best developing breed was the Ukrainian steppe [5, p. 52].

Due to good climatic conditions, beekeepers use not only imported bee breeds, but their different hybrids [6, p. 142]. There is usually no territorial isolation when growing bees, hence among bee individuals you can often find a wide variety of hybrids that do not differ in the best characteristics, that is, they are swift, unstable to diseases, poorly winter-hardy and unproductive [7, p. 98; 8, p. 271].

At the same time, the Krasnodar Territory is still the main breeding center for purebred gray mountain Caucasian bees, as well as purebred Carpathian bees [9, p. 83].

In general, the development of the beekeeping industry takes an important place in the development of the agro-industrial complex of the Krasnodar Territory [10, p. 44]. To solve the problems arising in the beekeeping industry in the region, the Regional Society of Beekeepers and the Krasnodar Regional Coordination Council were created.

The most powerful scientific bases operate on the basis of the Krasnopolyanskaya experimental station of beekeeping under the leadership of Fomin Anton Sergeevich and the educational-scientific-production API

laboratory of the Kuban State University, headed by Doctor of Biological Sciences, Associate Professor Moreva Larisa Yakovlevna.

FSBSI KOPS is engaged in research in the field of technologies for keeping, breeding and genetics of bees. The result of these studies was the breeding of gray mountain Caucasian bees. Also, thanks to the efforts of the laboratory staff, a completely new stable breed type called «Krasnopolyansky» has appeared.

Researchers at the KSU API laboratory check the quality of bees from the Krasnodar Territory and honey obtained from the apiaries of the region, train beekeepers at advanced training courses.

Also, on November 19, 2003, the leadership of the region adopted the Law of the Krasnodar Territory «On beekeeping» № 637-KZ.

But despite all the advantages, beekeeping still has many problems. The main reasons hindering the development of the beekeeping industry in the region are:

- lack of a stable sales market for means of production and finished products;
- lack of competent personnel;
- a difficult situation with bee diseases, in particular parasitic ones;
- lack of coordination activities between disunited commodity producers.

At the same time, despite the listed problems, the development of beekeeping in the Krasnodar Territory has great prospects for further prosperity, due to an increase in the number of bee colonies, and as a result, an increase in the obtained beekeeping products. This is facilitated by the climatic conditions favorable to the receipt of early bee packages and queen bees, and an excellent base for carrying out scientific developments and experiments. Also, there are all the prospects for the reconstruction of large bee nurseries, which could provide the entire southern region of the Russian Federation with good breeding material.

References

1. Тараненко Е. А. Показатели качества меда по Краснодарскому краю / Е. А. Тараненко, И. В. Сердюченко // В сборнике: Научное обеспечение АПК. Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. – 2017. – С. 279-280.
2. Serdyuchenko I. V. Microbiocenosis of the intestinal tract of honey bees and its correction / I. V. Serdyuchenko, A. G. Koshchayev, N. N. Guguchvili, I. S. Zholobova, I. M. Donnik, A. M. Smirnov, B. V. Usha // OnLine Journal of Biological Sciences. – 2018. – Т. 18. – № 1. – С. 74-83.
3. Литвинова А. Р. Достоинства и недостатки пчел карпатской породы / А. Р. Литвинова, И. В. Сердюченко, В. И. Терехов, А. А. Шевченко // В сборнике: Научное обеспечение АПК: сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. Отв. за вып. А. Г. Коцаев. – 2017. – С. 237-238.
4. Сердюченко И. В. Микробиоценоз кишечного тракта взрослых медоносных пчел в условиях Краснодарского края / И. В. Сердюченко, В. И. Те-

рехов, Д. А. Овсянников // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 46. С. 204-206.

5. Сердюченко И. В. Особенности развития отрасли пчеловодства в различных регионах России (литературный обзор) / И. В. Сердюченко // Академия педагогических идей. Новация. – 2018. – № 8. – С. 50-53.

6. Сердюченко И. В. Особенности микробиоценоза кишечного тракта взрослых медоносных пчел в зависимости от сезона года / И. В. Сердюченко, В. И. Терехов, Н. Н. Гугушвили, А. Р. Литвинова, Е. А. Горпинченко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 49. – С. 140-143.

7. Сердюченко И. В. Взаимосвязь микробиоценоза кишечного тракта медоносных пчел карпатской породы с их физиологической активностью /

И. В. Сердюченко // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1. – С. 97-99.

8. Свитенко О. В. Особенности зимовки пчел карпатской породы / О. В. Свитенко, И. В. Сердюченко // В сборнике: Научное обеспечение АПК. Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. – 2017. – С. 270-272.

9. Сердюченко И. В. Микробиоценоз кишечного тракта медоносных пчел, и его коррекция / И. В. Сердюченко, В. И. Терехов // Краснодар, 2018.

10. Сердюченко И. В. Влияние кормовой добавки гидрогемол на микрофлору пищеварительного тракта пчел / И. В. Сердюченко // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 1. – С. 43-45.

CHEMISTRY SCIENCES

ИЕРАРХИЧЕСКИЕ ЦЕОЛИТЫ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИХ СИНТЕЗА

Хрисониди В.А.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет»,
старший преподаватель кафедры химии*

Кириленко В.А.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет», студент*

Хоружий К.И.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет», студент*

Шатохина Е.М.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет», студент*

HIERARCHICAL ZEOLITES AND MODERN METHODS OF THEIR SYNTHESIS

Khrysonidi V.

*Kuban State University of Technology
Senior Lecturer, Department of Chemistry*

Kirilenko V.

Kuban State University of Technology, student

Khoruzhiy K.

Kuban State University of Technology, student

Shatokhina E.

Kuban State University of Technology, student

DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-10-14](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-10-14)

Аннотация

В данной статье была затронута проблема увеличения эффективности цеолитов как катализаторов и ионообменников; было найдено решение этой проблемы, которое состоит в включении иерархической структуры в цеолиты. Познакомились с современными разновидностями цеолитов – иерархическими цеолитами – и исследовали их полезные свойства. Рассмотрены современные методы синтеза иерархических цеолитов.

Abstract

In this article, the problem of increasing the efficiency of zeolites as catalysts and ion exchangers was addressed; a solution to this problem was found, which consists in including a hierarchical structure in zeolites. We got acquainted with modern varieties of zeolites-hierarchical zeolites - and studied their useful properties. Modern methods of synthesis of hierarchical zeolites are considered.

Ключевые слова: вторичная пористость, двухфункциональный шаблон, жесткий шаблон, иерархические цеолиты, мягкий шаблон, самостояющийся иерархический цеолит.

Keywords: secondary porosity, two-function template, rigid template, hierarchical zeolites, soft template, self-standing hierarchical zeolite.

Введение

Цеолиты - это экологически и экономически приемлемые гидратированные алюмосиликатные материалы с исключительными ионообменными и сорбционными свойствами. [1] Цеолиты являются перспективными катализаторами, которые широко используются в нефтехимической, нефтяной и газовой промышленности благодаря своим уникальным характеристикам, таким как упорядоченные микропористые сети, хорошая гидротермическая стабильность, большая площадь поверхности, настраиваемая кислотность и селективность формы. Тем не менее, единственное присутствие микропористых каналов в цеолитах неизбежно ограничивает диффузию громоздких реагентов и продуктов в

микропористые сети и из них, что приводит к замедлению скорости реакции или дезактивации катализатора. [2] Эта проблема может быть решена путем разработки иерархических цеолитов.

Иерархические цеолиты – это цеолиты, которые помимо микропор содержат дополнительные поры большего размера. Они включают в себя мезопористые и макропористые сети. Мезо- и макропористости могут усиливать массовый транспорт молекул и одновременно поддерживать внутреннюю селективность формы микропористости цеолита. Иерархические цеолиты в основном разрабатываются путем постсинтеза и предсинтеза или модификации цеолитов. [3]

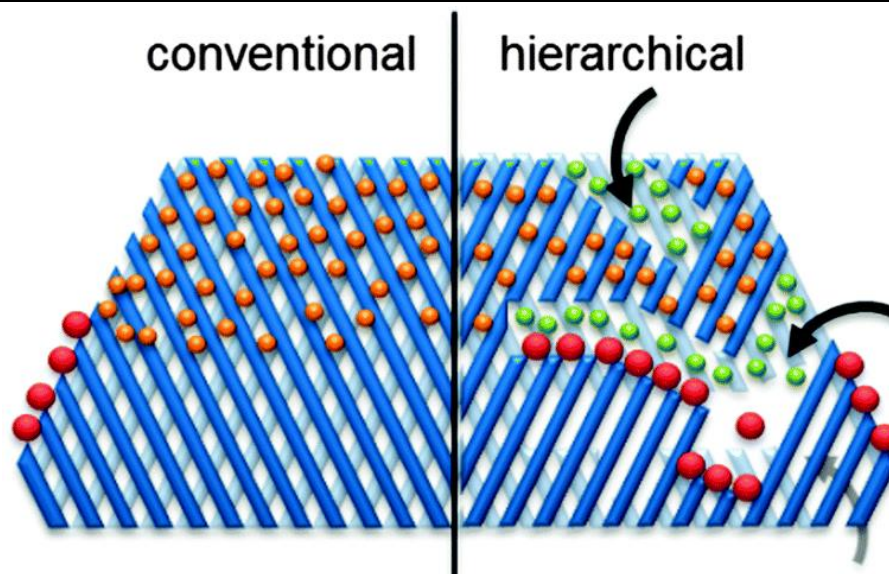


Рисунок 1. Схематическое изображение ограничений доступа и транспорта/ диффузии в обычных и иерархических цеолитах.

Включение иерархии в обычные цеолиты [2]

Включение иерархической структуры в обычный цеолит может быть получено путем генерации либо межкристаллических, либо внутрикристаллических мезопор. Кроме того, иерархические цеолиты могут иметь как микропоры, так и макропоры. На иерархическую пористость в основном влияют методы синтеза. Вторичная пористость, введенная в иерархические цеолиты, обеспечивает улучшенные каталитические характеристики, которые в основном объясняются диффузией без препятствий крупных соединений в активные центры, присутствующие внутри каналов. Общепринято, что стадией регулирования скорости в каталитических реакциях с использованием цеолитовых катализаторов является внутрикристаллический транспорт в том случае, когда речь идет о громоздких молекулах. Иерархические цеолиты предлагают короткую длину диффузионного пути, и таким образом ограничение диффузии может быть сведено к минимуму; это может быть разработано с использованием диффузии Кнудсена. Считается, что иерархическая модификация цеолита приводит к уменьшению стерических помех за счет введения вторичных пористостей (мезопор и макропор). Таким образом, размеры молекул могут быть увеличены до гораздо большего диапазона, необходимого для реакции, что расширяет применение цеолитов на более широкие области. В сетях вторичной пористости могут существовать два типа активных центров, основанных на их различном расположении: активные центры, доступные с внешней поверхности по вторичным каналам к устью микропористой сети, почти не будут иметь стерических помех; однако активные участки, расположенные на входе в микропористую сеть, потенциально будут иметь несколько стерических ограничений и влиять на доступность громоздких молекул. Селективность формы цеолитов, возникающая из их упорядоченной микропористой сети,

может оказывать негативное влияние на селективность продукта, например, иерархические цеолиты демонстрируют снижение селективности п-ксилола по сравнению с обычными цеолитами. Иерархические цеолиты обладают более высокой устойчивостью к осаждению углерода либо за счет ограничения вторичных реакций, которые в основном способствуют образованию кокса, либо за счет обеспечения альтернативных активных центров через мезопоры. При этом контролируется дезактивация, возникающая в результате осаждения кокса. Существует три способа, которыми образование углерода может вызвать дезактивацию: 1) покрытие активных участков; 2) потеря внешней поверхности из-за осаждения кокса; 3) закупорка микропор. Общеизвестно, что микропористые цеолиты более склонны к коксообразованию, чем наноразмерные цеолиты. Ожидается, что иерархические цеолиты будут демонстрировать аналогичное поведение. Важно отметить, что вторичная пористость в иерархических цеолитах может содержать больше отложений углерода, что приводит к более высокому чистому содержанию кокса по сравнению с обычными цеолитами без мезопористости. В зависимости от размера пор и диффузионной длины громоздкие молекулы могут легко выходить из пор, чтобы предотвратить образование кокса, уменьшая длину диффузионного пути или имея соответствующий размер пор цеолита.

Иерархические цеолиты [4]

Цеолиты с по меньшей мере двумя уровнями диаметров пор, т. е. <2 нм (микропоры) и >2 нм (мезо-/макропоры), рассматриваются как "иерархически структурированные цеолиты". Другими словами, иерархические цеолиты обладают не только врожденной микропористостью, но и мезопористостью или даже макропористостью. Однако в большинстве случаев вторичная пористость лежит в мезопористом диапазоне. Иерархические цеолиты обычно могут быть получены путем генерации

внутрикристаллических мезопор внутри микропористой структуры цеолита или введения межкристаллических мезопор в пространства, которые срстаются наноразмерными кристаллами цеолита. Методы синтеза играют очень важную роль на различных уровнях иерархической пористости.

Иерархические цеолиты демонстрируют улучшенные каталитические характеристики по сравнению с обычными микропористыми цеолитами. Это улучшение в значительной степени объясняется участием крупных соединений, так как вторичная пористость позволяет им беспрепятственно диффундировать в активные участки внутри каналов. Ниже приведены некоторые общие преимущества, связанные с иерархическими цеолитами.

Современные стратегии синтеза иерархических цеолитов [2,4]

Маршрут с жестким шаблоном

Углеродные материалы часто используются в качестве жестких шаблонов для синтеза иерархических цеолитов, просто потому, что они могут быть легко сожжены после синтеза для получения мезопористости, существует два типичных сценария для этого маршрута:

1) мелкие аморфные частицы углерода, например частицы сажи размером в десятки нанометров, диспергируются в синтетическом геле цеолита. В процессе кристаллизации цеолита в кристаллы включаются частицы углерода, которые при прокаливании создают мезопористости.

2) другая стратегия заключается в ограничении роста цеолита в пустотах в пористом углероде (углеродный материал представляет собой непрерывную фазу) Аналогично, углеродная матрица может быть удалена последующим прокаливанием для получения пористости между кристаллами цеолита. Пористые углеродные шаблоны могут быть получены с помощью другой процедуры темплатирования-синтеза из сборок частиц кремнезема или мицелл поверхностно-активных веществ. Эта синтетическая стратегия ограниченного пространства оказывается в целом применимой к различным видам цеолитов (MFI, BEA, LTA, FAU и LTL). Это объясняется из-за различия относительной величины нуклеации и скорости роста кристаллов.

В дополнение к углеродным материалам, саюз, кремнезем и полистирольные сферы также использовались в качестве твердых шаблонов для получения иерархических цеолитов. В целом, жесткий шаблонный маршрут обычно приводит только к ограниченной мезопористости, и низкий выход иерархического цеолита является еще одной проблемой, связанной с этим методом.

Синтез с использованием смешанных шаблонов

По сравнению с жестким шаблоном, "мягкий шаблон" является более обобщенным методом, который использует большие органические молекулы в качестве шаблона мезопор для достижения лучшего контроля размера мезопор и связности пор. Первоначальные попытки мягкого темплатирования пути были основаны на использовании смешанного шаблона молекул поверхностно-активных веществ

и малых катионов, которые действуют как структурообразующий агент (SDA) цеолита, с целью одновременного формирования мезопористых и микропористых цеолитовых структур в одном материале. Идея использования поверхностно-активных веществ в качестве шаблонов для мезопористой структуры унаследована от систем мезопористых кремнеземов, в которых способность поверхностно-активного вещества к самосборке используется для направления формирования упорядоченных мезоструктур. Однако оказалось, что в большинстве случаев простое смешение двух типов шаблонов давало только смесь кристаллов цеолита с аморфным мезопористым кремнеземом в результате разделения фаз, обусловленного конкуренцией между двумя различными системами шаблонов. Чтобы преодолеть эту проблему, было разработано уникальное поверхностно-активное вещество, которое содержит группу для усиления ее взаимодействия с растущими кристаллами цеолита в процессе самосборки. Таким образом, этот шаблон может обеспечить "мост" между мезопорами и цеолитовым каркасом, чтобы избежать разделения фаз.

Применение смешанного шаблонного маршрута (без разделения фаз) включает использование либо ПАВ, либо полимеров без поверхностно-активных веществ. Это возможно потому, что первый максимизирует взаимодействие между шаблоном и цеолитовой структурой, в то время как второй минимизирует взаимодействие между молекулами этого шаблона. Оба этих эффекта помогают избежать разделения фаз. Напротив, использование обычных поверхностно-активных веществ в качестве со-шаблонов всегда приводит к разделению мезоструктуры и цеолитовой структуры из-за их сильной тенденции к самосборке.

Двухфункциональные шаблоны на основе поверхностно-активных веществ

Разумно ожидать, что наиболее эффективным способом избежать разделения фаз будет использование шаблона "два в одном", который обладает двойными структурно-направляющими способностями в двух различных масштабах длины. С этой целью был разработан новый класс поверхностно-активных веществ, которые имеют гидрофильные мультиамионийные группы, ковалентно связанные с длинными гидрофобными углеводородными хвостами. В этих новых поверхностно-активных веществах с этими группами имеют сходные структуры с обычными цеолитными SDAs (четвертичные аммонии) и, таким образом, могут действовать как SDAs для цеолитовых структур, в то время как их длинные хвосты могут генерировать мезоструктуры путем самосборки, точно так же, как обычные поверхностно-активные вещества делают это для синтеза мезопористых кремнеземистых материалов. С помощью этой стратегии функциональность цеолита SDA и функциональность шаблона мезоструктуры ковалентно связаны в одной молекуле поверхностно-активного вещества, которая может действовать как шаблон двойной функции (два в одном) для изготовления иерархических цеолитов

без необходимости использования отдельных цеолитовых SDAs (малых катионов).

Двухфункциональные шаблоны на основе полимеров

Первоначальные попытки двух-в-одном (двухфункциональных) шаблонов были основаны исключительно на поверхностно-активных веществах. Это, вероятно, обусловлено давно преследуемой целью получения упорядоченных мезопористых материалов с кристаллическими цеолитными стенками, учитывая особую способность поверхностно-активных веществ образовывать упорядоченные мезоструктуры путем супермолекулярной самосборки. Хотя стратегия использования двухфункциональных шаблонов вместо смешанных шаблонов успешно устраняет проблему разделения фаз, в синтетической системе все еще остаются два основных процесса:

- 1) конденсация алюмосиликатов с образованием цеолитового каркаса;
- 2) сборка молекул поверхностно-активных веществ с образованием мезоструктуры.

Эти два процесса, как термодинамически, так и кинетически, несовместимы друг с другом: наличие непластинчатых мезопористых структур (каналов и/или клеток) в кристалле цеолита вызвало бы сильные деформации, которые накапливаются с плотностью мезопор; мезоструктура может быть сформирована за считанные минуты, в то время как кристаллизация цеолитов обычно занимает несколько дней. Следовательно, очень трудно, если вообще возможно, достичь долгосрочного порядка как для цеолитовых, так и для мезопористых структур одновременно, даже используя шаблон двойной функции.

Учитывая неизбежный компромисс между цеолитовым каркасом и мезопористой структурой в упорядочении структуры, можно ожидать два противоположных сценария. Первый из них обсуждался выше, где способность шаблона поверхностно-активного вещества к самосборке способствует формированию упорядоченной мезоструктуры за счет потери долгосрочного структурного упорядочения в цеолитовом каркасе. Во-вторых, можно получить крупные монокристаллы цеолита, содержащие неупорядоченные мезопоры, если взаимодействие между молекулами шаблона сведено к минимуму, например, при использовании макромолекул без поверхностно-активных веществ в качестве шаблона. В последнем случае макромолекулы не являются "шаблоном" в традиционном смысле, поскольку они не имеют функции направлять формирование четко определенной мезоструктуры, но вместо этого они просто действуют для создания мезопористости. В контексте того, что мезопористые цеолиты являются потенциальными гетерогенными катализаторами для конверсии нефти и нефтепереработки, где упорядочение мезоструктуры несущественно, но стабильность катализатора является решающим критерием, второй сценарий может быть более желательным, поскольку лучшая структурная целостность в

атомном масштабе принесет большую стабильность материалу.

Дополнительные преимущества использования шаблонов на основе полимеров для синтеза иерархических цеолитов:

Во-первых, полимерные цепи могут быть легко привиты функциональными группами. Таким образом, различные функциональные возможности (например, адсорбционная способность, каталитическая активность, способность молекулярного распознавания и/или флуоресценция) могут быть "перенесены" в иерархические цеолиты для получения многофункциональных материалов путем модификации полимерного шаблона соответствующими функциональными группами.

Во-вторых, в отличие от обычных SDAs цеолитов, которые являются свободными катионами в растворе, шаблоны на основе полимеров могут закрепляться на существующей поверхности, чтобы индуцировать гетерогенное зарождение цеолитов в ней. Используя это преимущество, в принципе можно изготовить непрерывный мезопористый цеолитовый слой на поверхностях различных материалов, при условии, что материал может выжить в гидротермальных условиях, используемых для синтеза цеолитов.

Самостоящиеся иерархические цеолиты без шаблонов

При использовании 90° вращательные срачивания цеолита для изготовления «Картонного домика» из самостолбчатых цеолитовых нанослоев MFI с мезопористостью, сформированной среди нанослоев формирование такой уникальной морфологии объясняется ортогональным срачиванием MFI (MFI twins), которое индуцируется сегментами meI каркасного типа с более высокой симметрией на границах близнецов. Эта вращательная стратегия срастания была применена для изготовления иерархических цеолитов FAU / EMT. Этот метод без шаблонов прост и эффективен, но он ограничен очень немногими типами цеолитовых каркасов, которые имеют сильную тенденцию к повторяющемуся вращательному срастанию.

Заключение

Иерархические цеолиты вызывают интерес из-за ряда полезных свойств, подходящих для катализа. Введение дополнительной мезо- и макропористости в цеолиты с присущей им микропористостью делает их многофункциональными материалами. Вторичная пористость облегчает диффузию реагентов и продуктов в структуру цеолита и из нее, в то время как внутренняя микропористость поддерживает размер, форму и селективность переходного состояния цеолитов.

Выводы: В работе рассмотрены иерархические цеолиты, их свойства, различные современные методы их синтеза. Приведено описание различных методов синтеза, а также рассмотрены их преимущества и недостатки

Список литературы

1. Паранук А.А., Хрисониди В.А. Исследование адсорбционной емкости цеолита KA₆₀ //

Успехи современного естествознания. 2016. № 9. С. 29-33.

2. Parasuk A.A., Khrysonidi V.A., Ponomareva G.V. KAco zeolite adsorption of ethyl alcohol // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016. Т. 11. № 13. С. 2876-2877.

3. Паранук А.А., Сааведра Х., Хрисониди В.А. Современные микропористые адсорбенты в нефтегазовой отрасли // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ», Оформление ООО «Издательский Дом - Юг». 2020. С. 133-137.

4. Паранук А.А., Хрисониди В.А., Мамий С.А. Перспективные методы осушки масла адсорбентами // В сборнике: Наука XXI века: проблемы, перспективы и актуальные вопросы развития общества, образования и науки, материалы межвузовской весенней научной конференции. Министерство образования Российской Федерации, Филиал ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет» в поселке

Яблоновском; Составители С.А. Куштанок, Ф.Р. Хагуп. 2018. С. 295-301.

5. Karmen Margeta, Nataša Zabukovec Logar, Mario Šiljeg, Anamarija Farkas. Natural Zeolites in Water Treatment – How Effective is Their Use / Water Treatment, chapter 5. Edited by Walid Elshorbagy. – Intech, 2013. – p. 81-112.

6. Wasim Khan, Xicheng Jia, Zhijie Wu, Jungkyu Choi 3, Alex C.K. Yip. Incorporating Hierarchy into Conventional Zeolites for Catalytic Biomass Conversions: A Review // Catalysts. – 2019. – vol. 9, issue 2. – p. 127

7. Thijs Ennaert, Joost Van Aelst, Jan Dijkmans, Rik De Clercq, Wouter Schutyser, Michiel Dusselier, Danny Verboekend, Bert F. Sels. Potential and challenges of zeolite chemistry in the catalytic conversion of biomass // Chem Soc Rem. – 2016. – issue 45. – p 584-611.

8. Xicheng Jia, Wasim Khan, Zhijie Wu, Jungkyu Choi, Alex C.K. Yip. Modern synthesis strategies for hierarchical zeolites: Bottom-up versus top-down strategies // Advanced Powder Technology. – 2019. – vol. 30, issue 3. – p. 467-484.

ТЕХНОЛОГИИ РАЗРУШЕНИЯ ЭМУЛЬСИЙ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ

Хрисониди В.А.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
старший преподаватель кафедры химии*

Пиндюрина А.А.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», студентка

Рахамова С.Р.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», студентка

TECHNOLOGIES OF DESTRUCTION OF EMULSIONS IN THE OIL TREATMENT SYSTEM

Khrysonidi V.

*Kuban State University of Technology
Senior Lecturer of the Department of Chemistry*

Pendyurina A.

Kuban State University of Technology, student

Rakhamova S.

Kuban State University of Technology, student

DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-14-17](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-14-17)

Аннотация

Наличие в нефти, поступающей на переработку, воды и солей вредно сказывается на работе нефтеперерабатывающего завода. При большом содержании воды повышается давление в аппаратуре установок перегонки нефти, снижается их производительность, расходуется излишнее тепло на подогрев и испарение воды. Воду и соли удаляют непосредственно после извлечения нефти из земных недр (на промыслах) и на нефтеперерабатывающих заводах. Существует два типа технологических процессов удаления воды и солей - обезвоживание и обессоливание. В основе обоих процессов лежит разрушение нефтяных эмульсий. Однако при обезвоживании разрушаются природные эмульсии, те, которые образовались в результате интенсивного перемешивания нефти с буровой водой.

В данной статье рассматриваются получение и разрушение эмульсий в системе подготовки нефти.

Abstract

The presence of water and salts in the oil supplied for processing adversely affects the operation of the refinery. With a large water content, the pressure in the equipment of oil distillation units increases, their productivity decreases, and excessive heat is consumed for heating and evaporation of water. Water and salts are removed immediately after the extraction of oil from the earth's interior (in the fields) and in oil refineries. There are two types of technological processes for removing water and salts - dewatering and desalting. Both processes are based on the destruction of oil emulsions. However, during dehydration, natural emulsions are destroyed, those that were formed as a result of intensive mixing of oil with drilling water.

This article discusses the production and destruction of emulsions in the oil treatment system.

Ключевые слова: эмульсия, дисперсная система, эмульгатор, деэмульгатор, подготовка нефти.

Keywords: emulsion, dispersion system, emulsifier, demulsifier, oil preparation.

Скважинная продукция представляет собой смесь газа, нефти и воды. Вода и нефть при этом образуют эмульсии. Эмульсии представляют собой особый вид в дисперсных системах, дисперсная фаза и дисперсионная среда которых являются взаимно нерастворимыми или плохо растворимыми жидкостями. Это обстоятельство и обуславливает специфическое свойство эмульсий образовывать системы со сферическими частицами дисперсной фазы в широком диапазоне концентрации (от 0,001 до 90%) и их способность к обращению фаз. Получение, устойчивость и разрушение эмульсий определяются особенностями границы раздела Ж-Ж [1].

Эмульсии, как и другие дисперсные системы, широко применяют в различных отраслях промышленности; они определяют свойства некоторых

продуктов питания. Наибольшее распространение получили эмульсии, в которых одной из фаз является вода. В этих случаях вторую фазу представляет неполярная (или малополярная) жидкость, называемая в общем случае маслом. В нашем случае – это нефть. В зависимости от состава дисперсной фазы и дисперсионной среды могут быть прямые обратные эмульсии. Прямые эмульсии типа М/В – это дисперсии масла в воде. Раздробленной фазой в прямых эмульсиях является масло. Обратные эмульсии типа В/М – это дисперсии воды в масле, в них частицы воды распределены в масляной среде. Прямой эмульсией является молоко (рис.1-а), а маргарин и нефть (рис.1-б) можно отнести к обратным эмульсиям [2].

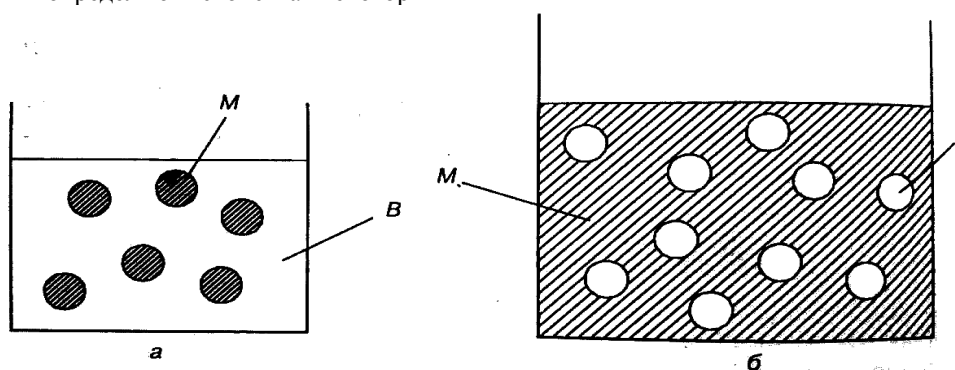


Рисунок 1. Типы эмульсий: а – прямая; б – обратная.

Нефть, извлекаемая из скважин, всегда содержит в себе попутный газ, механические примеси и пластовую воду, в которой растворены различные соли, чаще всего хлориды натрия, кальция и магния, реже – карбонаты и сульфаты. Обычно в начальный период эксплуатации месторождения добывается безводная или малообводненная нефть, но по мере добычи ее обводненность увеличивается и достигает до 90...98%. Очевидно, что такую «грязную» и сырую нефть, содержащую к тому же легколетучие органические (от метана до бутана) и неорганические (H_2S , CO_2) газовые компоненты, нельзя транспортировать и перерабатывать на НПЗ без тщательной ее промысловой подготовки.

Чистая нефть, не содержащая неуглеводородных примесей, особенно солей металлов, и пресная вода взаимно нерастворимы, и при отстаивании эта смесь легко расслаивается. Однако при наличии в нефти таких примесей система нефть—вода образует трудноразделимую нефтяную эмульсию.

Эмульсии представляют собой дисперсные системы из двух взаимно мало- или нерастворимых жидкостей, в которых одна диспергирована в другой в виде мельчайших капель (глобул). Жидкость, в которой распределены глобулы, является дисперсионной средой, а диспергированная жидкость – дисперсной фазой.

Различают два типа нефтяных эмульсий: нефть в воде (Н/В) гидрофильная и вода в нефти (В/Н) — гидрофобная. В первом случае нефтяные капли образуют дисперсную фазу внутри водной среды, во втором — капли воды образуют дисперсную фазу в нефтяной среде [3].

Образование эмульсий связано с поверхностными явлениями на границе раздела фаз дисперсной системы, прежде всего поверхностным натяжением силой, с которой жидкость сопротивляется увеличению своей поверхности. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) обладают способностью понижать поверхностное натяжение. Это свойство

обусловлено тем, что добавленное ПАВ избирательно растворяется в одной из фаз дисперсной системы, концентрируется и образует адсорбционный слой - пленку ПАВ на границе раздела фаз. Снижение поверхностного натяжения способствует увеличению дисперсности дисперсной фазы, а образование адсорбционного слоя - своеобразного панциря на поверхности глобул - препятствует их коалесценции при отстаивании,

Вещества, способствующие образованию и стабилизации эмульсий, называются эмульгаторами; вещества, разрушающие поверхностную адсорбционную пленку стойких эмульсий — деэмульгаторами.

Эмульгаторами обычно являются полярные вещества нефти, такие как смолы, асфальтены, асфальтогеновые кислоты и их ангидриды, соли нафтеновых кислот, а также различные органические примеси. Установлено, что в образовании стойких эмульсий принимают участие также различные твердые углеводороды — парафины и церезины нефтей. Тип образующейся эмульсии в значительной степени зависит от свойств эмульгатора: эмульгаторы, обладающие гидрофобными свойствами, образуют эмульсию типа В/Н, то есть гидрофобную, а эмульгаторы гидрофильные — гидрофильную эмульсию типа Н/В. Следовательно, эмульгаторы способствуют образованию эмульсии того же типа, что и тип эмульгатора. В промышленной практике чаще всего образуется гидрофобная эмульсия, так как эмульгаторами в этом случае являются растворимые в нефти смолисто-асфальтеновые вещества, соли органических кислот, а также тонкоизмельченные частицы глины, окислов металлов и др. Эти вещества, адсорбируясь на поверхности раздела нефть—вода, попадают в поверхностный слой со стороны нефти и создают прочную оболочку вокруг частиц воды. Наоборот, хорошо растворимые в воде и хуже в углеводородах гидрофильные эмульгаторы типа щелочных металлов нефтяных кислот (продукт реакции при щелочной очистке) адсорбируются в поверхностном слое со стороны водной фазы, обволакивают капельки нефти и таким образом способствуют образованию гидрофильной нефтяной эмульсии. При наличии эмульгаторов обоих типов возможно обращение эмульсий, то есть переход из одного типа в другой. Этим явлением пользуются иногда при разрушении эмульсий [4].

Разрушение нефтяных эмульсий применением деэмульгаторов, представляющих собой синтетические ПАВ, обладающих по сравнению с содержащимися в нефтях природными эмульгаторами более высокой поверхностной активностью, может быть результатом:

- 1) адсорбционного вытеснения с поверхности глобул воды эмульгатора, стабилизирующего эмульсию;
- 2) образования нестабильных эмульсий противоположного типа;
- 3) химического растворения адсорбционной пленки.

Электрообработка эмульсий заключается в пропускании нефти через электрическое поле, преимущественно переменное промышленной частоты и высокого напряжения (15...44 кВ). В результате индукции электрического поля диспергированные капли воды поляризуются, деформируются (вытягиваются) с разрушением защитных пленок, и при частой смене полярности электродов (50 раз в секунду) увеличивается вероятность их столкновения и укрупнения, и в итоге возрастает скорость осаждения глобул с образованием отдельной фазы. По мере увеличения глубины обезвоживания расстояния между оставшимися каплями увеличиваются и коалесценция замедляется. Поэтому конечное содержание воды в нефти, обработанной в электрическом поле переменного тока, колеблется от следов до 0,1 %. Коалесценцию оставшихся капель воды можно усилить повышением напряженности электрического поля до определенного предела. При дальнейшем повышении напряженности поля ускоряются нежелательные процессы электрического диспергирования капель и коалесценция снова замедляется. Поэтому применительно к конкретному типу эмульсий целесообразно подбирать оптимальные размеры электродов и расстояния между ними. Количество оставшихся в нефтях солей зависит как от содержания остаточной воды, так и от ее засоленности. Поэтому с целью достижения глубокого обессоливания осуществляют промывку солей подачей в нефть оптимального количества промывной (пресной) воды. При чрезмерном увеличении количества промывной воды растут затраты на обессоливание нефти и количество образующихся стоков. В этой связи, с целью экономии пресной воды, на ЭЛОУ многих НПЗ успешно применяют двухступенчатые схемы с противоточной подачей промывной воды.

Тепловая обработка эмульсий заключается в подогреве до оптимальной для данной нефти температуры (60...150 °С) в зависимости от ее плотности, вязкостно-температурной характеристики, типа эмульсии и давления в электродегидраторе или отстойнике термохимического обезвоживания. Повышение температуры до определенного предела способствует интенсификации всех стадий процесса деэмульгирования: во-первых, дестабилизации эмульсий в результате повышения растворимости природных эмульгаторов в нефти и расплавления бронирующих кристаллов парафинов и асфальтенов и, во-вторых, возрастанию скорости осаждения капель воды в результате снижения вязкости и плотности нефти, тем самым уменьшению требуемого расхода деэмульгатора.

Обычно как оптимальную в дегидраторе подбирают такую температуру, при которой вязкость нефти составляет 2...4 сСт. Многие нефти достаточно хорошо обессоливаются при 70...90 °С. При повышении температуры нагрева нефти приходится одновременно повышать и давление, чтобы поддерживать жидкофазное состояние системы и уменьшить потери нефти и пожароопасность. Однако повышение давления вызывает необходи-

мость увеличения толщины стенок аппаратов. Современные модели электродегидраторов рассчитаны на давление до 1,8 Мпа [5].

В настоящее время в процессах добычи и переработки нефти из-за присутствия значительного количества воды и поверхностно-активных веществ образуются устойчивые водонефтяные эмульсии, которые осложняют их разделение. На практике при переработке высоковязких смолистопарафиновых нефтей используют газовый конденсат, который существенно снижает плотность нефти и тем самым осложняет расслаивание устойчивых водонефтяных эмульсий. Учитывая это, автором [6] изучены изменения разности плотностей ($\Delta\rho$) воды и нефти в зависимости от доли введенного газоконденсата. Установлено, что при добавлении 10 % газового конденсата перерабатываемая водонефтяная эмульсия из легкорасслаиваемой переходит в расслаиваемую, а при добавлении 20 % газового конденсата – из расслаиваемой – в труднорасслаиваемую эмульсию. Это еще больше осложняет удаление влаги из водонефтегазоконденсатной эмульсии в ЭЛОУ. Поэтому возникает необходимость индивидуального подбора деэмульгаторов в конкретной стадии обезвоживания и обессоливания водонефтяной эмульсии. Следовательно, подбор деэмульгатора или его композиции для каждой стадии обезвоживания и обессоливания водонефтяной эмульсии (в месторождении УПН и ЭЛОУ) требует проведения ряда экспериментальных исследований с целью определения наиболее эффективного из них. Автором на основе вторичных продуктов и отходов масложировой промышленности были получены 3 активных деэмульгатора с полифункциональными свойствами: ПД-1, ПД-2 и ПД-3, которые были использованы на различных стадиях обезвоживания и обессоливания водонефтяных и водонефтегазоконденсатных эмульсий. Установлено, что

для первой стадии обезвоживания и обессоливания водонефтяной эмульсии наиболее эффективным оказался ПД-3, для второй и третьей – ПД-2, а менее активным оказался ПД-1, который не дал ожидаемых результатов при обезвоживании и обессоливании водонефтяной эмульсии.

Выводы: В работе рассмотрены технологии эмульсии в системе подготовки нефти, а также рассмотрены виды и получение эмульсии.

Список литературы

1. Хрисониди В.А., Струева В.А. Современные методы разрушения водонефтяных эмульсий / В.А. Хрисониди, В.А. Струева // The scientific heritage. 2020. № 50-3 (50). С. 38-41.
2. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф. Коллоидная химия: Учебник для вузов. – 3-е изд. доп. и исправл. / А.Д. Зимон, Н.Ф. Лещенко. – М.: АГАР, 2001. – 320 с.
3. Аджиев А.Ю., Пуртов П.А. Подготовка и переработка попутного нефтяного газа в России / А.Ю. Аджиев, П.А. Пуртов. – Краснодар: ЭНДИ, 2014. – 776с.
4. Ахметов С.А., Сериков Т.П., Кузеев И.Р., Баязитов М.И. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебное пособие / С.А. Ахметов, Т.П. Сериков, И.Р. Кузеев, М.И. Баязитов. – СПб.: Недра, 2006. – 868с.
5. Позднышев Г.Н. Стабилизация и разрушение эмульсий / Г.Н. Позднышев. – М.: Недра, 1982. – 364 с.
6. Эшметов Р.Ж. Интенсификация процесса разрушения устойчивых водонефтяных эмульсий с использованием полифункциональных ПАВ // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2018. № 2 (44). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/5504> (дата обращения 27.07.2021)

TECHNICAL SCIENCES

MODELING OF DIGITALIZATION PROJECT MANAGEMENT SYSTEMS BASED ON STOCHASTIC NETWORKS

Bushuyev S.

*Doctor of technical science, Professor
Head of Department of Project Management,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine*

Bushuieva V.

*Candidate of technical science (PhD), Associated Professor
Department of Project Management,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine*

Zasukha I.

*Post Graduate student, Department of Project Management,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine*

DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-18-26](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-18-26)

Abstract

The formation of the process block of stochastic networks is focused on a complex human-oriented process with the result at the output in solving and implementing in time synergistic complex tasks in the systematic management of digitization projects within the state existing industries. There are computer technologies for finding solutions to approximation problems using stochastic networks, but the cost of such calculations is usually too high. Both the collection of the necessary numerical data and the construction of a stochastic network are very expensive. Therefore, the use of stochastic network methods is justified in solving large-scale and important problems. An additional condition for the proper use of the discussed technology is the availability of appropriate information systems, which continuously accumulate data on the subject area and similar design work required to calculate or estimate the probabilities. The recalculation of stochastic networks is quite complex due to the cumbersome mathematical apparatus. There are attempts to use simpler mathematical expressions for calculations or to simplify complex formulas. actual execution.

Keywords: digitization, digitization projects, stochastic networks, approximation.

Introduction. Our research is related to the development of a formalized model of the formation of the process unit of the digital project management system, where stochastic networks are widely used in practice [1, 2]. GERT technology, designed to describe and study a variety of scientific and technical measures, measures in the actual implementation of the actual tasks in their actual performance, allows you to determine the duration (or characteristics of another kind) and the probability of implementation of sequences of events. The application of GERT network models for planning and management of research and design work, and in fact their implementation allows:

- provide much greater compactness than when using other methods;
- rank decisions on the probability of success;
- quickly determine the impact of new information about the values of the parameters on the final event through the use of computer technology;
- apply simulation to evaluate research and design activities;
- to determine the exact execution of actual works with possible ways of their deviation and to receive concrete terms of the end of actual performance of works;
- dynamically optimize the modeled structures;
- modify the analyzed processes;
- to create visual graphical representations of the process of implementation of the whole event (as well as when using traditional technologies, such as CPM and PERT).

The method of graphical evaluation and revision of programs (GERT), allows you to take into account the risk of changes in the composition of work at the occurrence of certain events or the results of previous work. The GERT network model can create branch points or selection points, after which several independent chains of work are planned, not all of which are performed.

The GERT method allows to determine the expected duration (OT) of the project on the basis of three probabilistic estimates of time. The network model is a reliable network that takes into account the possibility of different composition of the project.

Thus, it is possible to take into account not only the risks (uncertainty) at the level of individual works, but also at the level of the project as a whole.

The accounting of risks affecting the duration of work is carried out in the same way as in the PERT method, i.e. based on the results of the calculation of the weighted average duration estimate on the basis of three estimates issued by experts.

The result of GERT modeling will be several graphs that take into account the probability of different durations and the uncertainty of the project.

The complexity of the problem of finding a solution is solved by using a simulation solution based on the Monte Carlo method.

The purpose of the article. The aim is to study the formation of the process unit using stochastic networks in the digital project management system.

Modelling of digitalization project management. At the decision of the set task and as a result of the researches carried out by me, in the directions of the field of researches and software development for a system of management of projects of digitalization - it is possible to use such methods of acceleration of realization of all project at the minimum expenses.

Let consider the following method, PERT-COST technology.

Considering this method, it is necessary to consider and assume that it is impossible to reduce the duration of the work included in the project. However, the use of additional tools and resources usually speeds up some work, for example, when using more powerful equipment or by attracting additional staff. However, such actions require additional costs and are not always economically justified. If the company is threatened with significant financial sanctions if the project is not completed or if the project is associated with high fixed costs, then raising additional funds will be the right decision. However, how to determine what work can be accelerated, how much will such acceleration cost, will it reduce the performance of a particular job and the time of the project as a whole? The ideal solution would be to develop a method of accelerating the implementation of the entire project at minimal cost. To do this, a modification of PERT technology, called PERT-COST. It is designed to find the optimal reduction in project duration in PERT networks at minimal cost.

Optimization of the duration of the project is based on the principle of reducing the time of work, according to which the greatest reduction is the duration of those critical works, the implementation of which is associated with the lowest costs. When using PERT-COST technology, the cost curve will be a function of several parameters of each specific work (a, m, b, t_{es}, σ). In addition, PERT-COST technology operates with the following notation:

t_{en} - the expected normal duration of work n , which corresponds to the lowest cost K_n ;

t_{egr} - the expected maximum duration of work n , i.e. the minimum time of work,

due to technical and technological constraints, which correspond to the marginal cost K_{gr}

According to the conditions of PERT-COST technology, the cost of work depends linearly on its duration, so they increase in proportion to the change in duration from normal to the limit value. For each work, you can calculate the average cost gradient S , which characterizes the increase in the cost of work caused by reducing its duration by one unit of time:

$$S_n = \frac{K_{gr} - K_n}{t_{en} - t_{egr}}$$

An additional condition of the considered technology is the constancy of the relations of durations of each concrete work, which are equal to:

- for optimistic duration:

$$\frac{a_n}{t_{en}} = \frac{a_{gr}}{t_{egr}} = r_1,$$

- for pessimistic duration:

$$\frac{b_n}{t_{en}} = \frac{b_{gr}}{t_{egr}} = r_2,$$

From these relations it is possible to deduce values of a standard deviation for reduction of duration of performance of work n :

$$G = \sqrt{\frac{r_2 - r_1}{36}} * t_{es}^2$$

where t_{es} - reduced duration of work (after the emergence of additional costs).

The cost of accelerating each specific work is calculated as multiplying the gradient of the cost of this work by the number of units of time for which the duration of the work was reduced:

$$K_n = (t_{en} - t_{es}) * S_n.$$

The following stages of application of PERT-COST technology can be distinguished:

1. Determining the completion date and critical path based on the expected normal durations of work (by analogy with PERT technology).

2. Selection of critical works and calculation of cost gradients for them.

3. Exclusion from the set of critical works for which the average cost gradient does not exist, i.e. $t_{en} - t_{egr}$.

4. The beginning of the process of reducing the duration of work on the critical work that has the lowest cost gradient.

5. Reducing the duration of work by as many units of time as possible, taking into account two restrictions:

- the maximum duration of this work t_{egr} ,

- the emergence of a new critical path - if the time reserve in the sequence of non-critical work disappears.

6. If there are two or more critical paths in the network, the durations should be reduced by the same amount on all parallel critical paths.

7. The shortest duration of the project is achieved when the duration of all works that lie on the critical path, reach the value of t_{egr} . Further reduction of the duration of the project is no longer possible.

8. Acceleration costs at each stage are calculated as multiplying the cost gradient of a particular job by the number of units of time for which this critical work was reduced: $K_n = (t_{en} - t_{es}) * S_n$. The total cost of accelerating the implementation of the project is the sum of the costs of accelerating individual works.

8. Acceleration costs at each stage are calculated as multiplying the cost gradient of a particular job by the number of units of time for which this critical work was reduced: $K_n = (t_{en} - t_{es}) * S_n$. The total cost of accelerating the implementation of the project is the sum of the costs of accelerating individual works.

Case study

In the already mentioned project "Constructive development of product X", the company's management set a task for the project team to create a new product as soon as possible, for which it allocated additional funds. The company was forced to increase costs, as the

expected conclusion on the market of a new product of the main competitor can greatly weaken the position.

The maximum duration of each t_{egr} work was assessed in consultation with the specialists responsible

for the implementation of specific stages of the project so as to actually bring them closer to the technically and technologically acceptable limits. The obtained estimates are presented in the sixth column of Table 1.

Table 1.

PERT-COST technology. Calculation of project costs

Activity	Estimated time			t_e	t_{egr}	K_n	K_{egr}
	a	m	b				
A	2	3	4	3,00	2	100	120
B	7	8	10	8,17	6	600	800
C	3	4	5	4,00	2	250	350
D	1	1	2	1,17	1	150	160
E	1	2	4	2,17	1	150	200
F	3	5	8	5,17	3	100	120
G	4	6	9	6,17	4	800	1000
H	10	12	15	12,17	8	1200	1800
I	2	2	2	2,00	2	100	100
J	4	5	6	5,00	3	200	300
K	12	16	21	16,17	10	1400	2000
L	7	9	10	8,83	6	900	1100
M	1	1	1	1,00	1	150	150
N	2	3	4	3,00	2	100	110
O	2	3	4	3,00	2	300	350
P	5	7	10	7,17	4	650	800
Q	1	2	2	1,83	1	100	110
R	7	8	10	8,17	6	500	700
S	2	2	3	2,17	2	200	210
T	1	2	3	2,00	1	100	120
U	4	5	7	5,17	4	400	550
PA3OM	-	-	-	-	-	8450	11150

In addition, the project team calculated the normal costs of each work K_n , i.e. the cost of their implementation during the expected period, as well as the marginal cost K_{gr} - the highest cost of work during the deadline with maximum use of forces and means. Next, for each work was calculated the average cost gradient, as well as the ratio of optimistic and pessimistic durations. The results of these calculations are presented in table 2.

The critical path of the project is a sequence of works $A-B-C-F-G-H-K-L-P-R-S-U$ with an expected duration of $T_e = 86.36$ weeks. When using the criterion of the minimum cost gradient S , the reduction will start with the work F and will consistently cover the work: A, P, C, S, L, B, G, R, K, U, H. The expected duration of the measure after each step is reduced by more than the difference between the expected and the maximum duration of the relevant work. In the table. 3.P. the sequence of reducing the duration of work and the estimated additional costs are presented.

Further reduction of the duration of the project is impossible, as the duration of all works that lie on the critical path $A-B-C-F-G-H-K-L-P-R-S-U$ have reached critical values. The standard deviation of the expected duration of the project implementation σ . The decreases after each step, as the value of the standard deviation σ_s for reduced works also decreases, even if for other works that are on the critical path, the standard deviation σ_s will remain unchanged. Table 4 presents the calculation of the expected durations of the various paths of the project "Constructive development of product X" after each step of reducing work.

After each reduction of the next works the way $A-B-C-F-G-H-K-L-P-R-S-U$ remained critical, therefore it was possible to continue reduction of the works lying on it. In other projects, new critical pathways may emerge in the process of reduction; in such cases, work on these or parallel critical paths should be reduced.

Tab.2.

Calculation of cost gradients and ratios of durations of project works

Activity	Estimated time			t_e	t_{egr}	Kn	Kgr	Average gradient of cost $\frac{Kgr - Kr}{t_{en} - t_{egr}} = S_n$	Relation $\frac{a}{r1} = \frac{R_2}{t_e}$	Relation b $\frac{R_2}{t_e}$
	a	m	b							
A	2	3	4	3,00	2	100	120	20	0,67	1,33
B	7	8	10	8,17	6	600	800	92	0,86	1,22
C	3	4	5	4,00	2	250	350	50	0,75	1,25
D	1	1	2	1,17	1	150	160	60	0,86	1,71
E	1	2	4	2,17	1	150	200	43	0,46	1,85
F	3	5	8	5,17	3	100	120	9	0,58	1,55
G	4	6	9	6,17	4	800	1000	92	0,65	1,46
H	10	12	15	12,17	8	1200	1800	144	0,82	1,23
I	2	2	2	2,00	2	100	100	-	-	-
J	4	5	6	5,00	3	200	300	50	0,80	1,20
K	12	16	21	16,17	10	1400	2000	97	0,74	1,30
L	7	9	10	8,83	6	900	1100	71	0,79	1,13
M	1	1	1	1,00	1	150	150	-	-	-
N	2	3	4	3,00	2	100	110	10	0,67	1,33
O	2	3	4	3,00	2	300	350	50	0,67	1,33
P	5	7	10	7,17	4	650	800	47	0,70	1,40
Q	1	2	2	1,83	1	100	110	12	0,55	1,09
R	7	8	10	8,17	6	500	700	92	0,86	1,22
S	2	2	3	2,17	2	200	210	60	0,92	1,38
T	1	2	3	2,00	1	100	120	20	0,50	1,50
U	4	5	7	5,17	4	400	550	129	0,77	1,35
Разом	-	-	-	-	-	8450	11150	-	-	-

Table 3.

Reduction of duration of works and costs of reduction, as well as the duration of the project.

Step	Action	Reduction costs	Project duration (Weeks)
1	Скорочення t_F на 2,17	$K_F = 2,17 \times 9 = 19,53$	$T_e = 84,19$
2	Скорочення t_A на 1,00	$K_A = 1 \times 20 = 20,00$	$T_e = 83,19$
3	Скорочення t_P на 3,17	$K_P = 3,17 \times 47 = 148,99$	$T_e = 80,02$
4	Скорочення t_C на 2,00	$K_C = 2 \times 50 = 100,00$	$T_e = 78,02$
5	Скорочення t_S на 0,17	$K_S = 0,17 \times 60 = 10,20$	$T_e = 77,85$
6	Скорочення t_L на 2,83	$K_L = 2,83 \times 71 = 200,93$	$T_e = 75,02$
7	Скорочення t_B на 2,17	$K_B = 2,17 \times 92 = 199,64$	$T_e = 72,85$
8	Скорочення t_G на 2,17	$K_G = 2,17 \times 92 = 199,64$	$T_e = 70,68$
9	Скорочення t_R на 2,17	$K_R = 2,17 \times 92 = 199,64$	$T_e = 68,51$
10	Скорочення t_K на 6,17	$K_K = 6,17 \times 97 = 598,49$	$T_e = 62,34$
11	Скорочення t_U на 1,17	$K_U = 1,17 \times 129 = 150,93$	$T_e = 61,17$
12	Скорочення t_H на 4,17	$K_H = 4,17 \times 144 = 600,48$	$T_e = 57,00$

Table 4.

Calculation of expected durations of different project paths after each step of work reduction

Path / Step	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A-B-C-E-G-H-J-N-Q-R-S-T	57,9	57,9	56,9	56,9	54,9	54,7	54,7	52,5	50,34	48,17	48,17	48,17	44,00
A-B-C-E-G-H-J-N-Q-R-S-U	61,0	61,0	60,0	60,0	58,0	57,9	57,9	55,7	53,51	51,34	51,34	50,17	46,00
A-B-C-E-G-H-K-L-P-R-S-T	80,2	80,2	79,2	76,0	74,0	73,9	71,0	68,9	66,68	64,51	58,34	58,34	54,17
A-B-C-E-G-H-K-L-P-R-S-U	83,4	83,4	82,4	79,2	77,2	77,0	74,2	72,0	69,85	67,68	61,51	60,34	56,17
A-B-C-E-G-H-K-M-O-P-R-S-T	75,4	75,4	74,4	71,2	69,2	69,0	69,0	66,9	64,68	62,51	56,34	56,34	52,17
A-B-C-E-G-H-K-M-O-P-R-S-U	78,5	78,5	77,5	74,4	72,4	72,2	72,2	70,0	67,85	65,68	59,51	58,34	54,17
A-B-C-E-G-H-I-S-T	41,9	41,9	40,9	40,9	39,9	38,7	38,7	36,5	34,34	34,34	34,34	34,34	30,17
A-B-C-E-G-H-I-S-U	45,0	45,0	44,0	44,0	42,0	41,9	41,9	39,7	37,51	37,51	37,51	36,34	32,17
A-B-C-F-G-H-J-N-Q-R-S-T	60,9	58,7	57,7	57,7	55,7	55,5	55,5	53,3	51,17	49,00	49,00	49,00	44,83
A-B-C-F-G-H-J-N-Q-R-S-U	64,0	61,9	60,9	60,9	58,9	58,7	58,7	56,5	54,34	52,17	52,17	51,00	46,83
A-B-C-F-G-H-K-L-P-R-S-T	83,2	81,0	80,0	76,9	74,9	74,7	71,9	69,7	67,51	65,34	59,17	59,17	55,00
A-B-C-F-G-H-K-L-P-R-S-U	86,4	84,2	83,2	80,0	78,0	77,9	75,0	72,9	70,68	68,51	62,34	61,17	57,00
A-B-C-F-G-H-K-M-O-P-R-S-T	78,4	76,2	75,2	72,0	70,0	69,9	69,9	67,7	65,51	63,34	57,17	57,17	53,00
A-B-C-F-G-H-K-M-O-P-R-S-U	81,5	79,4	78,4	75,2	73,2	73,0	73,0	70,9	68,68	66,51	60,34	59,17	55,00
A-B-C-F-G-H-I-S-T	44,9	42,7	41,7	41,7	39,7	39,5	39,5	37,3	35,17	35,17	35,17	35,17	31,00
A-B-C-F-G-H-I-S-U	48,0	45,9	44,9	44,9	42,9	42,7	42,7	40,5	38,34	38,34	38,34	37,17	33,00
A-D-E-G-H-J-N-Q-R-S-T	46,9	46,9	45,9	45,9	45,9	45,7	45,7	43,5	41,34	41,34	41,34	41,34	37,17
A-D-E-G-H-J-N-Q-R-S-U	50,0	50,0	49,0	49,0	49,0	48,9	48,9	46,8	44,51	44,51	43,34	43,34	39,17
A-D-E-G-H-K-L-P-R-S-T	69,2	69,2	68,2	65,0	65,0	64,9	62,0	62,0	59,85	57,68	51,51	51,51	47,34
A-D-E-G-H-K-L-P-R-S-U	72,4	72,4	71,4	68,2	68,2	68,0	65,2	65,2	63,02	60,9	54,68	53,51	49,34
A-D-E-G-H-K-M-O-P-R-S-T	64,4	64,4	63,4	60,2	60,2	60,0	60,0	60,0	57,85	55,68	49,51	49,51	45,34
A-D-E-G-H-K-M-O-P-R-S-U	67,5	67,5	66,5	63,4	63,2	63,2	63,2	63,2	61,02	58,85	52,68	51,51	47,34
A-D-E-G-H-I-S-T	30,9	30,9	29,9	29,9	29,9	29,7	29,7	27,5	27,51	27,51	27,51	27,51	23,34
A-D-E-G-H-I-S-U	34,0	34,0	33,0	33,0	33,0	32,9	32,9	30,8	30,68	30,68	30,68	29,51	25,34
A-D-F-G-H-J-N-Q-R-S-T	49,9	47,7	46,7	46,7	46,7	46,5	46,5	44,3	42,17	42,17	42,17	42,17	38,00
A-D-F-G-H-J-N-Q-R-S-U	53,0	50,9	49,9	49,9	49,9	49,7	49,7	47,5	45,34	45,34	44,17	44,17	40,00
A-D-F-G-H-K-L-P-R-S-T	72,2	70,0	69,0	65,6	65,9	62,9	62,9	60,8	58,51	52,34	52,34	52,34	48,17
A-D-F-G-H-K-L-P-R-S-U	75,4	73,2	72,2	69,0	69,0	66,0	66,0	63,85	61,68	55,51	54,34	54,34	50,17
A-D-F-G-H-K-M-O-P-R-S-T	67,4	65,2	64,2	61,0	61,0	60,9	60,9	60,9	58,68	56,51	50,34	50,34	46,17
A-D-F-G-H-K-M-O-P-R-S-U	70,5	68,4	67,4	64,2	64,2	64,0	64,0	61,85	59,68	53,51	52,34	52,34	48,17
A-D-F-G-H-I-S-T	33,9	31,7	30,7	30,7	30,7	30,5	30,5	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	24,17
A-D-F-G-H-I-S-U	37,0	34,9	33,9	33,9	33,9	33,7	33,7	31,5	31,5	31,5	31,5	30,34	26,17

Table 5.

Calculation of total costs to reduce the duration of the project

Step	T_e	K	ΔK	σT_e
0	86,36	0,00	0,00	2,5004
1	84,19	19,53	19,53	2,4119
2	83,19	39,53	39,53	2,3991
3	80,02	188,52	188,52	2,2973
4	78,02	288,52	288,52	2,2791
5	77,85	298,52	298,72	2,2782
6	75,02	499,72	499,65	2,2484
7	72,85	699,29	699,29	2,2290
8	70,68	898,93	898,93	2,1303
9	68,51	1098,57	1098,57	2,1031
10	62,34	1697,06	1697,06	1,7418
11	61,17	1847,99	1847,99	1,7129
12	57,00	2448,47	2448,47	1,5936

Table 5 presents the expected duration of the project "Constructive development of product X" after each step of reducing work, along with the associated additional costs. The last column shows the calculated standard deviations of the duration of the project (the square root of the sum of the squares of the standard deviations of the duration of the work, are on the critical path).

Now, let consider the technology of GERT.

To achieve the goals of any project requires the correct interaction of contractors and optimal use of resources in each phase of its implementation. To do this, there must be a possibility of redistribution of funds in accordance with the current situation, and such redistribution must be rational. In this case, it may be useful to use stochastic networks, as an example of which we consider the GERT network. These networks are, of

course, more complex than deterministic networks (used, in particular, in CPM and PERT technologies), but they allow us to consider different dependencies between events in the same network, as well as freely choose in the project implementation paths that differ from certain in advance.

Stochastic network technologies can be used in all situations where PERT technology is used. Construction of a stable PERT network and triple evaluation of the characteristics of each of its arcs, as a rule, simplify the described reality. Stochastic network technologies provide much greater and more diverse opportunities for reality analysis. Technologies based on stochastic networks introduce probabilistic types of events in the form of logical combinations of works by the "OR" operation, which allow to consider alternative solutions [1, 3].

Used in PERT technology, three estimates of the duration of the work, often reflecting three aspects of the problem (e.g., labor, material, cost), obscure the picture of the use of specific resources. Attempts to improve PERT technology have led to several new methodological proposals. Representation of various networks became possible due to the introduction of a new type of event. This event differs from the ones used in CPM and PERT networks in that the moment of its occurrence allows to determine the beginning of only one work, and not several at a time, as previously predicted. H. Eisner's concept, which consists in the introduction into the network of decision-making units and the possibility of various exits from events, allowed to begin to create networks for sets of activities, which so far, given the alternative nature of decisions required separate planning.

However, the introduction of events of this type was also insufficient. Soon SE Elmaghraby [1, 2] proposed a further expansion of the set of logical intranet dependencies and the main types of events and mathematical relations caused by these dependencies. He introduced the GAN (Generalized Activity Networks) network. SE Elmaghrabi proposed to further increase the flexibility of network technology by introducing separate event outputs. In GAN technology, an event consists of two parts: the input side and the output side. In addition to the advantages in the form of alternative outcomes of events, the discussed technology allows to streamline the probabilities of work and determine the parameters that more accurately characterize these works, such as the duration of their implementation. The advantage of GAN technology is also the admissibility of cycles and feedback in the network.

Among the technologies based on stochastic networks, the technology GERT (Graphical Evaluation and Review Technique) deserves attention. It uses as elements of the algebra of graphs SE Elmaghrabi and the GAN network. Of particular importance is the accounting in the network of alternative works in the case when it describes a project of a stochastic (random) nature. In the implementation of such projects there are various perturbations, as a result of which the characteristics of specific arcs of the network (i.e. parameters describing the relevant work) take on new, different from the planned values. In addition, such perturbations force changes to be made to the network in the form of new

arcs and vertices representing alternative works. Experience with the use of network methods shows that it is more effective to enter into the network all possible alternative works before the start of the project than to adjust the network in the process of its implementation. The discussed technology can be applied to any complex projects and in unclear management situations. Examples include research or design work.

The procedure for applying GERT technology can be divided into the following stages:

1. Description of the project by a stochastic network.
2. Collection of numerical data characterizing each arc of the network.
3. Minimization of the constructed stochastic network.
4. Transformation of the replacement network (or function) into a form that allows you to determine the duration and probability of project implementation, as well as the calculation of these durations and probabilities.
5. Analysis and evaluation of results obtained through network simplifications.

Project description by stochastic network. Used in stochastic networks, the concept of "event" is expanded compared to its previous understanding in technologies based on networks of deterministic structure. There are two main types of events in the GERT network: deterministic, presented in the form of a circle, and probable, presented in the form of a "drop". It should be noted that all arcs (branches) that come from deterministic events, corresponds to the probability of realization $p = 1$, i.e. they must be performed in order for the project to be recognized as implemented. At the same time, from all branches coming from the probabilistic event, only one, which has a certain probability p , will be sufficient to bring the project to a logical conclusion.

In [3, 4, 5] proposed a generalized GAN network and a typology of network vertices. Logical forms of vertices from the input side in GAN networks are defined as follows:

- a vertex of type "I" for events that occur if and only when all their previous work is completed, i.e. the first work "AND", the second work "AND" and so on. In this case, the logical operation "AND" is implemented. For example, the completion of work on the design of the prototype, the manufacture of elements of the prototype and the choice of technology for its assembly allow you to properly assemble the prototype;
- top type "OR" - for events that occur when at least one of their previous work is completed; the timing of such events is due to the shorter duration of the work leading to them. The logical operation "OR" is implemented. As an example: meeting the expectations of one of the designed products can, but should not interrupt further research. Upon receiving positive results from the application of one technology in the production process, research can be continued to create an alternative technology, which is characterized, for example, less resource consumption;
- top type "exclusive OR" - for events that occur if and only when exactly one of the previous works will be performed. Events are preceded by mutually exclusive

events. The moment of occurrence of the event means the completion of one and only one work. The logical operation "exclusive OR" is implemented. For example, the acquisition of a license makes it impossible to change the documentation without the consent of the owner of the technology, and the development of its own optimal design eliminates the need to purchase a license.

Logical forms of vertices from the output side in GAN networks are practically limited to two types:

- "AND" - the so-called deterministic output associated with events, the occurrence of which means the performance of all subsequent work on such events. There must be one or more jobs after the event node. The moment of the event means the possibility of starting all these works. The logical operation "AND" is implemented. For example, the moment of creation of a prototype allows to begin research of this prototype.

- "OR" - the so-called probabilistic outcome associated with events, the occurrence of which entails the performance of at least one of the subsequent works. From several initial works one or several can be realized. As an example: the use of one or more concepts of

product development to continue design developments. In the case of alternative solutions, the sum of their probabilities at the output-solver must be equal to step 1.

For these logical forms of network vertices, depending on the proposed graphic notation. All practically applied types of vertices are shown in fig. 5.

Both inputs and outputs of events of deterministic networks have a logical form "AND". In a generalized GAN network, the logical description of the input side determines the condition of the event. The description of the output side can be crucial. After the event in accordance with this function is determined by the fate of subsequent work. The nature of the decisions made is considered deterministic, because the implementation of the network depends on the implementation of all subsequent work. If the description of an exit from an event allows to realize only some works, then in relation to the following works it is possible to speak only about their probable performance. This network is called a stochastic network, it is based on GERT technology. The sum of the probabilities corresponding to each branch coming from the probabilistic event must be equal to step 1.





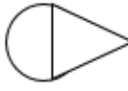

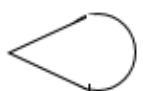
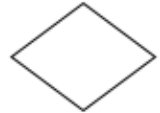


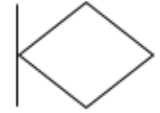
Output of the node	Determine «AND»	Probable «OR»
Input of the node		
The event will take place, if all is over previous works - "AND". 		
The event will take place, if it ends any of the previous ones works - "OR" 		
The event will occur if will end alone and only one of mutually exclusive works - "Excludes OR" 		

Fig.5. Characteristics of vertices used in stochastic networks

Along with the presented models of events, called indirect events, in network models GERT it is possible to allocate initial (initial) and final events. The initial event can be deterministic or probabilistic [7, 8, 9]. Final events are always deterministic. A characteristic feature of GERT models - contours, called feedback or loops. They indicate that certain actions or events may be performed or occur more than once. The GERT network indicates the number of repetitions of work (counter)

[10, 11, 12]. A contour begins in a so-called statistical event, and an event in which the contour leads to a normal duration of work is called a selected event [13, 14, 15,16].

Conclusions

The solution of GERT network models by the method of sequential network reduction in practice is very time consuming. The complexity of the problem of

finding a solution for a GAN-type network has led to the need to use for this purpose simulation solutions based on the Monte Carlo method. An example of such a computational approach is the technology GERTS (Graphical Evaluation and Review Technique Simulation).

The scheme of application of this technology is as follows:

1. We use random number generators available in software packages on most computers, with the following purpose:

a) for nodes with alternative outputs, we generate random numbers according to the probability distribution at these outputs; these numbers uniquely define the subnet, which is one of the possible options for the event;

b) for each work of the subnet obtained in paragraph a), we generate a random number according to the probability distribution that characterizes the duration of this work.

2. Considering the data received in item 1 as determined, we calculate characteristics characteristic of us, for example, term of completion of the project and time reserves. For this purpose, technologies are used that correspond to deterministic models, in particular CPM. The results obtained at this stage are recorded in computer memory. The presented steps are repeated a given number of times to obtain fairly accurate estimates of the parameters of interest to us. Examples of parameters calculated by GERTS technology include the probabilities of realization of final events, as well as the average values and variances of the distribution of the timing of these events.

Stochastic networks are widely used in practice. A very important step for the formation of a process unit using stochastic networks in the public sector digital project management system is GERT technology, which is designed to describe and study various scientific and technical measures, to determine the duration (or characteristics of another kind) and probabilities of followers. Application of GERT network models for planning and management of research and design works allows:

- provide much greater compactness than when using other methods;
- rank decisions on the probability of success;
- quickly determine the impact of new information about the values of the parameters on the final event through the use of computer technology;
- apply simulation to evaluate research and design activities;
- dynamically optimize the modeled structures;
- modify the analyzed processes;
- to create visual graphical representations of the process of implementation of the whole event (as well as when using traditional technologies, such as CPM and PERT).

References

1. Elmaghraby S.E. An Algebra for the Analysis of Generalized Activity Networks / Management Science. — 1964. — № 3.
2. Elmaghraby S.E. The Theory of Networks and Management Science. Part 2 / Management Science. — 1970. — № 3.

3. Mohamed, S., McCowan, A.K. (2001) «Modeling project investment decisions under uncertainty using possibility theory». *Int. J. Project Management*, 19, pp. 231—241.

4. Liang, G.S. and Wang, M.J. (1991) «A fuzzy multi criterion decision making for facility site selection». *International Journal of Production Research*, 29, pp. 2313—2330.

5. Chan, D.Y. «Application of extent analysis method in fuzzy AHP». *European Journal of Operation Research*, (1996) № 95, pp. 649—655.

6. Lee, J.W. and Kim, S.H. «Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection». *Computers & Operations Research*, (2000) № 27, pp. 367—382.

7. Kahraman, C, Cebeci, U. and Ruan, D. «Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: the case of Turkey». *International Journal of Production Economics*, (2004) № 87, pp. 171—184.

8. Huang X. (2007) «Optimal project selection with random fuzzy parameters». *Int. J. Production Economics*, 106, pp.513—522.

9. Lai, Y.J., Lai, H.C. (1993) «Possibilistic linear programming for managing interest rate risk». *Fuzzy Sets and Systems*, 54, pp. 135—146.

10. Bondar A., Bushuyev S., Bushuieva V., Bushuyeva N., Onyshchenko Bondar A., Bushuyeva N., Bushuyev S., Onyshchenko S. Modelling of Creation Organisational Energy-Entropy, (2020): IEEE 15th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), Zbarazh, Ukraine, (2020): 141-145

11. Saaty T. (1990) «How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process». *European Journal of Operational Research*, 48, pp. 9—26.

12. Bondar A, Bushuyev S., Onyshchenko S., Tanaka H. Entropy Paradigm of Project-Oriented Organizations Management (2020) Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020) Volume 1. Lviv, Ukraine, February 18-20, (2020), CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), (2020): 233-243

13. Bushuyev S., Bushuieva V., Onyshchenko S., Bondar A. Modeling the Dynamics of Information Panic in Society. COVID-19 case (2021); Proceedings of The Fourth International Workshop on Zaporizhzhia, Ukraine, April 27, 2021.; CEUR Workshop Proceedings, 2021, 2864, 400—408

14. Bondar A., Bushuyev S., Bushuieva V., Onyshchenko S. Complementary strategic model for managing entropy of the organization (2021); Proceedings of the 2nd International Workshop IT Project Management (ITPM 2021) Slavsko, Lviv region, Ukraine, February 16-18, 2021. CEUR Workshop Proceedings, 2021.

15. Bushuyev, S., Bushuiev, D., Bushuieva, V. Modelling of emotional infection to the information system management project success *Advances in Intelligent Systems and Computing*, (2021), 1265 AISC, pp. 341—352

16. Bushuyev, S., Babayev, J., Bushuiev, D., Kozyr, B. Emotional Infection of Management Innova-

tion SMART Government Projects 2020 IEEE European Technology and Engineering Management Summit, E-TEMS (2020)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОТОРНЫХ СИСТЕМ СИНХРОННЫХ МАШИН НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ

Кириллов И.В.

АО «УАПО», инженер-конструктор

Апальков Р.Г.

АО «УАПО», инженер-схемотехник

Борисоглебский Н.А.

НИУ МЭИ, студент

Иванов А.С.

НИУ МЭИ, ст. преп.

COMPARATIVE ANALYSIS OF ROTOR SYSTEMS OF PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MACHINES

Kirillov I.

JSC "UAPO", design engineer

Apalkov R.

JSC "UAPO", circuit engineer

Borisoglebsky N.

NRU MPEI, student

Ivanov A.

NRU MPEI, st. Prep

DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-26-30](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-26-30)

Аннотация

Данная работа посвящена рассмотрению и анализу конструкций ротора синхронных машин с постоянными магнитами. Рассматривается два вида расположения постоянных магнитов на роторе: радиальное и тангенциальное расположение постоянных магнитов. Анализируется каждый вид на предмет воздействия пульсации момента на ротор синхронной машины.

Abstract

This work is devoted to the consideration and analysis of the rotor designs of synchronous machines with permanent magnets. Two types of arrangement of permanent magnets on the rotor are considered: radial and tangential arrangement of permanent magnets. Each type is analyzed for the impact of the pulsation of the rotor of a synchronous machine.

Ключевые слова: Синхронная машина, синхронная машина с постоянными магнитами, СМПМ, радиальное поле, тангенциальное поле, пульсация момента.

Keywords: synchronous motor, permanent magnet synchronous motor, PMSM, radial field, tangential field, moment pulsation.

Использование синхронных машин с использованием в качестве возбудителя постоянные магниты (СМПМ) в последнее время все более широко применяются. Объясняется это появлением редкоземельных материалов, таких как самарий-кобальтовые сплавы и соединения NdFeB (неодим-железо-бор) [1]. Использование постоянных магнитов позволяет выполнять машины с лучшими массогабаритными показателями, а также исключает электрические потери на возбуждение, что положительно сказывается на коэффициенте полезного действия [2].

Недостатком в использовании синхронных машин с постоянными магнитами является отсутствие возможности регулирования потока возбуждения. В основном синхронные машины с постоянными магнитами используются в системах регулируемого электропривода. В таких машинах пульсации

электромагнитного момента часто оказываются весьма значительными.

Пульсации момента, обусловленные дискретностью статорной и роторной частей магнитной системы машины, принято называть зубцовыми. Зубцовые пульсации момента могут негативно сказываться на характеристиках электрической машины. Следует заметить, что действие постоянных магнитов не прекращается при отключении питания машины. Следовательно, этот эффект присутствует и при обесточенной обмотке якоря,

Существует множество вариантов конструкций ротора с постоянными магнитами, которые можно разделить на два основных типа: с поверхностной установкой постоянных магнитов на роторе (рисунок 1) и конструкции со встроенной установкой магнитов на роторе (рисунок 2). Как правило, в первом случае магниты имеют радиально

направленную намагниченность, а во втором – тангенциально направленную [3].

В машинах с ротором радиального типа магниты располагают на поверхности ротора. Ширина

магнитов может быть меньше или равна полному делению. Также может быть различной и форма магнитов.

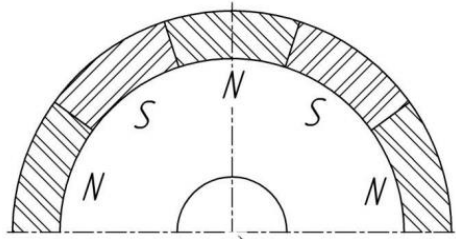


Рис. 1. Конструкция ротора с поверхностным расположением магнитов

В машинах с тангенциальным расположением магнитов пазы под магниты выполняются закрытыми или открытыми (рисунок 2).

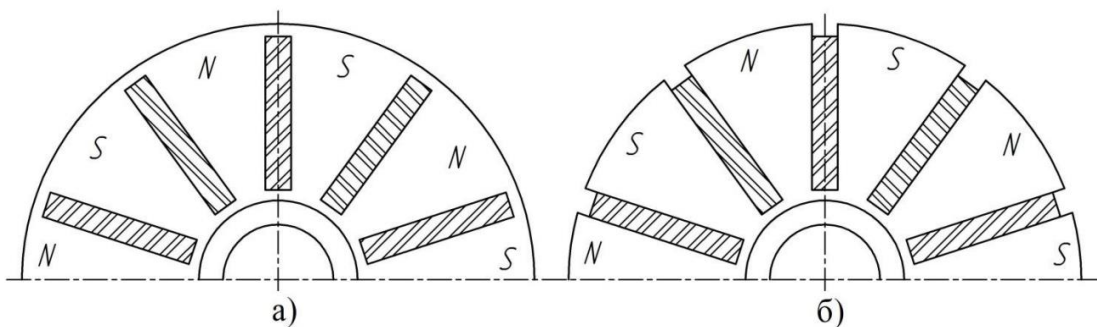


Рис. 2. Конструкция роторов с тангенциальным расположением магнитов

Конструкция с радиальным расположением магнитов имеет минимальные поля рассеяния. Но возникают трудности с закреплением магнитов на поверхности ротора. Необходимо использовать различные способы для закрепления магнитов на поверхности ротора. Возможно использовать склейку или закреплять с использованием банджа, что в итоге приводит к увеличению воздушного зазора, а, следовательно, и увеличению магнитного сопротивления.

Конструкция с тангенциальным расположением магнитов исключает необходимость в склейке или закреплении с использованием банджа. Существует возможность выполнить магниты с шириной

больше полного деления за счет их углубления в роторе. Это позволяет сконцентрировать магнитный поток в полюсе и поднять величину магнитной индукции воздушного зазора. Также появляется возможность использования магнитов в роторах большего диаметра. Следовательно, машина будет иметь большую мощность.

Для моделирования используем модель синхронной машины с радиальным и тангенциальным расположением магнитов и сравним две эти модели на предмет воздействия момента. Исходная геометрия представлена на рисунке 3.

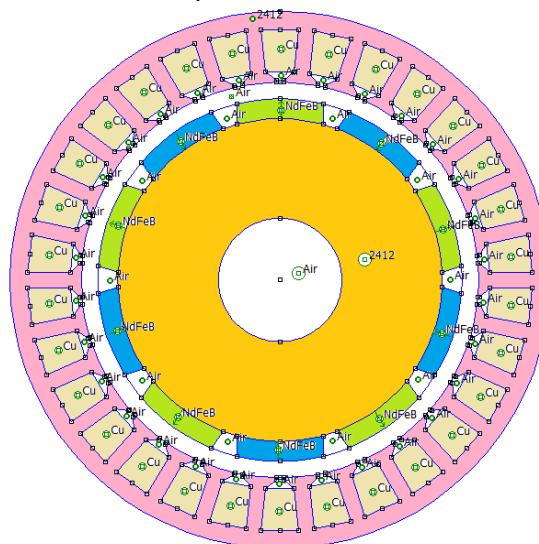


Рис. 3. Геометрия синхронной машины с радиальным расположением магнитов

Рассмотрим режим холостого хода. Ток в пазах статора принимается равным нулю. Пульсации электромагнитного момента обусловлены взаимодействием гармоник МДС с гармониками проводимости статора. В режиме нагрузки взаимодействие указанных гармоник будет идентичным и пульсации момента сохранятся. Форма пазов – трапециевидальная, зубцов – прямоугольная. Магниты расположены поочередно на магнитной втулке из электротехнической стали, как и материал сердечника статора.

Полученная картина магнитного поля в объеме электрической машины представлена на рисунке 4. Индукция в зубцах синхронной машины с постоянными магнитами составляет 1,4 Тл, что является приемлемым для данного типа машин. Для электрических машин, при проектировании, рекомендуется придерживаться диапазона 1,3-1,8 Тл. Индукция в зазоре синхронной машины с постоянными магнитами составляет 0,65 Тл.

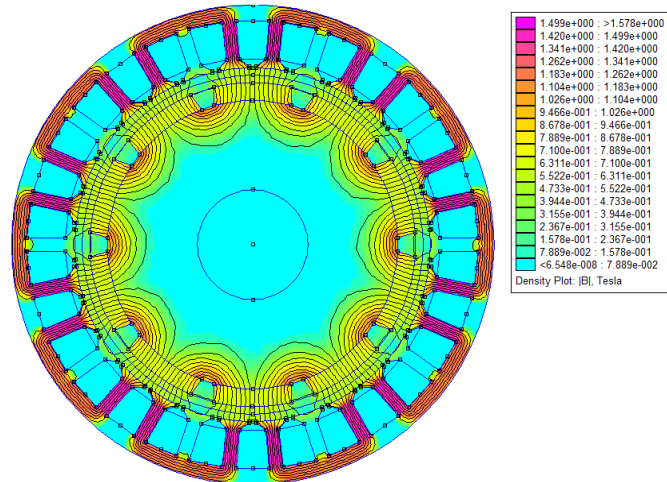


Рис. 4. Картина поля синхронной машины с радиально закрепленными магнитами

Рассмотрим кривую индукции в воздушном зазоре спроектированной синхронной машины с постоянными магнитами (рисунок 5). Как видно из рисунка, индукция в воздушном зазоре имеет практически синусоидальное распределение. Некоторое

искажение кривой в экстремальных точках возникает вследствие неравномерной проводимости воздушного зазора вследствие наличия зубчатости на статоре.

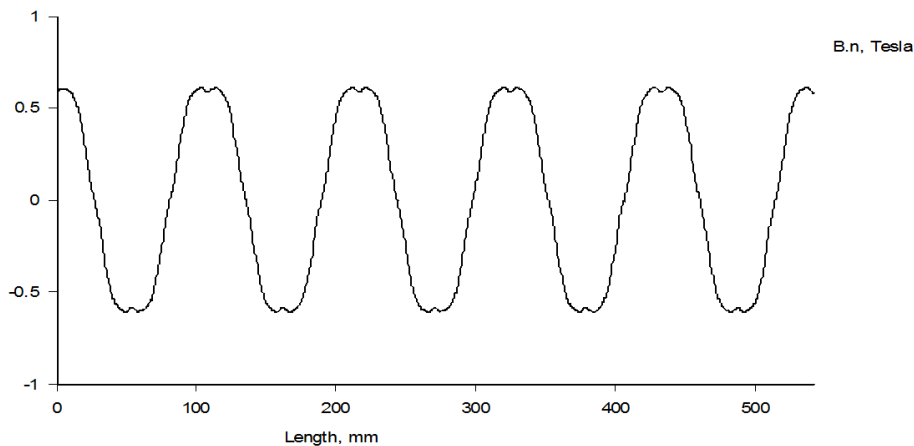


Рис. 5. Магнитная индукция в воздушном зазоре синхронной машины с постоянными магнитами с радиально закрепленными магнитами

Далее рассмотрим синхронную машину с постоянными магнитами с тангенциально расположенными магнитами (рисунок 6). На основе результатов проектировочного расчета сформируем геометрию синхронной машины с постоянными

магнитами и зададим свойства материалов. В качестве материала магнитопровода используется электротехническая сталь.

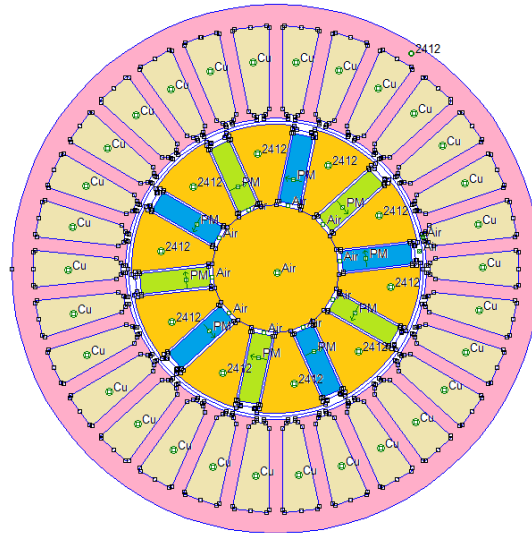


Рисунок 6. Исходная геометрия синхронную машину с постоянными магнитами с тангенциальными магнитами

Синхронная машину с постоянными магнитами с тангенциально расположенными магнитами имеет большой диаметр. Рабочий зазор оказывается меньшим, вследствие чего пульсации момента должны проявляться более выражено. Постоянные магниты имеют прямоугольную форму. Под магнитами должен быть выполнен немагнитный слой в виде втулки, либо использоваться специальная конструкция ярма ротора с мостиками насыщения для того, чтобы основной магнитный поток проходил

по воздушному зазору, а не рассеивался вокруг магнита.

На рисунке 7 покажем распределение поля в электрической машине. Индукция в зубцах синхронной машины с постоянными магнитами составляет 1,6 Тл, что является приемлемым для данного типа машин. Для электрических машин, при проектировании, рекомендуется придерживаться диапазона 1,3-1,8 Тл. Индукция в зазоре синхронной машины с постоянными магнитами составляет 0,75 Тл.

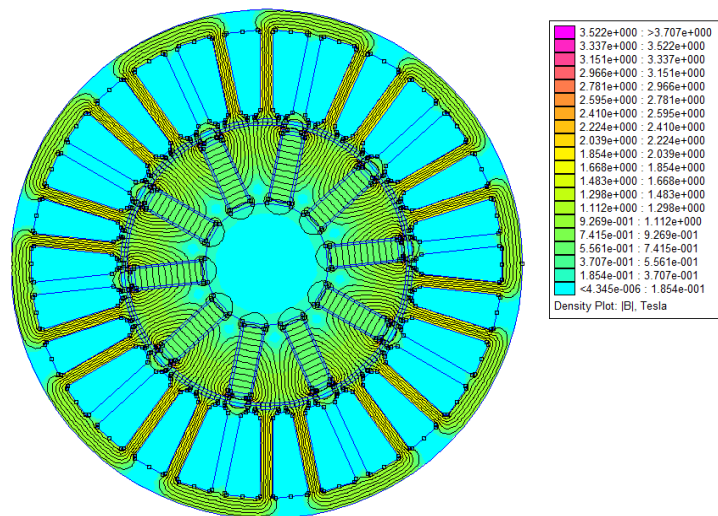


Рис. 7. Картина поля синхронной машины с постоянными магнитами с тангенциально закрепленными магнитами

Рассмотрим кривую индукции в воздушном зазоре спроектированной синхронной машины с постоянными магнитами (рисунок 8).

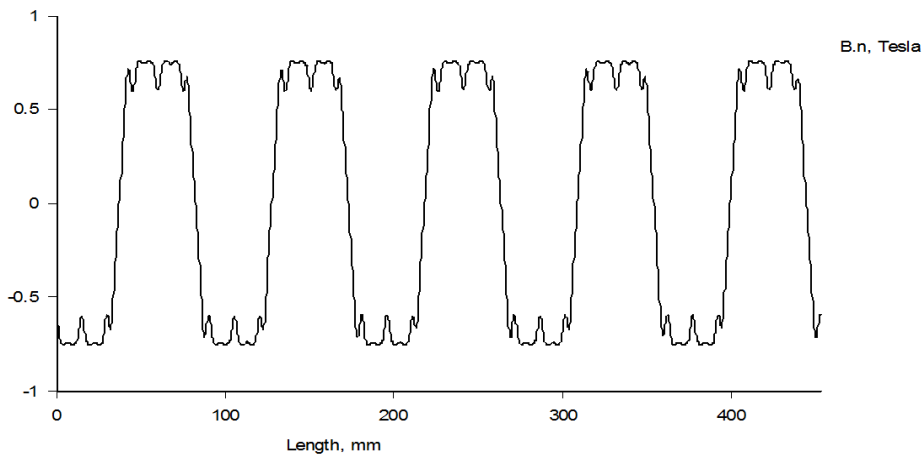


Рис. 8. Магнитная индукция в воздушном зазоре синхронной машины с постоянными магнитами с тангенциально закрепленными магнитами

Индукция в воздушном зазоре увеличилась на 0,1 Тл вследствие меньшего воздушного зазора. Кривая индукции при этом имеет менее выраженную синусоидальную форму. Более выраженными стали провалы в кривой вследствие неравномерной проводимости воздушного зазора.

Синхронная машина с постоянными магнитами с радиальным расположением магнитов на роторе обладает более низкими пульсациями по сравнению с конструкцией с тангенциальным расположением магнитов, а также более высоким КПД и низкими массогабаритными показателями.

Список литературы

1. Альтман, А.Б. Постоянные магниты: справочник / А.Б. Альтман, А.Н. Герберг, П.А. Гладышев. – М.: Энергия, 1980. – 488 с.
2. Осин, И. Л. Синхронные микродвигатели с постоянными магнитами / И. Л. Осин, В. П. Колесников, Ф. М. Юферов. – М.: Энергия, 1976. – 232 с.
3. Топорков, Д. М. Зубцовые пульсации момента в машинах с дробными обмотками и возбуждением от постоянных магнитов: дис. на соискание степени канд. техн. наук: 05.09.01 / Д. М. Топорков – Новосибирск, 2016. – 137 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЧИННИКІВ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ НА БЕЗПЕКУ СУДНОПЛАВСТВА

Бичковський Ю.В.

*старший викладач кафедри навігації і керування судном,
Одеського національного морського університету,
капітан далекого плавання
ORCID ID: 0000-0003-1459-9029*

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF INDIVIDUAL HUMAN FACTORS ON THE SHIP'S SAFETY

Bychkovsky Yu.

*Senior lecturer, Department of Navigation and ship handling,
Odessa National Maritime University
DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-30-34](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-30-34)*

Анотація

Деякі аспекти морського професійного життя можуть стати причиною серйозних стресових ситуацій для моряків, створюючи реакції, що ставлять під загрозу їхнє фізичне здоров'я, благополуччя, а також моральний стан на робочому місці. Це однаковою мірою відноситься як до моряків, що здійснюють тривалі морські переходи, так і до тих, хто зайнятий у каботажному судноплаванні або на судах що курсують в межах внутрішніх водних шляхів. Фактор стресу є одним серед основних «індивідуальних чинників людського фактору». Стрес також впливає на стан здоров'я та створює умови, при яких моряки стають вразливими до психічних захворювань. Експериментально доведено, що моряки страждають від психологічних проблем більш ніж представники інших професій. Тому заходи що спрямовані на формування нових підходів у сфері морської освіти і розроблення нових методів щодо зниження ризиків та уникнення аварійних ситуацій, шляхом оптимізації процесів навчання і тренування моряків в навчальних закладах і центрах підготовки моряків, серед завдань, що мають високий ступень актуальності.

Abstract

Certain aspects of professional life at sea can cause severe stress for seafarers, creating reactions that endanger their physical health and welfare as well as their workplace morale. However, this applies both to seafarers engaged in long sea voyages and to those who are engaged in coastal shipping or on ships on the inland waterways. Stress factor is one of the main "individual human factors". Stress also affects health and creates conditions under which seafarers become susceptible to mental disorders. It was experimentally proved that seafarers suffer from psychological problems more than representatives of other professions do. That is why the measures aimed at formulating new approaches in the sphere of maritime education and developing new methods for reducing risks and avoiding accidents by optimizing the processes of training and practicing seafarers in educational institutions and seafarers' training centers, among the tasks that have a high degree of relevance.

Ключові слова: фактор стресу, людський елемент, безпека судноплавства.

Keywords: stress factor, human element, shipboard safety.

Постановка проблеми.

Робота на флоті має свою специфіку і вважається однією з важких професій. Цьому сприяє підвищений рівень відповідальності, виснажлива розумова діяльність, важка фізична праця, умови реальної загрози для життя і здоров'я, відмова від багатьох складових психологічного комфорту. Все це незмінно впливає на рівень безпечної експлуатації як судна так і судноплавства в цілому. Тому завдання, що потребує вирішення це підвищення рівню обізнаності щодо людського елемента серед моряків та усвідомлення емоційних проблем і стресового навантаження з яким доводиться стикатися морякам під час роботи в морі і шляхи подолання наслідків цих проблем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковане розв'язання описаної проблеми, описання невирішених раніше частин загальної проблеми, котрій присвячується зазначена стаття.

Вивчення питань стресу в професійній діяльності моряка та фаз загального адаптаційного синдрому представлено у [1]. Розуміння сутності реакцій на повсякденні стрес-фактори і надзвичайні ситуації, які надають величезний вплив на рівень життя і безпеку моряків на борту судна у [2]. Сучасна методика оцінки рівню безпеки судна і шляхи його підвищення та оцінка ризиків, як елемент забезпечення безпеки руху судна у [3-4]. Дослідження впливу стресу на причини виникнення інцидентів на морі, стрес та його зв'язок їх з багатьма відомими психологічними факторами, покликаніми тривалою ізоляцією моряків та специфікою їх професійної діяльності а також порівняльний аналіз рівню стресу між моряками та працівниками берегового сектору у [7-11]. Огляд літературних джерел за темою дослідження вказує на той факт, що проблема стресу залишається актуальною на шляху забезпечення необхідного рівню безпеки судноплавства.

Формування цілей статті (мета роботи).

Метою даної роботи є визначення складових фактору стресу, дослідження особливостей впливу стресу на результати діяльності осіб які є членами екіпажу морських суден, а також порівняльного аналізу результатів отриманих в ході опитування

щодо ступеню розуміння видів стресу серед українських моряків та застосування ресурсів щодо зменшення існуючого рівню стресу під час здійснення рейсу.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Стрес, поряд із захисною функцією, може приводити і до пошкодження організму. Якщо у тварин слідом за мобілізацією (фаза тривоги) настає моторна реакція, то у людини в сучасних умовах, безпосередні поведінкові реакції по типу агресії або втечі, в більшості випадків відсутні. Це веде до порушення регулювання внутрішніх органів і, нарешті, до їх поразки. Вчені виділили цілий ряд так званих «психосоматичних» захворювань, які стрес здатний викликати і посилювати (за захворювання серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту та ін.) Яке саме захворювання виникне у людини, залежить від уразливості окремих його органів (в організмі, як в ланцюзі, рветься слабка ланка, хоча всі ланки однаково знаходяться під навантаженням) [1].

Цілком відомо, що для зниження впливу негативного стресу, рекомендовано збільшувати частку позитивного стресу в повсякденній діяльності на борту судна. Дійсно, поняття «позитивний стрес» (eustress) означає «добрий стрес» (походить від грецького «eu» що означає добре). Не всі стимули стресу згубні. Існує велика кількість стимулів, з якими кожна людина взаємодіє щодня, це: сміх, гумор; приємні сенсорні стимули, краса навколо нас, чистота; приємні умови роботи: температура, шум, декор, регулярні перерви, правильне планування; чітка робоча зона; запобігання відволіканню, візуальна гармонія, та інше. «Позитивний стрес» дуже корисний. Деякі переваги накопичуються: він розріджує кров, виділяючи терапевтичні гормони; очищає отрути в крові; покращує можливість вирішення проблем; підвищує ситуаційну обізнаність; покращує мотивацію; сприяє кращій гармонії між членами команди; створює краще робоче середовище; зменшує психічні та фізичні розлади; забезпечує довговічність.

За результатами опитування, приведеного на рисунку 1, встановлено ступінь розуміння «позитивного стресу» серед українських моряків.



Рисунок 1. Розуміння позитивного впливу стресу серед українських моряків [5]

Отримані результати можна вважати незадовільними, так як менше 20% моряків старшого покоління відповіли ствердно на дане питання, в той час як серед молодого покоління - трохи більше 7% підтвердили розуміння і використання "позитивного стресу" в повсякденній роботі. Це вказує на один з багатьох невикористовуваних ресурсів щодо виконання зменшення існуючого стресу під час виконання рейсу.

Слід також підкреслити, що рівень стресу може бути занадто малим, або занадто великим. Занадто малий стрес породжує завдання або операцію яка має низький пріоритет; низький мотиваційний рівень; виконується повторно без зворотного зв'язку. Коли стресу занадто мало, люди або члени екіпажу можуть: ставати самовдоволеними; не підозрюють про стимул; низьке навантаження може погіршити продуктивність за 20-30 хвилин; моряки не вживають необхідних заходів безпеки. Люди реагують, а не передбачають.

Занадто великий стрес викликає завдання або операції які: вище ніж здатність команди справлятися з ситуацією; це рідко і «незнайоме» для команди; це пріоритет і важливо; це виходить за межі знань та досвіду членів команди. Занадто багато стресу впливає на результати діяльності людей та членів екіпажу: створюється тунельний зір і фокус звужується; здатність робити висновки про те, що відбувається навколо судна зменшується; ситуаційна обізнаність втрачається; не помітно те, що помітно людям, які зазнали меншого стресу; виникає плутанина; людина закрита для обговорення різних варіантів; часто реалізує перший розглянутий варіант; виконуються інстинктивні реакції;

індивід повертається до минулого досвіду для альтернативи, що нагадує рішення, знайдене для подібної проблеми в минулому; найкращу альтернативу можна не помітити; гіперактивність поведінки; компульсивний розлад і близький до паніки; особливо в надзвичайних ситуаціях, коли надходить суперечлива інформація; розсіює увагу; обмежує концентрацію; переважає "групове мислення"; протягом тривалих стресових періодів команда перекладає свою мету від вирішення проблем до досягнення консенсусу у своїх рішеннях; координація команди швидко погіршується; члени команди працюють у «зоні аварії».

Наряду зі збільшенням площі сумарного стресу для стресу, пов'язаного із завданням (Рис. 2), дуже важливим для забезпечення загальної безпеки судноплавства є питання збереження власної спроможності людини справлятися зі стресовим навантаженням. Працюючи на судні, капітан не має можливостей для відбору моряків з великим рівнем стресостійкості. Тому, під час виконання рейсу, дуже велике значення має здатність моряка підтримувати свою стресостійкість на максимальному рівні протягом необхідного терміну. Для цього на сьогоднішній день відомі цілий ряд способів, які не вимагають присутності спеціального обладнання чи приміщення. Однак використання цих способів допомагає моряку підтримати свою стресостійкість на максимальному рівні протягом тривалого часу. Як українські моряки розуміють ці способи, достатньо подивитися на таблицю 1, де зведені відповіді на це питання.

Засоби запобігання впливу стресу серед українських моряків
(за результатом виконаних спостережень)

з/п	Найменування способу	% відповідей
1	Не знаю	17,1
2	Сон	20,5
3	Відпочинок	29,4
4	Спілкування, відволікання	32,8
5	Харчування	04,5
6	Заняття спортом	17,1
7	Звільнення у місто	03,7
8	Читання книг	09,7
9	Перегляд фільмів	11,8
10	Розваги	04,7
11	Хобі	04,2
12	Медикаментозний	03,4
13	Аутотренінг	09,7
14	Музика	08,1
15	Куріння	01,8
16	Гарячі напої	02,4
17	Дихальна гімнастика	01,8
18	Алкоголь	02,4
19	Водні процедури	00,5

З наведених даних видно, що ніякої серйозної підготовки щодо опору високому рівню стресу у українських моряків не вистачає. В цілому, відповіді наближені до існуючих сьогодні прийомів щодо зниження стресу, проте відсоток моряків, які згадали той чи інший фактор говорить про те, що широкого розуміння в цьому питанні немає. Позитивним є тільки один показник - це зниження кількості респондентів, які вважають вживання алкоголю дієвим засобом боротьби зі стресом. На

сьогодні він дорівнює 2,4%, а це дуже хороша новина. Це свідчить про те, що постійна боротьба з використанням алкоголю на морських суднах дає свої результати.

Такі результати опитування не викликають здивування, тому, що під час паралельного опитування на запитання про вивчення фактору стресу, була отримана така картина (Рис. 2).



Рисунок 2.

Результати опитування українських моряків о проходженні навчання за фактором стресу [5]

Приведені дані викликають занепокоєння, з приводу того що достатня кількість курсів тренажерної підготовки моряків базуються на вимогах модельних курсів ІМО, таких як 1.21 «Персональна безпека та соціальна відповідальність» (Personal safety and Social Responsibilities), 1.39 «Лідерство та робота у складі команди» (Leadership and Teamwork) та 1.40 «Лідерство та навички керівника» (Use of Leadership and managerial skills). У цих трьох модельних курсах ІМО прямо вказується на необхідність вивчення індивідуальних факторів

людського елементу під час навчання у тренажерних центрах за напрямками: «Ресурси управління роботою навігаційного містка», «Ресурси управління роботою машинного відділення», «Ознайомлення моряків з питаннями безпеки», тому в цьому питанні є певні прогалини які вимагають конструктивних кроків.

Висновки.

Результати отримані у ході дослідження яскраво свідчать про суттєві недоліки у плануванні та

здійсненні підготовки моряків у морських навчальних закладах України. Теж самий недолік, було визначено під час анкетування моряків та під час опитування їх про вивчення цього фактору, протягом навчання у морських тренажерних центрах підготовки. Тому, необхідно зосередити увагу на підвищенні рівню підготовки як кадрів плавскладу так і кваліфікації викладачів, шляхом включення до програми підготовки нових навчальних модулів щодо вивчення індивідуальних факторів людського елементу.

Діюча система підготовки моряків в загальних рисах відповідає потребам судноплавної галузі, але поряд з постійним поновленням міжнародних вимог до забезпечення безпеки судноплавства, водночас повинні формуватися і нові вимоги до навчально-тренажерної підготовки рядового і командного складу морських суден, тому повинні змінюватись і підходи до навчання, спектр пропонуваніх навчальних курсів і програм.

Список літератури

1. Истомина О.А. Профессиональная психология моряка. Владивосток: Мор.ГУ им. адмирала Г.И. Невельского, 2006. - 83 с.
2. Caring for Seafarers' Mental Wellbeing. [2017] The American club. [Online source] Available at: https://www.american-club.com/files/files/seafarers_mental_wellbeing_russian.pdf.
3. Мельник О.М., Бичковський Ю.В. (2021) Сучасна методика оцінки рівню безпеки судна та

шляхи його підвищення. Розвиток транспорту № 2 (9).

4. Мельник О.М., Бичковський Ю.В. (2021) Оцінка ризиків як елемент забезпечення безпеки руху судна. Міжнародна науково-практична конференція «Наука, освіта, суспільство в умовах глобалізації», 6 липня 2021 р.; тези доп. – С. 44-47.

5. Власні авторські дослідження, виконані автором публікації протягом 2017-2020 років серед екіпажів суден з українськими моряками.

6. Dik Gragory & Paul Shanahan (2010) The Human Element, A guide to human behaviour in the shipping industry.

7. Quick, J. C., Quick, J. D., Nelson, D. L., & Hurrell, J. J. (1997), Preventative stress management in organizations. Washington, DC: American Psychological Association.

8. Dr. Martinez de Oses F. Xavier, Ventikos Nikolaos P. (2003) "A critical assessment of human element regarding maritime safety: issues of planning, policy and practice". <https://pdfs.semanticscholar.org/57ee/74a3fdf168e1273ec891e0c47b90f13cbb02.pdf>

9. Harvey Catherine, Stanton Neville, Zheng Pengjun (2013) "Safety at sea: human factors aboard ship". Transportation research group, faculty of engineering and environment, University of Southampton

10. O.O. Oluseye 1, O.O. Ogunseye 2 "Human Factors as Determinants of Marine Accidents in Maritime Companies in Nigeria". Published 2016. Business Journal of maritime research.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ БОЙОВОЇ ЧАСТИНИ ГРАНАТИ РПГ ІЗ ЗАХИСНИМ ПРОТИКУМУЛЯТИВНИМ ЕКРАНОМ

Бісик С.П.

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, докторант, канд. техн. наук, с.н.с.

Миронов Я.А.

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, старший науковий співробітник

Давидовський Л.С.

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, старший науковий співробітник, канд.техн.наук

Сливінський О.А.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», доцент кафедри, канд.техн.наук, доцент

INVESTIGATION OF THE RPG GRENADE WARHEAD INTERACTION WITH THE SLAT ARMOR

Bisyk S.

Central Research Institute of Weapons and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, doctoral student, candidate of technical sciences, senior research associate

Myronov Y.

Central Research Institute of Weapons and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, senior research

Davydovskyy L.

Central Research Institute of Weapons and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, senior research, candidate of technical sciences

Slyvinskyy O.

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Docent of Department, candidate of technical sciences, Docent

DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-34-40](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-34-40)

Анотація

В роботі представлені результати дослідження взаємодії гранати реактивного протитанкового гранатомета із конструкцією захисного протикумулятивного екрану бойових броньованих машин. Розглянуто два варіанти виконання конструкції захисного протикумулятивного екрану – зі сталі Ст3сп та 30ХГСА. На основі отриманих результатів встановлено особливості взаємодії гранати із конструкцією захисного протикумулятивного екрану, що дозволяє сформулювати рекомендації до її вдосконалення.

Abstract

The paper presents the results of the study of the interaction of a grenade of an anti-tank grenade launcher with the construction of a protective anti-accumulation screen of combat armored vehicles. Two variants of the design of the protective anti-accumulation screen are considered - from steel St3sp and 30HGSA. Based on the obtained results, the peculiarities of the interaction of the grenade with the design of the protective anti-accumulation screen are established, which allows to form recommendations for its improvement.

Ключові слова: граната РПГ, захисний протикумулятивний екран, броньовані машини.

Keywords: RPG grenade, protective screen, armored vehicles.

Вступ. Проведення Операції об'єднаних сил (ООС) відкрило невідповідність існуючого рівня захисту бойових броньованих машин (ББМ) сучасним загрозам. Це спричинило втрати ББМ та особового складу внаслідок бойових пошкоджень різною номенклатурою засобів ураження. За даними роботи [1] основна частина ББМ знищена внаслідок масованих артилерійських обстрілів, що велись, в тому числі, й з території Російської Федерації.

Щоб об'єктивно визначити основні загрози для ББМ в ході ООС, доцільно не враховувати втрати від артобстрілів так як захист від них забезпечується інженерною підготовкою та тактичними діями.

За даними роботи [1] основними засобами ураження ББМ при проведенні ООС є дві протилежні, як по технічному рівню, так і по способу застосування, групи засобів ураження: перша – міни та саморобні вибухові пристрої і друга - РПГ, ПТРК, СПГ. Тому, саме ці засоби є найбільш небезпечними для ББМ, що є характерним і для інших локальних конфліктів. Підтвердженням цього є результати експертного опитування учасників ООС, за результатами якого встановлено, що захист від РПГ посідає важливу місце в перспективах підвищення їх захищеності [2].

Одним із напрямів підвищення захищеності ББМ від реактивних протитанкових гранат та гранат реактивних протитанкових гранатометів (далі – РПГ) є застосування в їх конструкції захисних протикумулятивних екранів (ЗПКЕ). Однак, вагомою характеристикою, що визначає ефективність роботи ЗПКЕ є жорсткість його чарунки, що забезпечить надійне руйнування бойової частини (БЧ) гранати РПГ. В протилежному випадку, при недостатній жорсткості чарунки ЗПКЕ, руйнування (деформація) гранати не забезпечить замикання струмопровідного контуру підривача, та як наслідок призведе до підриву БЧ на конструкції ББМ.

Наведені в роботах [3-5] стохастичні математичні моделі оцінки ефективності ЗПКЕ ґрунтуються на визначенні імовірності підриву бойової частини (БЧ) гранати РПГ або її руйнування та дозволяють провести оцінку впливу окремих геометричних параметрів ЗПКЕ на цю імовірність. Однак визначення жорсткісних характеристик чарунки ЗПКЕ в цих роботах відсутні.

В роботі [6] за допомогою програмного комплексу LS-DYNA визначений вплив форми перерізу пруткових робочих елементів ЗПКЕ на ефективність руйнування БЧ гранати РПГ. Показано, що прутки квадратного перерізу мають певні переваги над круглими прутками.

В [7] за аналогічною методикою досліджена руйнівна дія по кумулятивній гранаті робочих елементів ЗПКЕ, які мали форму кутників. Встановлено, що варіант, який передбачає розташування робочих елементів кутом вперед забезпечує більш ефективне руйнування БЧ кумулятивної гранати.

Авторами [8] за результатами скінченно-елементного моделювання оптимізовані геометричні параметри сітчастих ЗПКЕ типу SidePRO-LASSO та Q-Net для різних кутів зустрічі гранати ПГ-7ВМ з площиною екранів. Відмічена незначно більша (приблизно на 2%) розрахункова ефективність екранів типу Q-Net у порівнянні з екранами SidePRO-LASSO.

У роботі [9] проведена порівняльна розрахункова оцінка ефективності сітчастого ЗПКЕ типу SidePRO-LASSO та решітчастого ЗПКЕ. За результатами порівняльного аналізу оптимізовані геометричні розміри решітчастого ЗПКЕ. Встановлено, що в межах значень кута відхилення траєкторії польоту гранати від горизонталі $0...30^\circ$ та для всіх значень курсового кута зустрічі гранати з площиною екрану, ЗПКЕ решітчастого типу матимуть більші розміри комірки (більший крок між робочими елементами), ніж екрани сітчастого типу. Перевага сітчастих ЗПКЕ стає більш суттєвою лише при більших кутах відхилення траєкторії польоту гранати від горизонталі, які матимуть місце в умовах міського бою.

Всі ці роботи [3-9] ґрунтуються на імовірнісних математичних моделях. В деяких з них [6-7] чисельне моделювання застосовується для перевірки прийнятого на основі імовірнісної моделі рішення. Крім того, в цих дослідженнях відсутнє врахування зварного з'єднання при чисельному моделюванні. Однак, вагомою характеристикою, що визначає ефективність роботи ЗПКЕ є жорсткість його чарунки, що забезпечить надійне руйнування БЧ гранати РПГ. В протилежному випадку, при недостатній жорсткості чарунки ЗПКЕ, руйнування (деформація) гранати не забезпечить замикання

струмопровідного контуру підривача, та як наслідок призведе до підриву БЧ на конструкції ББМ.

Метою роботи є дослідження жорсткості чарунки ЗПКЕ із врахуванням зварних з'єднань.

Матеріали та методи.

Використання методів чисельного моделювання для задач високошвидкісного нелінійного деформування матеріалів дозволяє уникнути недоліків натурних випробувань і є одним з найбільш ефективних способів оцінки міцності, прогнозування стійкості й оптимізації конструкцій при ударних навантаженнях.

Саме тому, враховуючи сучасні можливості комп'ютерної техніки, все частіше вдаються до проведення чисельних експериментів, в тому числі при дослідженні динамічних процесів [10,11].

Зазвичай спочатку експериментально визначають параметри моделі поведінки матеріалу і на основі цих даних проводять чисельне моделювання, результати якого мають не тільки якісне, а й кількісне співпадіння з експериментальними даними. Детально послідовність створення та оцінки чисельної моделі наведена в роботах авторів [12-36], та застосовувалась й при проведенні цього дослідження.

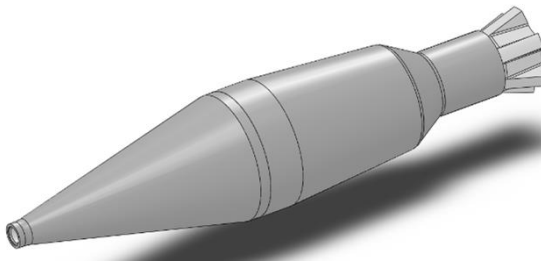
Проведене числове моделювання взаємодії гранти РПГ із ЗПКЕ з використанням твердотільних скінченних елементів та урахуванням особливостей матеріалу та конструкції гранати РПГ.

Чисельне моделювання проводили з використанням моделі матеріалу Джонсона-Кука [37-38] і Купера-Саймондса [39] для деталей гранати РПГ, що не мають значного вкладу в результати взаємодії із конструкцією ЗПКЕ. Ці моделі є одними з загальноживаних для чисельних розрахунків динамічних процесів в металевих матеріалах.

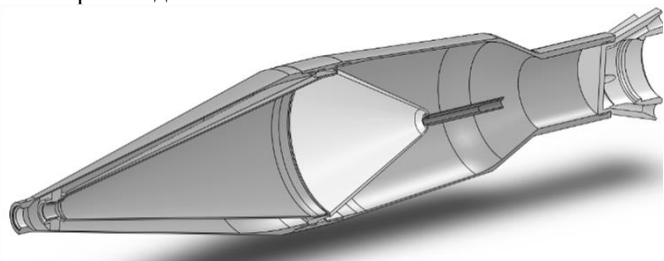
Модель Джонсона-Кука описується рівняннями:

$$\sigma_y = (A + B\bar{\epsilon}^{p_n}) \cdot (1 + c \ln \dot{\epsilon}^*) \cdot (1 - T^{*m}),$$

де A, B, C, n і m – константи матеріалу; $\bar{\epsilon}^p$ – ефективна пластична деформація; $\dot{\epsilon}^* = \bar{\epsilon}^p / \dot{\epsilon}_0$ швидкість ефективної пластичної деформації для $\dot{\epsilon}_0 = 1s^{-1}$; $T^* = (T - T_{room}) / (T_{melt} - T_{room})$ – гомологічна температура.



а



б

Рисунок 1. Геометрична модель гранати ПГ-7ВЛ

На основі геометричних моделей розроблені скінченно-елементні моделі гранати РПГ та секції ЗПКЕ. Порівняння характеру руйнівної дії робочих елементів ЗПКЕ зі сталі Ст3сп та 30ХГСА проводилось для умов чисельного моделювання зустрічі гранати з площиною екрану в центрі чарунки під прямим кутом. Швидкість гранати РПГ при зустрічі

Деформація при руйнуванні задається залежністю:

$$\epsilon^f = [D_1 + D_2 \exp D_3 \sigma^*] \cdot [1 + D_4 \ln \dot{\epsilon}^*] \cdot [1 - T^*],$$

де $\sigma^* = p / \sigma_{eff}$ – співвідношення тиску до ефективних напружень.

Руйнування відбувається за умови, якщо параметр руйнування $D = \sum \bar{\epsilon}^p / \epsilon^f$ досягає значення 1.

При використанні об'ємних елементів застосовувалося рівняння стану Мі-Грюнаїзена:

$$p = \left[\frac{\rho_0 \cdot C^2 \cdot \mu [1 + (1 - \gamma_0 / 2) \mu - a / 2 \mu^2]}{1 - (S_1 - 1) \mu - S_2 \frac{\mu^2}{\mu + 1} - S_3 \frac{\mu^3}{(\mu + 1)^2}} \right] + (\gamma_0 + a \mu) E,$$

де C – кутовий коефіцієнт кривої $V_s - V_p$; S_1, S_2, S_3 – коефіцієнти нахилу кривої $V_s - V_p$; γ_0 – постійна Грюнаїзена; a – корекція об'єму першого порядку γ_0 ; $\mu = \rho / \rho_0 - 1$.

Модель Купера-Саймондса описується наступними рівняннями:

$$\sigma_T = \left[1 + \left(\frac{\dot{\epsilon}}{C} \right)^{1/p} \right] (\sigma_0 + \beta E_p \epsilon_{eff}^p);$$

$$E_p = E_{ig} E / (E - E_{ig});$$

$$\epsilon_{eff}^p = \int_0^t \left(\frac{2}{3} \dot{\epsilon}_{ij}^p \right)^{1/2} dt,$$

де p і C – параметри швидкості деформацій; $\dot{\epsilon}$ – швидкість деформацій; σ_0, σ_T – статична та динамічна границя плинності; E – модуль пружності; E_{ig} – модуль зміцнення.

Швидкість пластичних деформацій визначається як різниця між швидкостями повних і пружних деформацій $\dot{\epsilon}_{ij}^p = \dot{\epsilon}_{ij} - \dot{\epsilon}_{ij}^e$.

При цих дослідженнях побудована тривимірна геометрична модель гранти РПГ – ПГ-7ВЛ (рис. 1) та тривимірна об'ємна модель ЗПКЕ. Для чарунки, що взаємодіятиме з гранатою, спрощено задане зварне з'єднання з катетом шва 4 мм.

із ЗПКЕ при чисельному моделюванні дорівнювала 200 м/с.

Результати та їх обговорення. На рис. 2 представлено результати чисельного моделювання взаємодії гранати ПГ-7ВЛ з захисним екраном зі сталі Ст3сп та 30ХГСА.

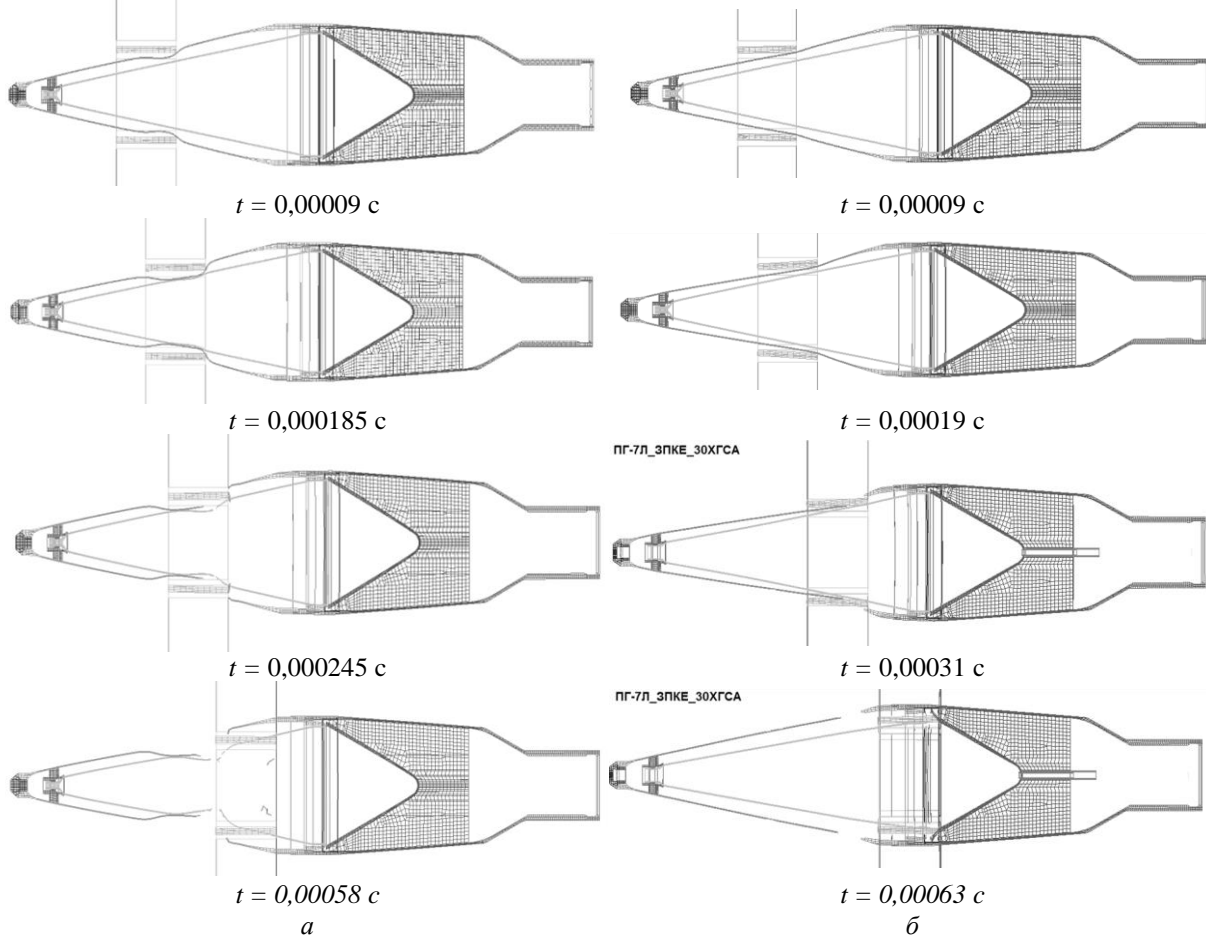


Рисунок 2. Процес взаємодії гранати ПГ-7ВЛ із ЗПКЕ зі сталі Ст3пс (а) та сталі 30ХГСА (б)

Отримані значення зміни швидкості БЧ гранати при взаємодії із ЗПКЕ та переміщення контрольних точок на чарунці наведенні на рис. 3 та рис. 4. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** відповідно. З отриманих результатів видно, що зміна швидкості гранати при взаємодії із ЗПКЕ зі сталі Ст3пс відбувається рівномірно. При цьому внаслідок пластичної деформації чарунки ЗПКЕ відбувається два періоди різкішого зниження швидкості.

При взаємодії гранати із ЗПКЕ зі сталі 30ХГСА на першому періоді відбувається рівномірне зниження швидкості після чого швидкість зростає. Пояснюється це пружною деформацією чарунки ЗПКЕ та наявністю ефекту «більярду», внаслідок чого пластини чарунки різкіше переміщуються вертикально та не деформують струмопровідний конус гранати, про що свідчить характер переміщень в контрольних точках чарунок ЗПКЕ (рис. 4).

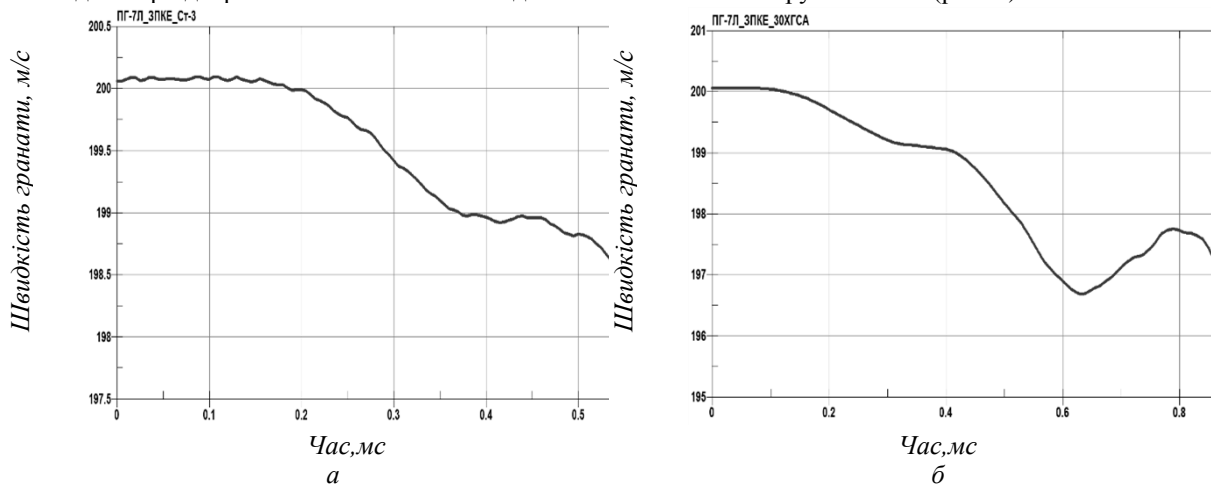


Рисунок 3. Падіння швидкості гранати при її взаємодії із ЗПКЕ зі сталі Ст3пс (а) та сталі 30ХГСА (б)

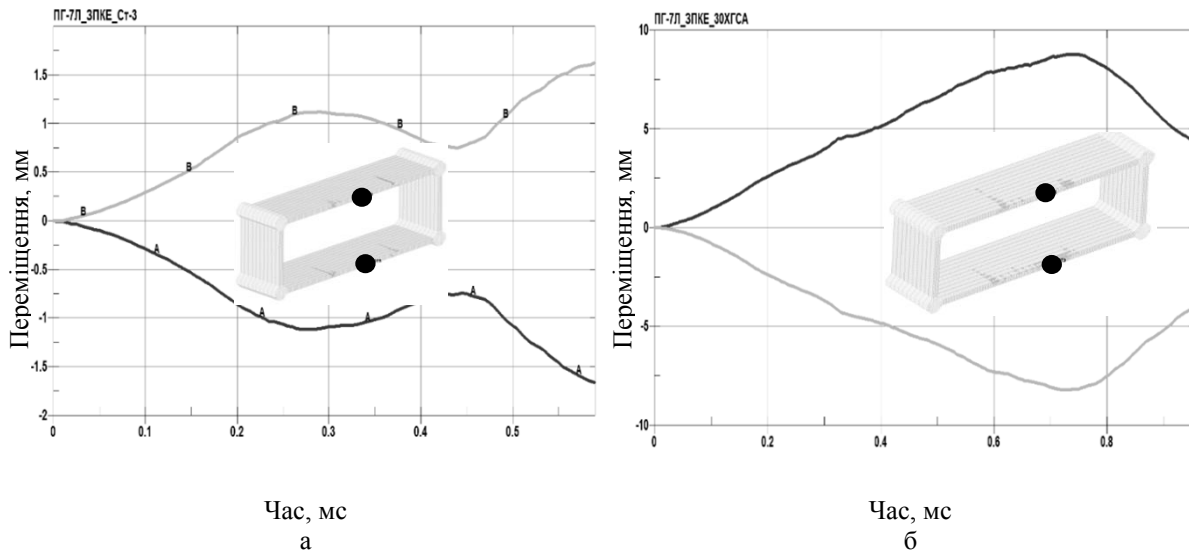


Рисунок 4. Графік переміщення контрольних точок чарунки зі сталі СтЗсп (а) та сталі 30ХГСА (б) під час взаємодії з гранатою ПГ-7ВЛ

З результатів чисельного моделювання можна бачити, що у разі виготовлення ЗПКЕ з високоміцної сталі 30ХГСА не забезпечується гарантованого замикання струмопровідного контуру гранати. В той час як обтічник гранати зазнає пластичної деформації та частково руйнується, струмопровідний конус залишається неушкодженим. Лише кумулятивна воронка зазнає незначних пошкоджень на кінцевій стадії проходження гранати крізь комірку екрану. Вочевидь це пов'язане з високою границею плинності матеріалу, внаслідок чого відбувається переважно пружна деформація чарунки від взаємодії з гранатою.

У випадку виготовлення ЗПКЕ з низьковуглецевої сталі СтЗсп кінетичної енергії гранати виявляється достатньо для пластичної деформації пластини чарунки, швидке зминання якої підсилює руйнування частин гранати та замикання її струмопровідного контуру.

Висновки. 1. Проведені параметричні дослідження взаємодії гранати РПГ із чарункою ЗПКЕ. На першому етапі жорсткість чарунки визначалась шляхом чисельного моделювання дії сили на сегменти чарунки. При проведенні параметричних досліджень варіювалось значення товщини пластини чарунки ЗПКЕ. З отриманих результатів можна зробити висновок, що збільшення товщини пластини з 4 мм до 5 мм призводить до значного зростання жорсткості, при цьому різниці для матеріалу ЗПКЕ зі сталі СтЗсп та сталі 30ХГСА встановлено не було.

2. При проведенні другого етапу чисельного моделювання взаємодії гранати РПГ із ЗПКЕ застосовано модель ЗПКЕ із об'ємних восьми вузлових елементів. За результатами досліджень встановлено характер взаємодії гранати РПГ із ЗПКЕ з різних сталей. Встановлено, що ЗПКЕ виготовлений зі сталі 30ХГСА має гірші показники руйнування гранати РПГ порівняно із ЗПКЕ зі сталі СтЗсп.

3. Розроблена чисельна модель гранати РПГ може бути застосована для оцінки захисних протикумулятивних екранів різного типу та конструкції, що і є напрямом подальших досліджень.

Список літератури

1. Давидовський Л.С., Бісик С.П. Визначення напрямів підвищення захищеності бойових броньованих машин на основі аналізу бойових уражень / ЦНДІ ОВТ ЗСУ / ЦНДІ ОВТ ЗС України. Вип. 1 (68). К. : ЦНДІ ОВТ ЗС України, 2018. С. 45–54.
2. Арістархов О.М., Бісик С.П., Слюсар В.І. Оцінка вагомості показників бронетранспортера за даними опитування з використанням методу попарного порівняння // Озброєння та військова техніка: шокв. наук.-техн. журн. / ЦНДІ ОВТ ЗСУ. 2019. №2 (22). С. 42-49. DOI: [https://doi.org/1034169/2414-0651.2019.2\(22\).42-49](https://doi.org/1034169/2414-0651.2019.2(22).42-49)
3. Друцкий А. Н. Эффективность решетчатых противоккумулятивных экранов // Вестник бронетанковой техники. – 1988. – №5. – С. 28-29.
4. Васьковский М. И. Математическая модель оценки противоккумулятивных решетчатых экранов для легкобронированных машин // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2005. – №1 – С. 28-33.
5. Бісик С.П., Миронов Я.А., Васьківський М.І., Сливінський О.А. Математична модель оцінки захисного протикумулятивного екрану бойових броньованих машин // Збірник наукових праць ЦНДІ ОВТ ЗС України. Київ, 2021. №2 (81). С. 112-121.
6. Niezgoda T., Panowicz R., Sybilski K., Barnat W. Numerical analysis of missile impact being shot by rocket propelled grenades with rod armour // Computational Methods and Experimental Measurements XV. – 2011. – p. 625-633.
7. Sybilski K., Panowicz R., Niezgoda T., Barnat W. Numerical analysis of missile impact with accumulation head into rod armour made from try squares // IX Forum Inzynierskie ProCAx / Sosnowiec/Siewierz. – 2010. – p. 1-11.
8. Zochowski P., Podgorzak P. Numerical analysis of effectiveness for vehicle net system protecting against shaped charge projectiles // Issues of armament technology. – 2016. – Vol. 139 No 3. – p. 23-37.

9. Szudrowicz M. Analysis of bar and net screens structure protecting vehicles against anti-tank grenades fired from RPG-7 // *Journal of KONES Powertrain and Transport*. – 2011. – Vol. 18, No. 1. – p. 639-644.
10. Ткачук Н.А. Компьютерный программно-аппаратный комплекс для анализа и синтеза моделей элементов объектов бронетанковой техники / Н.А. Ткачук, В.Ф. Климов, А. В. Хлань, А.И. Шейко, А. Н. Малакей, В.И. Кохановский, А.В. Грабовский, А.Ю. Танченко, А.Ю. Васильев, М.А. Бондаренко, А.А. Зарубина, А. В. Набоков // *Вісник НТУ "Харківський Політехнічний Інститут"*: Серія: Машинознавство та САПР. Харків: НТУ "ХПІ", 2017 - №12 (1234). С. 96-109.
11. Бондаренко, М. О. Розрахунково-експериментальна верифікація динамічної моделі макета корпусу бронетранспортера / М.О. Бондаренко, Є. В. Пелешко, А. Ю. Васильєв, А. В. Грабовський, Р. В. Граборов, Ю. В. Веретельник, В. В. Посохов // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2017. – №32 (1254). – С. 5-13. – doi:10.20998/2413-4295.2017.32.01
12. Бісик С.П. Числове вирішення задачі ударно-хвильового навантаження пластини / С.П. Бісик, В.А. Голуб, В.Г. Корбач // *Військово-технічний збірник / Академія Сухопутних військ*. №2(5). – Львів: АСВ, 2011. – С. 3-6.
13. Бісик С.П. Дослідження вибухового навантаження V-подібної моделі днища бойової машини / С.П. Бісик, І.Б.Чепков, В.А.Голуб, О.Ю.Ларін // *Зб. наук. праць ЦНДІ ОВТ ЗСУ*. – Вип. 1 (22) – К.: ЦНДІ ОВТ, 2012. – С. 232-240.
14. Бісик С.П. Підхід до оцінки протимінної стійкості корпусів бойових броньованих машин з урахуванням зварних з'єднань // *Наука і техніка Повітряних Сил ЗС України / ХНУПС ім. Кожедуба*. Вип. 3(28). Х. : ХНУПС ім. Кожедуба, 2017. С. 121-127. - DOI: 10.30748/nitps.2017.28.15.
15. Бісик С. П. Дослідження навантаження вибухом макетів днищ бойових машин / С.П. Бісик, К.Б. Круковський-Сіневич, І.Б. Чепков, Л.О. Волгін, В.А. Голуб, О.Ю. Ларін // *Механіка та машинобудування // Науково-технічний журнал*. – Харків: НТУ «ХПІ», 2012-№2. – С. 110-118.
16. Бісик С.П. Дослідження конструкції захисного протимінного екрана / Бісик С.П. // *Військово-технічний збірник*. – №12/2015. – Львів: АСВ, 2015. – С. 110-117.
17. Бісик С.П. Теоретична оцінка протимінної стійкості багатоцільового тактичного автомобіля «Козак-2»/ Бісик С.П., Чепков І.Б., Васьківський М.І., Давидовський Л.С., Корбач В.Г., Висоцький О.М., Захаревич Д.М. // *Озброєння та військова техніка : щокв. наук.-техн. журн. / ЦНДІ ОВТ ЗСУ*. 2016. №1 (9). С. 26-31.
18. Бісик С.П. Методика дослідження ефективності енергопоглинаючого елемента / С.П. Бісик, Л.С. Давидовський, В.Г. Корбач // *Технологические системы – 2016. – №4(77). – С. 103-112.*
19. Давидовський Л.С. Дослідження енергопоглинаючого елемента протимінного сидіння бойової броньованої машини / Давидовський Л.С., Бісик С.П., Корбач В.Г. // *Озброєння та військова техніка: щокв. наук.-техн. журн. / ЦНДІ ОВТ ЗСУ*. 2017. №1 (13). С. 24-33.
20. Бісик С.П. Аналіз пріоритетних напрямів вдосконалення протимінного захисту бойових броньованих машин // *Зб. наук. праць ЦНДІ ОВТ ЗСУ*. – Вип. 19(41). – К.: ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2011. – С. 77-81.
21. Бісик С. П. Оцінка впливу способу кріплення протимінного екрана на протимінну стійкість бойових броньованих машин / С.П. Бісик, І.Б. Чепков, В.А. Голуб, В.Г. Корбач // *Системи озброєння і військова техніка. Щоквартальний науковий журнал*. – Х.: ХУПС ім. Івана Кожедуба, 2013-№1(33). – С. 8-12.
22. Бісик С.П. Критерії травмування організму людини при ударному та вибуховому навантаженні / С.П. Бісик, Л.С. Давидовський, В.Р. Схабицький // *Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал*. – Х.: ХУПС ім. Івана Кожедуба, 2015 - №1(41). – С. 153-159.
23. Бісик С.П. Оцінка протимінної стійкості легкої бойової колісної машини / С.П. Бісик, О.М. Купріненко, В.Г. Корбач // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Збірник наукових праць. Серія: Машинознавство та САПР. –Х.: НТУ «ХПІ». – 2015-№ 31 (1140). – С. 11-20.
24. Бісик С.П. Аналіз механогенезу травмування екіпажу бойових броньованих машин при підриві на мінно-вибухових пристроях / С.П. Бісик, Л.С. Давидовський // *Військово-технічний збірник*. – №13/2015. – Львів: АСВ, 2015. – С. 34-40.
25. Бісик С.П. Аналіз протитанкових мін Російської Федерації методами кластерного аналізу // *Озброєння та військова техніка : щокв. наук.-техн. журн. / ЦНДІ ОВТ ЗСУ*. 2018. №2 (18). С. 15-22. DOI: [https://doi.org/10.34169/2414-0651.2018.2\(18\).15-22](https://doi.org/10.34169/2414-0651.2018.2(18).15-22)
26. Бісик С.П. Дослідження поведінки та характеру руйнування зварних з'єднань зі сталі НВ 500Mod при навантаженні вибухом / С.П. Бісик, О.А. Сливінський, Л.С. Давидовський // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – 2018. – № 3(32). – С. 102-112. DOI: <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.32.14>.
27. С.П. Бісик, І.Б. Чепков, М.І. Васьківський, В.Г. Корбач, О.А. Сливінський, Л.С. Давидовський, О.М. Арістархов. Порівняння методів моделювання дії вибуху на захисні конструкції // *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Транспортне машинобудування. Харків: НТУ «ХПІ», 2018. № 29 (1305). С. 15-24. URI: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/39199>
28. Methods for modelling Air blast on structures in LS-DYNA. Comparison and analysis / S.P. Bisyk, I.B. Chepkov, M.I. Vaskivskyu, L.S. Davydovskiy, O.A. Slyvinskyu, O.M. Aristarkhov // *Weapons and Military Equipment: Scientific Journal*. – 2019. – № 1(21)/2019. – С. 22-31. DOI: [https://doi.org/10.34169/2414-0651.2019.1\(21\).22-31](https://doi.org/10.34169/2414-0651.2019.1(21).22-31)
29. Визначення ударної в'язкості сталі Weldox 460-E за допомогою чисельного моделювання /

- С.П. Бісик, А.В. Широков, О.А. Сливінський, О.М. Арістархов // Вісник НТУ «ХП». Серія: Машинознавство та САПР. Харків: НТУ «ХП», 2019. № 7 (1332) 2019. С. 13-17. DOI: 10.20998/2079-0775.2019.7.03
30. Slyvinsky O. A., Y. Chvertko, Bisyk S. P. Effect of welding heat input on heat-affected zone softening in quenched and tempered armor steels // High Temperature Material Processes / Begell House. 2019. №23(3). P. 239–253. DOI: 10.1615/HighTempMatProc.2019031690
31. Slyvinsky O. A., Bisyk S. P., Tonkushina K. D. Analysis of phase transformations in heat-affected welding zone of alloyed high-strength steels // Технологические системы. Київ: ООО «Компания «Индустриальные технологии». 2019. №1(86)/2019.С.50-59. DOI: <http://dx.doi.org/10.29010/086.7>
32. Davydov's'kyi, L.S., Bisyk, S.P., Chepkov, I.B. et al. Alternatives of Energy Absorption Element Design Parameters for an Armored Combat Vehicle Seat Under Explosive Loading. Strength Materials (2019), №6. <https://doi.org/10.1007/s11223-020-00140-7>
33. Bisyk S., Davydovskiy L., Hutov I., Slyvinsky O., Aristarkhov O., Lilov I. Comparison of Numerical Methods for Modeling the Effect of Explosion on Protective Structures. Trans & Motauto World. 2019. Vol. IV, No.1/2019 P. 20-23
34. Bisyk, S.P., Korbach, V.G., Davydovskiy, L.S. et al. Assessment of the Armor Plate Response to the Blast Action of Differently-Shaped Charges in Air and in a Metallic Container. Strength Mater **52**, 900–907 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11223-021-00243-9>
35. Бісик С.П., Давидовський Л.С., Телєпа М.В., Нагорський О.Г., Бісик С.В., Новосад А.А. Огляд математичних моделей оцінки параметрів ударної хвилі вибуху зарядів вибухової речовини // Озброєння та військова техніка : щокв. наук.-техн. журн. / ЦНДІ ОВТ ЗСУ. 2021. №1 (29). С. 77-84. DOI: [https://doi.org/10.34169/2414-0651.2021.1\(29\).77-84](https://doi.org/10.34169/2414-0651.2021.1(29).77-84)
36. Бісик С. П., Корбач В.Г., Давидовський Л.С., Нагорський О.Г., Арістархов О. М., Котляренко А.А. Оцінка реакції броньової пластини до дії вибуху зарядів різної форми та при розміщенні їх у металевому контейнері. Проблеми міцності. Київ, 2020. № 6. С. 91–99. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11223-020-00140-7>.
37. Бісик С.П., Чернозубенко О.В., Схабицький В.Р., Сливінський О.А., Ханюков В.А. Числове моделювання пробиття гомогенної перешкоди ударниками з різною формою головної частини // Озброєння та військова техніка. – 2017. №2 (14). – С. 17-22.
38. Бісик С.П., Чернозубенко О.В., Сливінський О.А., Схабицький В.Р., Корбач В.Г. Порівняння ефективності підходів до числового моделювання пробиття ударником гомогенної перешкоди // Озброєння та військова техніка. – 2017. – №3 (15). – С. 8-15.
39. Škrlec A. Estimating the Strain-Rate-Dependent Parameters of the Cowper-Symonds and Johnson-Cook Material Models using Taguchi Arrays // Journal of Mechanical Engineering. – 2016. – 62 (4). – P. 220-230.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ СИЛОВЫХ ТИРИСТОРОВ ТАБЛЕТОЧНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Кириллов И.В.

АО «УАПО», инженер-конструктор

Апальков Р.Г.

АО «УАПО», инженер-схемотехник

Рахманов И.

НИУ МЭИ, студент

Попиль С.В.

НИУ МЭИ, студент

COMPARATIVE ANALYSIS OF COOLING SYSTEMS FOR TABLET POWER THYRISTORS

Kirillov I.

JSC "UAPO", design engineer

Apalkov R.

JSC "UAPO", circuit engineer

Rakhmanov I.

NRU MPEI, student

Popil S.

NRU MPEI, student

DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-40-44](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-40-44)

Аннотация

Настоящая работа посвящена разработке концепции канальной жидкостной системы охлаждения силовых тиристоров и диодов таблеточной конструкции. Гипотеза настоящего исследования сводится к утверждению о том, что канальные жидкостные системы охлаждения являются наиболее оптимальным

вариантом с точки зрения эффективности, технологичности, а также экономической точки зрения. Методом настоящего исследования выступает итерационное моделирование, моделирование с проведением множества итераций расчётов с целью получения оптимума результатов модели.

Abstract

This work is devoted to the development of the concept of a channel liquid cooling system for power thyristors and diodes of a tablet design. The hypothesis of this study boils down to the statement that channel liquid cooling systems are the most optimal option in terms of efficiency, manufacturability, and economic point of view. The method of this study is iterative modeling, modeling with a set of iterations of calculations in order to obtain the optimal results of the model.

Ключевые слова: Comsol Multiphysics, концепция канальной системы охлаждения, силовые тиристоры, отвод теплоты от электронных приборов.

Keywords: Comsol Multiphysics, the concept of a duct cooling system, power thyristors, heat removal from electronic devices.

В настоящем исследовании представлена концепция канального жидкостного охлаждения. В качестве источников тепла, которые необходимо охлаждать и поддерживать в определённом диапазоне температур, выступают силовые тиристоры с рабочим напряжением до 1200 Вольт (SKT 1200) [1].

Поскольку охлаждение силовых тиристоров как таковых лишено всякого смысла, в настоящей

работе рассмотрена сборка из шести вышеупомянутых тиристоров.

Предлагаемая в данной работе концепция системы охлаждения основывается на применении такого конструктивного элемента, как шина-охладитель. На рисунке 1 и на рисунке 2 продемонстрированы экземпляр такой детали концепта системы охлаждения.

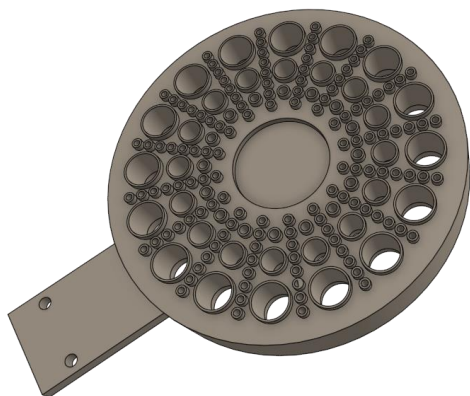


Рисунок 1 Шина-охладитель

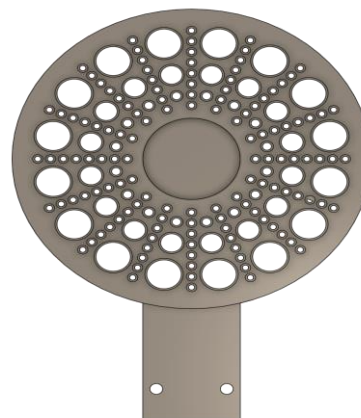


Рисунок 2 Шина-охладитель, вид сверху

шина-охладитель снабжена множеством отверстий. Толщина этой шины, вкуче с остальными шинами в сборке системы охлаждения и изоляционными прокладками между ними и задают охлаждающие каналы, по которым течёт дистиллированная вода. Нетрудно видеть, что от диска шины отходит пластина. В сущности своей, эта пластина

и является шиной в электротехническом смысле этого слова. Сам же диск также проводит электрический ток, но он ещё и выполняет роль радиатора.

На рисунке 3 и на рисунке 4 продемонстрирована изоляционная прокладка концепта системы охлаждения.



Рисунок 3 Изоляционная прокладка концепта системы охлаждения

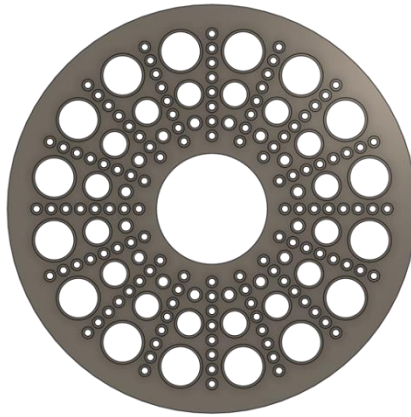


Рисунок 4 Изоляционная прокладка концепта системы охлаждения, вид сверху

Поскольку, в настоящей работе идёт речь об охлаждении полупроводниковой сборки, - каждый силовой электронный прибор должен быть электрически изолирован от остальных таких же приборов, потому как в противном случае возникает короткое замыкание этих приборов друг на друга. Именно по этой причине в конструкции концепта

системы охлаждения в рамках данной работы была внедрена изоляционная прокладка.

В собранном виде, детали системы охлаждения и сами тиристоры образуют концепт трёхфазного выпрямителя, который имеет жидкостное охлаждение дистиллированной водой. Этот концепт изображён на рисунке 5.

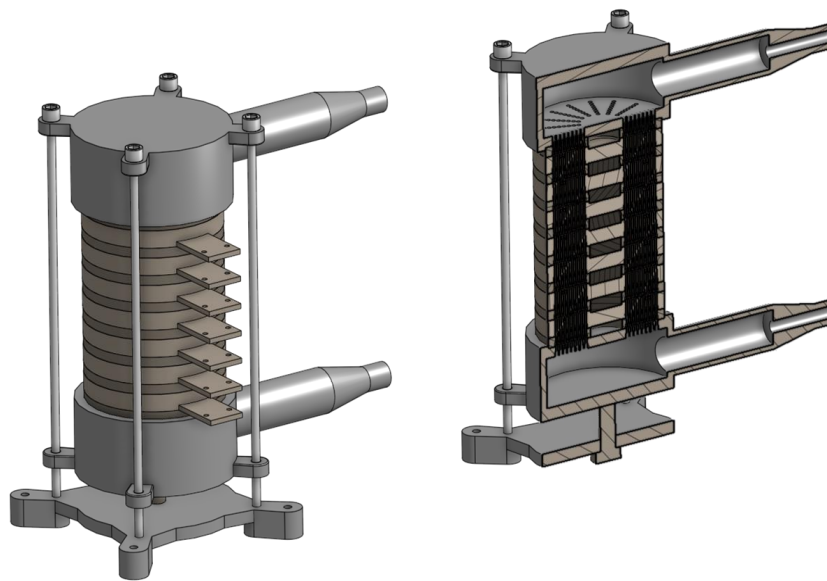


Рисунок 5 Концепт канальной жидкостной системы охлаждения

На рисунке 5 отчётливо видно, что концепт системы охлаждения, изображённый на нём, обладает конструкцией модульного типа. Это означает, что используя настоящую системы охлаждения, существует возможность сборки не только трёхфазного выпрямителя, но и множества других полупроводниковых устройств.

Также, на рисунке 5, в правой его части, изображено сечение концепта системы охлаждения. Это сечение даёт понимание о месте расположения тиристоров, охлаждающих каналов, а также понимание о циркуляции хладагента по контуру охлаждения.

Следует заметить, что контактное нажатие, столь важное для обеспечения малых значений контактных сопротивлений в местах электрических контактов трёхфазного моста, обеспечивается распорочным болтом, который нетрудно видеть в правой части рисунка 5, под нижней трубой контура охлаждения.

Для оценки работоспособности в первом приближении были использованы формулы 1-5. Среди них уравнение Ньютона-Рихмана [2], коэффициент теплоотдачи, Число Нуссельта для турбулентных потоков [3], Число Пекле, а также расход хладагента в канале, соответственно.

$$P_0 = \alpha S(\vartheta_s - \vartheta_0) \quad (1)$$

Где:
 P_0 – Отводимая каналом энергия
 α – коэффициент теплоотдачи канала
 S – площадь поверхности теплоотдачи канала
 (площадь боковой поверхности цилиндра)
 ϑ_s – температура канала
 ϑ_0 – температура среды
 Выражение для расчёта коэффициента теплоотдачи:

$$\alpha = \frac{Nu\lambda}{d} \quad (2)$$

Где:
 Nu – число Нуссельта
 λ – коэффициент теплопроводности хладагента
 d – эквивалентный диаметр

Выражение для расчёта числа Нуссельта:

$$Nu = 1.5 \left(Re \frac{d}{l} \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\mu_{lq}}{\mu_w} \right)^{0.14} \varepsilon \quad (3)$$

Где:
 Re – число Пекле
 d – эквивалентный диаметр
 l – длина канала
 μ_{lq} – коэффициент динамической вязкости хладагента при температуре хладагента

μ_w – коэффициент динамической вязкости хладагента при температуре стенки канала
 ε – коэффициент изменения рассеяния тепла вдоль канала

Число Пекле:

$$Pe = \frac{4G \cdot C_p \cdot l}{\pi d^2 \lambda} \quad (4)$$

Где:
 G – расход хладагента в канале
 C_p – удельная теплоёмкость хладагента
 l – длина канала
 d – эквивалентный диаметр
 λ – коэффициент теплопроводности хладагента

Расход хладагента в канале:

$$G = \rho w \frac{\pi d^2}{4} \quad (5)$$

Где:
 ρ – плотность хладагента
 w – скорость течения хладагента в канале
 После успешной оценки эффективности концепта системы охлаждения, было проведено его моделирование. Результаты моделирования представлены на рисунках 6 и 7.

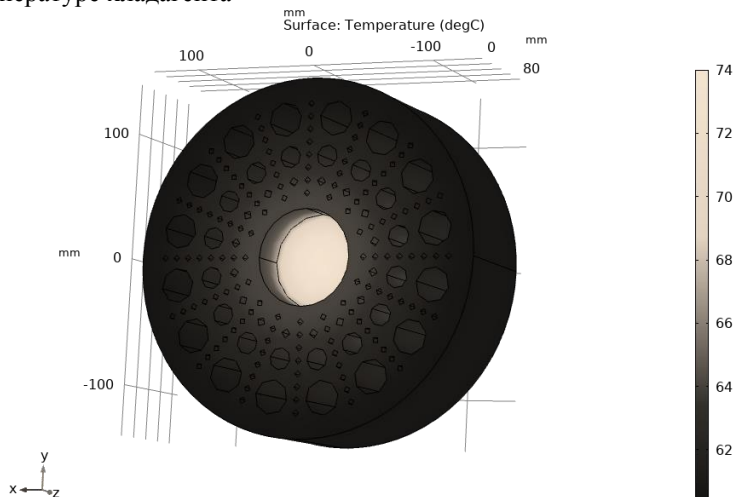


Рисунок 6 Моделирование нагрева одного модуля концепта системы охлаждения

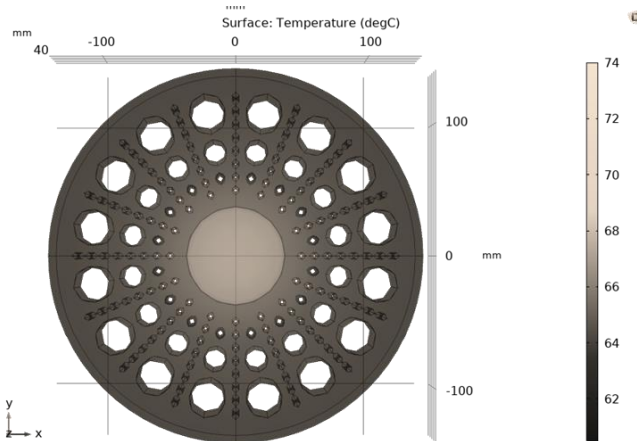


Рисунок 7 Моделирование нагрева одного модуля концепта системы охлаждения, вид сверху

На рисунках 6 и 7 изображена картина температурного распределения по одному из модулей концепта системы охлаждения. Моделирование всей конструкции технически невозможно на специально неподготовленных ЭВМ ввиду недостатка их вычислительной мощности.

Как можно заметить, температура нагрева модуля концепта системы охлаждения не превышает 74 градусов по шкале Цельсия, что удовлетворяет требованиям эксплуатации подобного рода изделий [4].

Список литературы

1. Semikron: сайт производителя на английском языке [электронный ресурс]
2. <https://www.semikron.com/>
3. Курбатов П.А. Электрические аппараты учебник и практикум для академического бакалавриата 2018. 247 с.
4. Сулов В.А. Тепломассообмен: учеб. пособие / СПбГУПТД ВШ ТиЭ. СПб., Часть 1 2016. -98с
5. ГОСТ 8865-93 [электронный ресурс]

THE USE OF AMARANTH FLOUR IN THE PRODUCTION OF NOODLES

Xia Shenshen

*master student of the Faculty of Food Technology
Summy National Agricultural University of Ukraine;*

Melnyk O.

Associate Professor Technology of Nutrition Department Sumy National Agricultural University of Ukraine;

Sereda O.

*Assistant Technology of Nutrition Department Sumy National Agricultural
University of Ukraine*

DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-44-47](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-44-47)

Abstract

Recently, amaranth seeds are called the grain of the 21st century. Amaranth seeds contain a large amount of iron, calcium, magnesium, phosphorus and potassium, which are one of the important elements in the diet of pregnant women and diets in the treatment of diseases of the nervous and musculoskeletal systems.

Amaranth seeds are characterized by a high content of vitamins B and A, E and C, their content is twice as high as in fiber and oat bran. Therefore, amaranth flour is widely used in food production.

We investigated the effect of amaranth flour on the properties of noodles to increase the nutritional value of the product and develop recommendations for their production

Keywords: amaranth powder, drying, cooking, nutritional value, noodles.

Amaranth is classified as a pseudo-cereal grain, meaning it is not technically a grain like wheat or oats, but it has a comparable nutrient profile and can be used in a similar way. Its nutty flavor perfectly complements a variety of dishes: cereals, curries, salads, sweet and savory pastries. This nutritious grain is gluten free and rich in highly digestible protein, fiber, trace minerals and antioxidants. Amaranth flour is rich in calcium, magnesium, iron, carotenoids and fiber. In addition, the content of vitamins A, B, C and E is twice that of oat bran. It also contains high-quality, easily digestible protein, which is twice as large as in wheat or corn. 100 g of amaranth contains 14 g of pure protein, which is 20% of the daily protein intake for an adult.

Plant lectin ACA (*Amaranthus caudatus* agglutinin) is a plant lectin that exists in amaranth seeds and is a storage protein. It was originally recognized as a protein with high nutritional value in South America [1]. The lectin is rich in essential amino acids such as lysine, tryptophan and some other sulfur-containing amino acids. It is a protein with high nutritional value, and compared with the standards of essential amino acids recommended by the World Health Organization for different proteins, The amino acid composition of ACA protein is in line with human requirements for essential amino acids. The experimental results of feeding the purified ACA protein in vitro show that it has a high inhibitory or toxic effect on the tested aphids [2]. It plays

an important role in the specific recognition of tumor cells, tissue identification and tumor treatment.

Amaranth contains 18 kinds of amino acids, including 8 kinds of amino acids that are necessary for the human body, E/E + N = 41,6%, E/N = 0,71, which is close to the E/E + N = 40% proposed by WHO/FAO [3]. The reference protein model whose E/N should be above 0,6. Comparing the essential amino acids in amaranth with the 1973 WHO/FAO essential amino acid scoring model, it can be seen that the sulfur-containing amino acid in amaranth is the first restricted amino acid, threonine is the second restricted amino acid, and the remaining amino acids are closer to the scoring model [4].

Amaranth is rich in calcium that is easily absorbed by the body, which can promote the growth of teeth and bones, and can maintain normal heart activity and prevent muscle spasms (cramps). It is rich in iron, calcium and vitamin K, which can promote blood coagulation, increase the content of hemoglobin and increase oxygen carrying capacity, and promote hematopoiesis and other functions. It is also the protagonist on the table for weight loss. Regular food can help you lose weight, promote detoxification, and prevent constipation [5].

Amaranth processed products are widely used in food production (bread, confectionery, culinary products, food concentrates).

Since noodles are a popular product among the population, because they are well saturated and have

high organoleptic properties, our goal was to study the effects of amaranth flour on the properties of noodles and the technology of its preparation.

The production of noodles has been developed so far, and it has been continuously improved and innovated on the original basis, such as the selection of raw materials, production technology and reaction conditions.

The amaranth noodles developed by this project have no food additives, which is in line with people's preference for green food and has a good taste [6].

Noodles were prepared using a cold kneading method (less than 30 °C), for kneading the dough we use a solid dough, the dough was prepared with a moisture content of 28,0-29,0 %.

Noodles were prepared in the form of a control sample and three types with the replacement of wheat flour with amaranth in the amount of 5,0; 10,0 and 15,0 %.

Kneading the dough is carried out by mixing wheat flour with amaranth flour. The kneading time of the dough is 10-15 minutes. Then leave the dough to ripen and swell the gluten for 15-20 minutes.

Then the dough is sent for molding. Roll out the dough, forming a layer 1-2 mm thick, and adjust the pitch of the roller and the thickness of the noodle strip, cut the dough into strips 4-5 mm wide and 5-6 mm long. After formation, the noodles are dried by medium-temperature and medium-speed drying.

Evaluation of the quality of noodles with the addition of amaranth flour in comparison with the control sample without the addition of amaranth flour was performed by organoleptic evaluation of the quality of finished products, determination of physicochemical and cooking properties of noodles [7].

Determination of organoleptic parameters of finished products is presented on profilograms (Fig. 1-4).

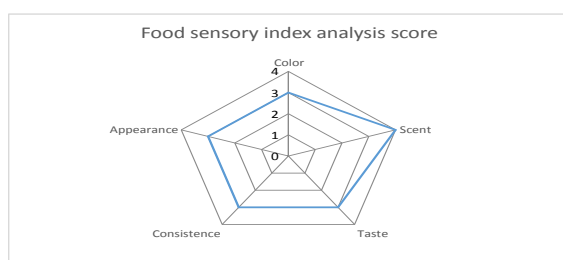


Fig. 1.

Control sample without the addition of amaranth flour

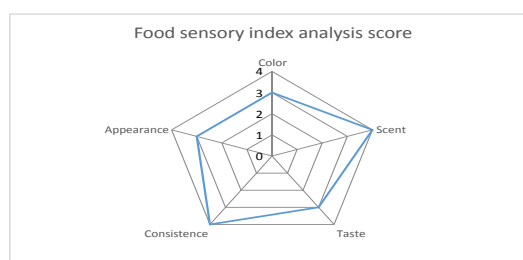


Fig. 2.

Noodles with a replacement of 5% wheat flour

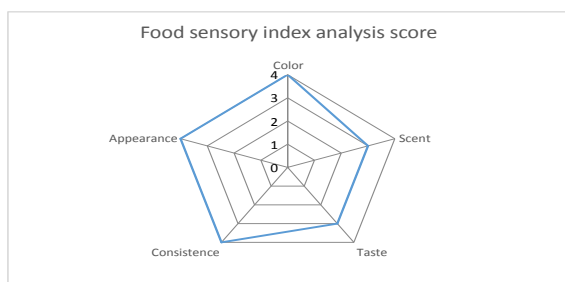


Fig. 3.

Noodles with a replacement of 10% wheat flour

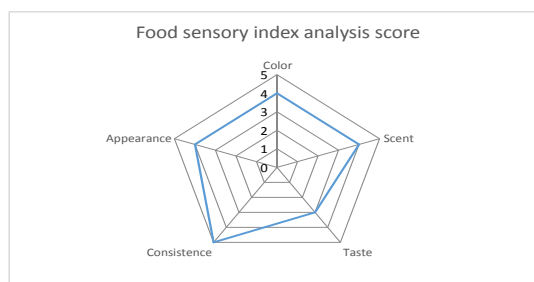


Fig. 4.

Noodles with a replacement of 15% wheat flour

Organoleptic evaluation of finished products with the addition of amaranth flour showed that the best quality indicators have the third sample with the replacement of wheat flour with amaranth in the amount of 10%. The products are easily formed, there is no crunch when chewed, they have a cream color and a pleasant grassy smell. The products have a smooth surface, regular shape, without cracks and damage.

Of the physico-chemical parameters, the maximum mass fraction of moisture is important, which is provided for baby food -12%, and for the rest - 13%, and the acidity of products for all is - 4 degree of acidity, and with the addition of tomato products is - 10 degree of acidity. The results of determining the physicochemical parameters are presented in table 1.

Table 1

Physico-chemical quality indicators of noodles

Sample name	Mass fraction of moisture, %	Acidity of noodles, degree of acidity
Control sample without the addition of amaranth flour	7,0	2,5
Noodles with a replacement of 5% wheat flour	8,0	2,8
Noodles with a replacement of 10% wheat flour	11,0	5,7
Noodles with a replacement of 15% wheat flour	13,0	6,4

Determination of physicochemical parameters indicates that the mass fraction of moisture in the noodles with the addition of amaranth flour is within normal limits, and the acidity of the products increases in proportion to the addition of amaranth flour and does not significantly exceed certain norms. According to international standards, the water content of noodles is 5%-15%, and the acidity of the noodles is less than or equal to 6. In noodles

with amaranth powder content of 10%, the above standards are met. According to the above data, when the content of amaranth powder is 10%, the humidity is 11% and the acidity is 5,2, which meets international standards.

Determination of cooking properties of pasta was carried out by determining the duration of cooking and the amount of absorbed moisture. The results of the studies are presented in table 2.

Table 2

Cooking properties of noodles

Sample name	Duration of cooking of products to readiness, minutes	Weight gain, K
Control sample without the addition of amaranth flour	18,0	1,6
Noodles with a replacement of 5% wheat flour	20,0	1,72
Noodles with a replacement of 10% wheat flour	23,0	1,82
Noodles with a replacement of 15% wheat flour	26,0	2,0

Adding amaranth flour in an amount of 5 to 15% leads to a slight increase in cooking time, increase water absorption capacity. The more amaranth powder, the more time it takes to cook, the higher the water absorption and the larger the volume ratio. The reason is that the higher the content of amaranth powder, the greater the change in the original properties of the noodles.

From the sensory evaluation data, it can be seen that when the content of amaranth powder is 10%, it is the best, because 10% amaranth noodles have the fragrance of amaranth, but also maintain the toughness of the noodles, making the noodles taste better rich.

The nutritional value of noodles with the addition of 10,0% amaranth flour is presented in table 3.

Table 3

Nutritional value and macro-nutrient composition per 100g of amaranth flour noodles

Noodles with a replacement of 10% wheat flour	Moisture content		Fat content		Protein content		Carbohydrates content		
	Grams (g)								
100g	11,0		0,6-0,7		30,5-30,7		56,1-56,8		
Mineral content									
Minerals	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	P	K	Na	Zn
	mg								
100g	233	2,44	5,45	349,8	1,33	404,6	113,6	14,7	4,06
Vitamin content									
Vitamin composition	A	B12	B6	C	D	E	K		
	mg								
100g	0,044	0	0,44	4,33	0	0,96	0,019		

The data can show that noodles with amaranth powder content of 10,0 % are the best. This ratio of amaranth flour noodles has a high overall score. After adding amaranth flour, the flour quality of the mixed dough becomes worse, the formation time and stabilization time are shortened, the weakening degree increases, and the evaluation value and water absorption rate decrease. The test found that the addition of 10,0 % amaranth flour, the dough still has the floury characteristics of wheat flour. When the proportion of amaranth flour added reaches 15,0 %, the mixed dough has largely lost the dough characteristics of wheat flour. When the content of amaranth powder is 10,0 %, the finished noodles have a refreshing color, unique flavor, soft and refreshing, rich nutrition, aromatic odor and good taste.

The bulk of pasta are carbohydrates, especially starch and dextrins. The content of starch and dextrins in them is in the range of 55,0-57,0%. However, the addition of amaranth flour in the amount of 10,0% allows to increase the protein content to 30,0%, to enrich the noodles with minerals (ash content is up to 1,5%) and vitamins. As noodles are popular among consumers, the use of new raw materials of regional importance, including amaranth flour, will

expand the range of functional products, increase their nutritional value and give products new organoleptic properties.

These products, taking into account all technological requirements, can be manufactured for small workshop production and industrial production and prepared in restaurants.

References

1. Zhao Xiuling. The nutritional value and health function of amaranth [J]. China Healthy food, 2012:3-6.
2. Gao Wei; Liu Gang. Study on the production technology of pure buckwheat noodles. [J]. Food Technology and Active.1999 (2):11-13.
3. Peter van Baarlen, Jerry M. Wells. Michiel Kleerebezem. Regulation of intestinal homeostasis and immunity with probiotic and immunity lactobacilli. Trends in immunology 2013, 34:208-215
4. Jjon H, Backer J, Diaz H, et al. DNA from probiotic bacteria modulates murine And human epithelial and Immune function [J] Gastroenterology, 2004.126(5):1358- 1373.

5. Rakoffnahoum S, Paglino J, Eslamivarzaneh F, et al. Recognition of commensalmicroflora by toll-like receptors is required for intestinal homeostasis. [J]. *Cell*, 2004. 118(2):229-241

6. Hu Wangming. Research status and development prospects of functional food. [J]. *Modern food*, 2008. 88-89.

7. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва / за ред. В.І. Дробот. – К.: Центр навч. літери, 2006. – 330 с.

TYPES OF SINGLE-STOREY INDUSTRIAL BUILDINGS AND THE TYPES OF THEIR COATINGS

Serdyuchenko V.

3rd year student of the faculty of architecture and construction

Kretinin K.

associate professor of the department of architecture

Kuban state agrarian university named after I.T. Trubilin

DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-47-49](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-47-49)

Abstract

This article discusses the types of one-story industrial buildings and the types of coatings used in their construction. It has been established that to facilitate the construction of such buildings, it is necessary to design their simple shape (square, rectangular), it is obligatory to take into account the dimensions of the spans, the height of the building and carefully approach the choice of materials for their construction. It was also found that there are different types of roofs (gable and others).

Keywords: one-storey industrial building, span, axis, column, flexible building, cover.

One-story buildings in industrial construction include buildings used for production processes, the manufacture of large-sized items, with the use of heavy bulky equipment [1, p. 25]. Such buildings are usually erected one-story.

To support coatings in such one-storey industrial buildings of a large area, it is always necessary to erect columns, which are usually arranged in regular rows. The columns divide the territory of the building into the required number of spans located parallel to each other.

In some cases, determined by the technological process of construction, a mutually perpendicular arrangement of spans is required. In this case, spans of one direction are called longitudinal, and perpendicular to them are called transverse.

In the plan, the main dimensions of the building are measured between the center lines. The axes running along the spans of the building are called longitudinal; crossing spans – transverse. The system of intersecting axes forms the alignment axes. Columns in such cases are placed at the intersection of the axes.

The distance between the longitudinal axes (span width) is called the span, the distance between the columns in the longitudinal direction is the column pitch. The usable size of the spans is determined by technological requirements, the level of development of construction equipment, the cost-effectiveness of the solution and other factors.

The dimensions of the spans and the spacing of the columns are strictly normalized in accordance with a single modular system in which the spans should be taken: for spans up to 12 m – multiples of the enlarged module of 3 m, and for spans over 12 m – 6 m. In other words, spans can be equal to 6; nine; 12; eighteen; 24; 30 m, etc. after 6 m, but usually no more than 36–42 m [2, p. 47].

The dimensions of the column spacing are taken as multiples of 6 m. The most commonly used spacing is 6 and 12 m. When the column spacing is enlarged,

the number of mounting elements of the frame and coating decreases, which allows not only to save production space up to 8-10% due to the sparse arrangement of the columns, but and increase the planning flexibility of buildings.

«Flexible» buildings are widely used in light industry, since in them the technological flow can be directed both along and across the spans, which allows, over time, to modify technological processes, to reinstall and replace equipment with a new or more modern one [3, p. 57].

In some cases, the column spacing has to be increased if large equipment is placed [4, p. 66]. For example, in modern open-hearth shops with spans of 24–30 m, column spacing of up to 48 m is encountered.

The height from the floor to the bottom of the supporting structures of the covering of a one-story building is the general height dimension. The following range of sizes is established for the height of buildings: 3,6; 4,2; 4,8 m (module 0.6 m); 6,0; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8 m (module 1,2 m); 12,6; 14,4; 16,2; 18 m and more (module 1,8 m).

To indicate the height, builders, in addition to the usual dimensions, use marks indicating the height of the location of one or another plane or line above the zero level (conventionally, this is the floor of the first floor). These marks can be positive or negative [5, p. 46].

The system of alignment axes and elevations forms a three-dimensional coordinate system that allows you to determine and fix the position in space of any point, line, plane in the technical drawing.

To simplify construction, when designing one-story buildings, it is necessary to strive for simple shapes of buildings in the form of a square or rectangle, the same height of spans and not allow the device of transverse spans. It is also necessary to strive to block

production, that is, to locate a larger number of workshops in one building, since one large production building is always cheaper than several small ones.

Here are some examples of one-story buildings.

Single-storey frameless buildings with load-bearing walls are used for relatively small spans (up to 12, rarely 18), low heights (up to 9 m), and in the presence of bridge cranes – with a lifting capacity of no more than 5 tons [6, p. 81].

In such buildings, the walls simultaneously perform two functions: fences and supporting structures (supports). To ensure the supporting function, the walls are positioned so that their inner edge is at a distance of 250 mm from the alignment axis.

The gable form of the coating provides a convenient drainage of rain and melt water. The main vertical dimension of the building is determined by the technological purpose of the building.

At a higher building height and in the presence of an overhead crane, the walls are reinforced with pilasters, which are placed between the windows on centerlines. In this case, the supporting structures of the covering are supported by pilasters and the walls are positioned so that the inner edge of the wall coincides with the alignment axis.

In a building with an overhead crane, the pilasters must be large enough to support the crane girders. In the absence of an overhead crane, the dimensions of the pilasters in the plan are prescribed based on the requirements for the strength and rigidity of the wall.

In single-storey industrial frame buildings with overhead cranes, it is fundamentally important to align the dimensions of the building in the transverse direction and in height with the standard dimensions of overhead cranes.

Such values are necessary so that the length of the «tail» part of the overhead crane, protruding beyond its span, is located between the axis of the crane girder and the inner edge of the upper part of the column with a gap of at least 60 mm wide. At the same time, the upper part of the column must have cross-sectional dimensions that ensure its strength. To do this, the outer side of the extreme column is taken from the alignment axis to the outside by an amount called anchor. In this case, the inner face of the wall also has the same snap. The dimensions of the bindings are observed very strictly in precast concrete structures.

A single-storey multi-span frame building with overhead cranes at a height of up to 9,6 m is characterized by a simple design scheme: the columns have a constant cross-section along the entire height, there are no crane beams. Suspended cranes move along steel girders suspended from the roof supporting structures. But such buildings have a drawback – it is the limited lifting capacity of overhead cranes, which currently does not exceed 5 tons.

In single-span buildings with a span of up to 24-30 m, natural lighting and ventilation are provided by installing windows with opening sashes in the outer longitudinal walls. Removing rain and melt water from the coating is also not difficult.

In multi-span buildings with a width of up to several hundred meters, the solution to these issues is

somewhat complicated. Until recently, for such buildings, a multi-slope covering with longitudinal lanterns was used, which provided natural lighting and aeration of the middle spans, and rain and melt water was removed from the covering through internal drains into the sewer [7, p. 72].

In recent years, due to the pollution of glass in the lanterns and, consequently, the decrease in illumination, as well as the high cost of such buildings, they began to use coatings without lanterns.

In lampless buildings, artificial lighting with fluorescent lamps and artificial ventilation are used.

For easy drainage, the coating is made multi-slope with the same internal gutters as in buildings with lanterns, and flat (without slopes), with internal gutters or without gutters – based on the evaporation of rain and melt water. Flat surfaces without lanterns and without slopes are simple in design. However, the need to provide a higher reliability of the roof reduces the economic effect achieved by simplifying the structures.

In general, taking into account the initial costs and operating costs, buildings with and without lanterns differ in cost insignificantly and therefore, lampless buildings are advisable only for industries in which a certain temperature and air humidity are decisive for the quality of products. Such buildings are designed with air conditioning and no windows in the outer walls.

The coatings of industrial buildings are usually made without attic.

The enclosing structures of the coating are located on top of the load-bearing structures, and the load-bearing structures protrude into the building. The height of such rooms is considered to be the size from the floor to the bottom of the supporting structures.

With a high height of the supporting structures, the space within their height is used to accommodate auxiliary rooms (household, office, etc.) and bulky communications (large ventilation ducts).

Thus, the following conclusions can be drawn:

- single-storey industrial buildings are recommended to be designed rectangular in plan, with the same spans, without height differences in order to avoid snow bags;

- the question of the choice of the material of the supporting frame should be decided on the basis of a technical and economic analysis;

- the main material for single-storey industrial buildings is precast concrete, from which up to 85% of production areas are erected, while from metal – 12%, from other materials – 3%;

- steel supporting structures are recommended for use with large spans and heights of the building, in buildings with heavy crane equipment, if it is necessary to install overhead cranes in two tiers, during construction in remote areas.

References

1. Murkin V. V. One-story industrial buildings made of prefabricated reinforced concrete // V. V. Murkin, I. I. Shishov / Student Bulletin. – 2019. – №. 20-5 (70). – S. 25-26.

2. Serdyuchenko V. Features of the architecture of high-rise buildings // V. Serdyuchenko / The Scientific Heritage. – 2021. – № 60-1 (60). – С. 45-48.

3. Ivanov AV Industrial buildings and structures. examination // A. V. Ivanov, L. A. Akimova, V. N. Lisitsky, V. V. Markov, N. N. Suleimanov / Modern science: actual problems and ways to solve them. – 2016. – No. 1 (23). – S. 56-59.

4. Serdyuchenko V. M. Mathematical modeling in construction // V. M. Serdyuchenko, A. E. Sergeev / Trends in the development of science and education. 2020. – № 61-3. – S. 64-67.

5. Serdyuchenko V. Improving the human environment through neopositivist and environmentally friendly building materials // V. Serdyuchenko, A. Bychkov / The Scientific Heritage. – 2020. – № 46-1 (46). – С. 46-47.

6. Murkin VV One-story industrial buildings made of prefabricated reinforced concrete // VV Murkin, II Shishov / Student Forum. – 2019. – No. 20-1 (71). – S. 81–82.

7. Kostin V. I. Industrial buildings with efficient use of energy // V. I. Kostin, V. I. Kostin / Proceedings of higher educational institutions. Building. – 1999. – № 9 (489). – S. 70-73.

DEMINERALIZATION OF SEA WATER

Tupytskyi B.

*Postgraduate, Department of Chemical Technologies and Water Treatment,
Cherkasy State Technological University
Cherkasy, Ukraine*

DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-49-55](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-49-55)

Abstract

A study of the method of minimizing energy costs in the technology of sea water demineralization by reverse osmosis has been carried out. It is proposed to use the preliminary treatment of water by the method of electroactivation, as a complex effective process of demineralization with associated purification from organic substances and prevention of deposits on membranes. The dependences of the parameters of electrochemical action on the composition of seawater have been determined, graphical dependences of the degree of water purification on various parameters (current strength, voltage, distance between electrodes, time of electroactivation, volume of sampling of acidic water in the process of unipolar electroactivation) have been obtained. The analytical control of the process was carried out and the technology of demineralization was proposed as a method of using the electrochemical activation process in the preparation of seawater for the stage of membrane purification.

Keywords: sea water, electroactivation process, degree of purification.

State of the problem

One of the main problems of the integrated processing of seawater into technological (for example, for the Port Plant, Odessa) is their high mineralization, as well as organic and biological deposits during demineralization at the stages of ultrafiltration and reverse osmosis.

Today, about 90% of the total capacity of desalination plants in the world is provided by distillation single-, multi-stage and thermocompression plants. The distillation method is energy-intensive, therefore, the use of installations is advisable in those regions of the world that have sufficient energy resources. If distillation, freezing or reverse osmosis are effective for water with a salt content of more than 10 g / l, then at a lower salt content (2 ~ 3 g / l), the ion-exchange method is recommended, and in the salt concentration range of 2.5~10 g / l - electrodialysis or reverse osmosis. Each of these methods has both positive and negative qualities and is applied within certain concentration limits. New developments carried out by the ICCWC of Academy of Sciences of Ukraine for the production of demineralized water offer complex multistage water purification schemes with the processing of concentrated brines. The most difficult part of the salt extraction technology is to reduce the content of CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- ions with 25000 21000 mg/dm³ till 2500mg/dm³. These processes are very energy intensive and costly. In addition, methods such as electrodialysis,

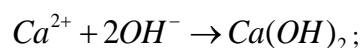
reverse osmosis, sodium cationization are economically feasible to apply only when the mineralization is below 2500±100 mg/dm³. Thus, the urgent task is to prepare seawater for membrane technology by preliminary demineralization.

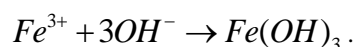
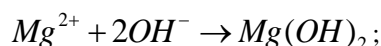
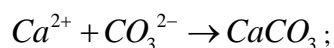
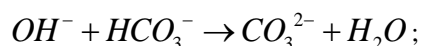
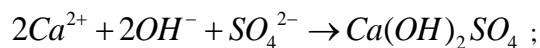
Proposal of the problem solve

It is proposed to use the complex preparation of highly mineralized water by the method of electrochemical activation.

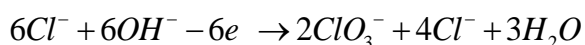
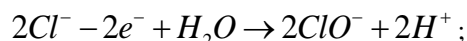
Electrochemical activation is a physical-chemical process, a combination of electrochemical and electro-physical effects on water in the space discharge zone on the surface of the electrodes. In this case, a nonequilibrium state in the solution is achieved due to the transfer of charge across the "electrode - membrane - electrolyte" interface.

One of the advantages of the method is the directional movement of hydroxyl ions in the electroactivator. Hydroxyl ions, which are formed on the electrode, when using permeable membranes, are not associated with hydrogen cations, but increase the pH of the cathode volume to 10-12. In this case, 70-80% of the current efficiency is achieved, for example, by reducing the hardness of the water. Several competing reactions occur under the influence of free hydroxyl ions in the cathode region and at the cathode surface:





Due to the high concentration of the chlorine ion in the anodic region the Cl^{-} and on is oxidized and a number of oxygen-containing ions are formed according to the known mechanisms of electrode reactions:



An increase of the active chlorine concentration leads to the disinfection of seawater. The synthesized hypochlorite ion oxidizes dissolved organic substances in the anode region, suppresses the vital activity of microorganisms, which simplifies the technology of water treatment. The drop in the concentration of organic compounds is also associated with their adsorption and coprecipitation on freshly formed colloidal particles of hydroxides of the cathode region.

Thus, the electrochemical purification method is a universal method for preventing calmatation (sulfate

deposits), as well as membrane biofouling, which is effective for water purification technology with further use of the reverse osmosis stage.

The advantages of the method are - the possibility of using the method under atmospheric pressure, in the presence of organic compounds; replacement of semi-permeable membranes with permeable ones; simplicity of design; the possibility of improving the design.

Purpose of the work

Study of the electroactivation reduction of the salinity of seawater by 45-50% and the development of a technology for complex purification and demineralization of highly saline waters at the stage of pretreatment by the method of unipolar electrochemical activation to prevent various deposits at the stage of final demineralization of water by membrane methods.

Main material presentation. For the study, we took the seawater of the Tiligul estuary (near the city of Odessa).

Water analysis was carried out by the following methods: total water hardness was determined according to DSTU ISO 6059:2003 (ISO 6059:1984, IDT) Water quality – Determination of the sum of calcium and magnesium – EDTA titrimetric method); for determination of in the studied water was applied Silver nitrate titration with chromate indicator (Mohr's method) method in accordance with DSTU ISO 9297: 2007; he dry residue was determined by the gravimetric method according to GOST 18164-72; the sulfate content was determined by the turbidimetric method according to GOST 4389-72, and the determination of pH was carried out by potentiometric method.

Table 1

The composition of water from the Black Sea near the Tiligul estuary

Cations	The content of cations	
	mg/l	mg·eq/l
Ca ²⁺	370	18,5
Mg ²⁺	715	58,8
Na ⁺	2985	128,6
K ⁺	730	18,7
Total	4773	224,6
Anions	The content of anions	
	mg/l	mg·eq/l
Cl ⁻	868,77	19,8
SO ₄ ²⁻	1,092	47,5
HCO ₃ ⁻	341	5,6
Всього	2301,77	72,9

The total mineralization of water is P = 7075 mg/l or 7,1 g/l; pH of the water is 7,5.

Figure 1 shows a laboratory installation for *sea-water* treatment by electroactivation. Before feeding the test water to the installation, it was pre-filtered through a paper filter to remove coarse suspended solids.

A laboratory demineralizer has been developed and created, its operation has been studied in various modes using model solutions. The research results were used to create a stand apparatus - an electrochemical activation reactor.

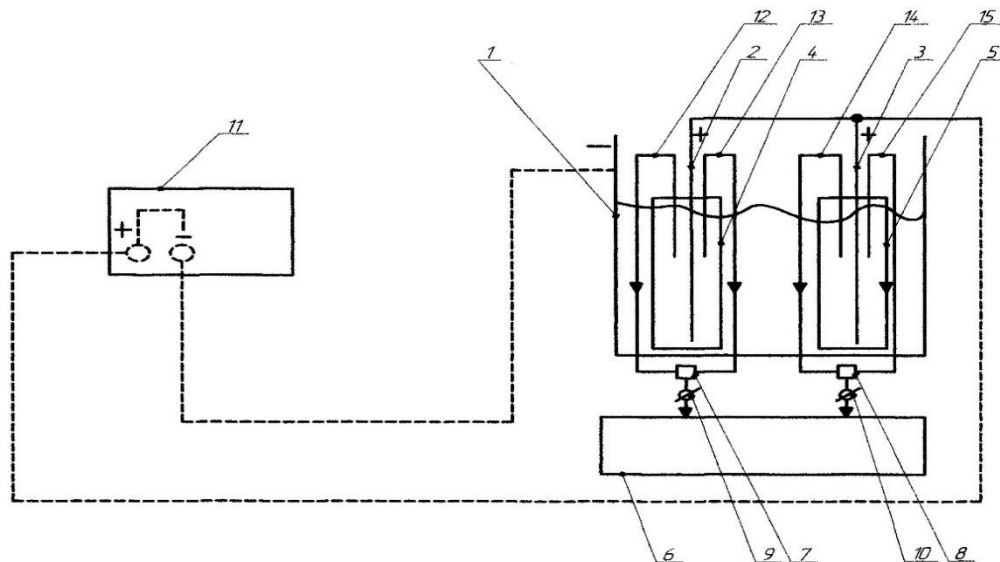


Figure 1 Scheme of a laboratory installation for water purification by the method of electroactivation. 1 - electroactivator case (cathode) 2, 3 - electrodes (anodes) 4,5 - tarpaulin bags for electrodes; 6 - tank for anolyte; 7, 8 – pumps; 9,10 - taps for anolyte sampling; 11 - power supply unit; 12, 13, 14, 15 - anolyte sampling pipes.

With a current of 6 A, a voltage of 10 V, the water was purified from a number of impurities. The research results are listed in Table 2.

Table 2

Purification degree of model solutions.

Indicators	Purification degree, %		
	Experiment №1	Experiment №2	Experimen №3
Salt content	45,3	50,64	59,39
Hardness	48,05	67,21	74,15
Oxidation	76,06	78,40	80,10
Sulfates	40,4	54,89	56,22
Chlorides	49,28	58,61	58,99
Bicarbonates	80,40	81,60	87,00
Ca ²⁺	69,70	69,50	70,45
Mg ²⁺	56,30	58,12	60,11
Fe ³⁺	95,2	96,2	98,4

Complex cleaning of model solutions is made at the following technological indicators: current density 1,0 – 1,5 A/dm², the amount of electricity by experiments (kW·h /m³): №1 – 2,5, №2 – 3,8, №3 – 5,1. As follows from table 2, a high degree of primary demineralization of the source water is achieved with one-stage treatment. The power consumption according to

the experiments was (kW·h /m³): №1 – 4,6, №2 – 8,9, №3 – 14,2

For stand tests, a continuous flow apparatus with electrodes of a special design was developed, which allows processing 3 m³ /h aqueous solution.



Figure 2. Photo of a stand installation of water electrical activation.

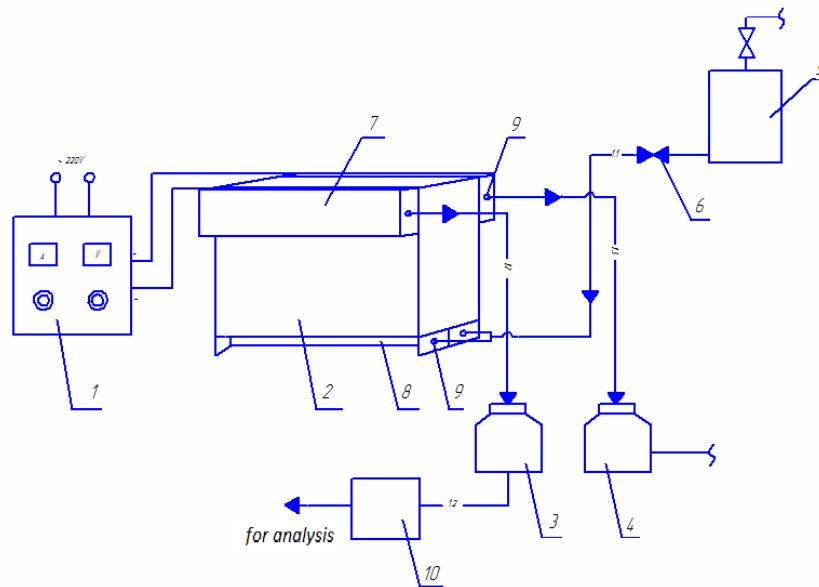


Figure 3. Scheme of a stand installation of electrical activation

1 - power supply; 2 - main container; 3 - container for catholyte; 4 - tank for anolyte; 5 - test water container; 6 - tap 7 - water drainage chamber; 8 - water supply chamber; 9 - choke; 10 - anolyte sump.

During chemical electroactivation, various parameters were changed: amperage (I, A), voltage (U, V), time (t, s), acid water sampling volume (V, dm³), as well as the distance between the electrodes (L, mm).

Figure 4 shows the data on the reduction of the organic compounds and microorganisms content.

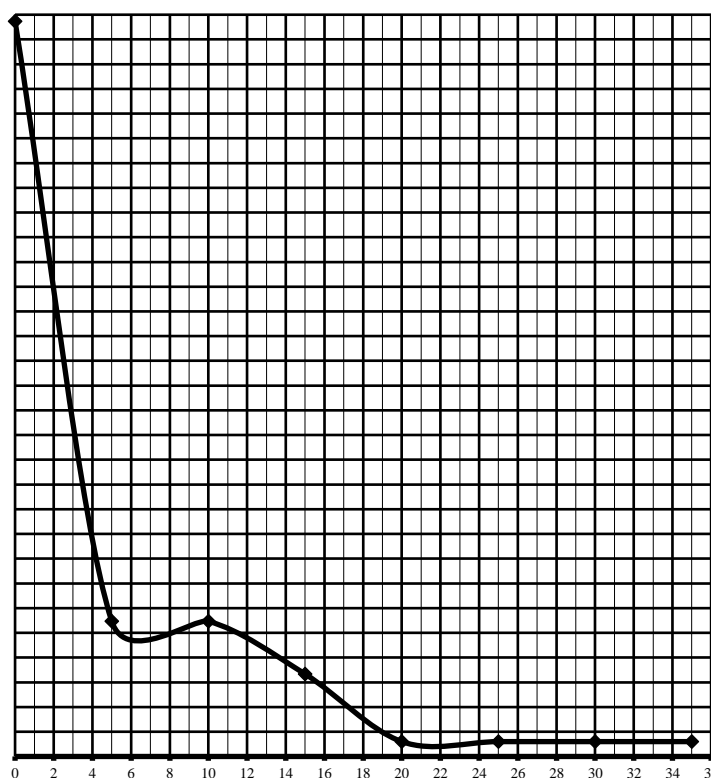


Figure 4 Dynamics of the decrease in the organic compounds content to time (in minutes).

Concentration of Ca²⁺ and Mg²⁺ ions decreases in time by a factor of 10 in the process of electrical activation of seawater; solids content - by 28-30%; the concentration of sulfate ions decreases by 73-75%; bicarbonate ions - by 67- 69%; concentration of iron and

heavy metals - by 67-72%; organic compounds - by 58-65%, microorganisms - by 89-94%.

The data obtained were summarized in Table 3.

Table 3

Results of primary water purification by the method of electroactivation

Water quality indicators	Test results		
	Source water	После очистки методом электроактивации	degree of purification, %
Dry residue, mg/dm ³	9806	4665	52,4
Sulfates, mg/dm ³	450	270	40
Chlorides, mg/dm ³	2958	700	76,3
Total hardness, mg/dm ³	43,8	20,5	53,2

Electricity consumption for demineralization and water purification is equal 12,0-12,8 kW·h /m³. This is the sum of energy consumption for the transportation of water at the stage of electroactivation and electrodi-lysis, 38–45% of which falls on the stage of electroac-tivation.

A technological scheme for desalination, disinfection and reduction of organic matter content in catho-lyte and anolyte after seawater purification is proposed.

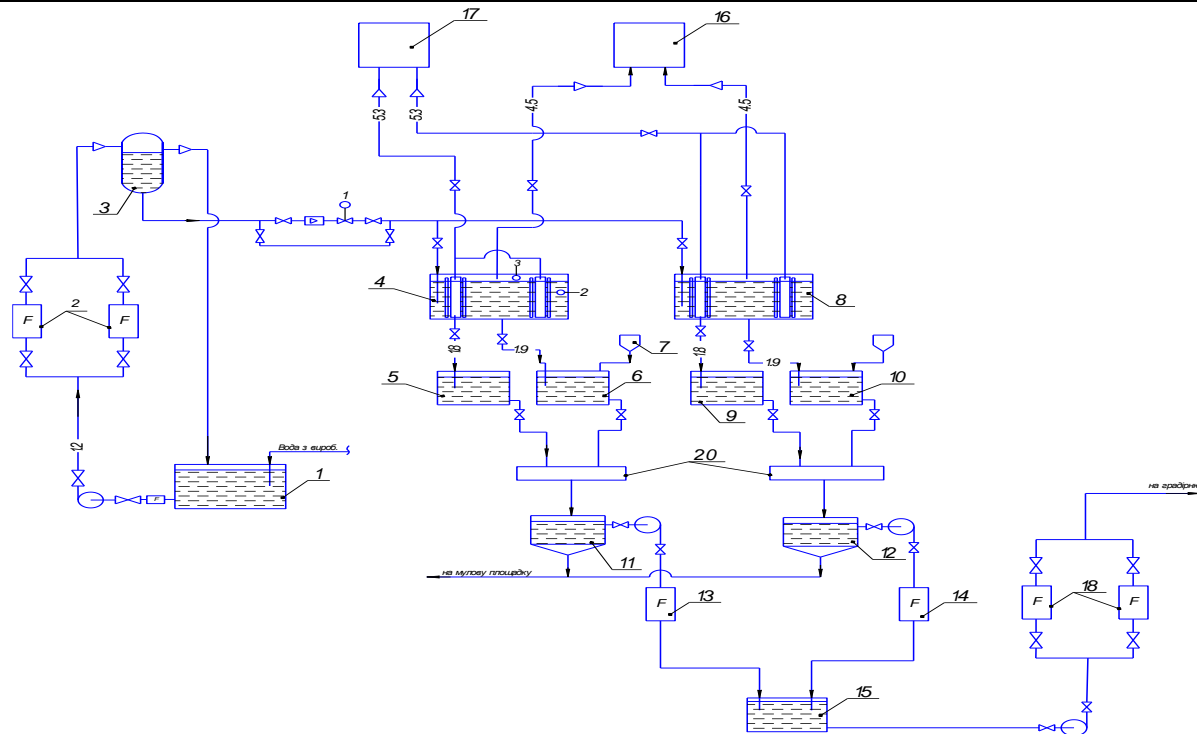


Figure 5 Technological scheme of seawater purification using an electroactivator

The water coming from the seawater collector is directed to the collector 1... The pump is fed through the filter 2 to the water seal 3, then it is fed into the electroactivators 4,8 where the primary cleaning process occurs. During the cleaning process, gas is formed in the anode space, which flows through the pipeline into the gas holder 17. The gas formed at the cathode enters the gas holder 18. The formed anolyte enters the collection of the anode water flow 5,9; catholyte solutions - into the collecting tank of cathode water 6,10. Add coagulant from hopper 7 to the collection of cathode solutions. After that, after settling and filtration, the anolyte and catholyte enter the neutralizers 20, where water is mixing and neutralized. Further, purified water is prepared for the membrane desalination stage. The purified water flow enters through additional sedimentation tanks 11,12 and quick filters 13,14 in the collector of purified water 15. by pump through the filter 18 from the tank 15 enters the stage of demineralization by reverse osmosis.

The resulting sludge from the settling tanks 11,12 is sent for disposal.

Conclusion. When using the electroactivation stage as the primary stage of water preparation for the membrane system, it is possible to reduce energy consumption by 35-40%.

References

1. Kulskey L.A. Fundamentals of chemistry and technology of water. - K.: Scientific Thought, 1991
2. A.K. Zapolsky, N.A. Mishkova - Klimenko, I.M. Astrelin, M.T. Brick, P.I. Hvozdiak, T.V. Kniazkovi Physical and chemical bases of sewage treatment technology: Textbook. - K.: Libra, 2000.
3. [Способ и аппаратура для получения питьевой из морской]. Заявка 0538264 ЕПВ, МКИ С 02 F 1/0H, В 01 D 3/34. Method and apparatus for seawater

potabilization/humbreras 4 Gimenez, Manuel// stated 26.4.91; №91908832; published 28.4.93.

4. [Способ и конструкция установки для опреснения воды]. Пат.5094758 США, МКИ С 02 F 1/30, С 02 F 1/34. Desalination system and method / Chang David B. // Hughes Aircraft Co -Stated 25.02.91; №659766; Published. 10.03.92; НКИ 210/748.

5. [Обессоливание морской воды] Rogononi Marco. Emergenza inrica: la risorsa mare // Techol. Chim. - 1992. - 12, №5 - С 88-91 - Ит.

6. [Способ непрерывной минерализации дистиллата на морском судне] Пат. 161385 Польша, МКИ С 02 F 1/68 В 63 J 1/00 Sposob ce adfej mineralizacji destylaru na statku - morskim / Sobol Zdzislaw, Jankowski Wieslaw Brzezinski Jakub // Instut Medycyny Morskiej i Tropikalnej (Golynia) - Stated 28.04.89; №279214; Published. 30.06.93.

7. New original designs of household and industrial electroactivators and electroactivation installations. - Tashkent: VTK "Eureka", 1987-88 - Part 1

8. Fioshin M.Ya., Smirnova M.G. Electrochemical systems in the synthesis of chemical products. - M.: Chemistry, 1985

9. Рогов В.М., Филипчук В.Л. Электрохимическая технология изменения свойств воды. - Львов: высшая школа. Издательство Львовского университета, 1989.

10. Zhivotinsky P.B. Porous partitions and membranes in electrochemical equipment. - L.: Chemistry, 1978.

11. [Метод и установка для удаления значительной части соли из морской воды барботированием воздухом] Пат. 5203993 США, МКИ С 02 F 1/43 Method and apparatus for removing salt from sea water/ Artisi Dominic S. // Electrostat

Technologies, Inc. - Stated 29.10.91 №783926; Published. 20.04.93; НКИ 210/221.

12. [Опреснение морской воды электролизом] Заявка 4142749 ФРГ, МКИ СО 2 F 1/46 — 1 Vorrichtung und verfahren zur Meer - und Brackwasserentsalzung durch Elektrolyse liorbeer Bernd // Stated 23.12.91; №4142749.1; Published. 1.07.93.

13. [Получение питьевой воды из морской за счет солнечной энергии] Garcia de Gudal A., Lombardero Solo Y.M. Potabilizadora de agua de mar energia solar //Rev. Real acad cienc. Exact., fis.Y natur (Madrid).-1991.-85,№2-3-C.525-530-Исп; рез. Англ.

14. Application 1166376 USSR, МКib V 01 D 61/44. Method of desalination of salt water / Troyalker B.S. // Appl. 1.03.83; # 3561362 ^ 6; Publ. 06/30/93; Bulletin No. 24.

15. [Desalination of low-mineralized water by electrodialysis using porous membranes Pay Paramita. Nagayanan P. K., Indusekhyar V. K.

16. Nikoladze G.I. Technology of purification of natural waters. - M.: Higher school, 1987 [in russian].

17. Proskuryakov V.A., Schmidt L.I. Wastewater treatment in the chemical industry. - JL.' Chemistry, 1977.

18. Koganovsky A.M., Klimenko N.A., Levchenko T.M. and others. Treatment and use of wastewater in industrial water supply. - M.: Chemistry, 1983.

19. [Способ опреснения морской воды с одновременным получением энергии и сырьевых материалов, содержащихся в морской воде]. Пат.51241012 США, МКИ С 25 В 7/00 Process for the desalimaterials contained in sea water / Vomberg Freidhelm,Grigori Berlegev//Stated 1.06.80; №532259: Published.23.06.92; НКИ 204/180.1.

TARGET MODELS OF INTEGRATED RISK MANAGEMENT FOR IT PROJECTS

Hrabina K.,

Sumy State University, Sumy, Ukraine

Danchenko O.,

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Computer Science and Systems Analysis of Cherkasy State Technological, Cherkasy, Ukraine

Shendryk V.

Associate Professor of Computer Science

Head of Information Design Technologies Section,

Candidate of Technical Sciences, Sumy State University, Sumy, Ukraine

DOI: [10.24412/9215-0365-2021-71-1-55-61](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-71-1-55-61)

Abstract

The article presents the definition and concept of the developed system of target models for integrated risk management for IT-projects management. There is presented the mathematical model for the developed system of target models for integrated risk management for IT-projects. It is considered the complex nature of risk with corresponding distinguished components related to project constraints. There are performed calculations for the ordinary IT-project within detected threats and opportunities based on the developed approach. The analysis of the small IT-project was carried out taking into account the developed system of target models for integrated risk management.

Keywords: risk management, integrated risk management, risk, threat, opportunity, IT-project.

Introduction. There is a vast variety of the models for the risk management that helps to achieve project success [8, 9]. However, there is the room for improvement for any project. That is why it was decided to research the complex nature of the risks, both threats and opportunities, and use the approach for target models applying to the risk management with the analogy of medicine. The target models of the integrated risk management concept originated from the targeted therapy for the cancer treatment in the medicine [7]. Each risk whether this is threat or opportunity should be ranked and placed in the target model for each project constraint to calculate the sum risk for each project constraint and make the decision for project management.

Review of publications on the topic. The analogy of the medicine and project management has been established in the various papers. The authors have a classification of deviations based on the "diseases" from threats in projects, which built by analogy with

the classification of diseases in medicine [4, 5, 6, 10]. Also, there was developed a model that allows to estimate the relative and absolute synergistic effects of deviations from threats and opportunities in the project and general synergetic effect between threats and opportunities in the IT project [5, 9]. The author has certain analogies between project management and medicine, as well as features of deviation management in projects that allow such analogies [10].

The aim of this study is to develop and apply the target models of the integrated risk management for the IT-project based on the complex nature of risks depending of the project constraints.

Results and discussion.

The classical risk management identifies risk as an uncertain event or condition, if it occurs, has a positive or negative effect on a project's objectives [1]. This statement could be described by the following formula

$$R_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot V_i \quad (1)$$

Where i – value from 1 to n , n – number of risks in the project, R_i – i -th risk in the project, P_i – probability for risk occurrence that measures from 0 to 1, V_i – value of risk's effect or impact on the project.

As per the Practice Standard for Risk Management from PMI the definition of project risk also encompasses uncertain events which could have a negative effect on project's objectives, as well as those which could have a positive effect. These two types of risks are called threats and opportunities respectively. It is important to address both threats and opportunities within the risk management. Such risk management allows for gain of synergies and efficiencies such as addressing both in the same analyses and coordinating the responses to both if they overlap or can reinforce each other [2, 5, 10]. That is why it is important to distinguish threats and opportunities in management and project forecasting which nature could overlap and reinforce each other and project results in general.

$$R = \{D; C\} \quad (2)$$

Where D – project threat and C – project opportunity.

Each project can be measured by the project objectives or its constraints. The project constraints are budget, time or schedule, scope, and quality in this paper and as per the classical project management theory [3]. They are the most important in project management and can help to manage and report the current project status. Thus, taking into account the constraints importance for the project success we will consider that each risk or opportunity has an impact on each constraint. Therefore, it has a corresponding component that shows risk effect on the constraint. Such complex nature of threat and opportunity could be presented by the following formulas

$$D_i = \sum_{i=1}^n P_{id} \cdot (V_{idb} + V_{idt} + V_{ids} + V_{idq}) \quad (3)$$

$$C_i = \sum_{i=1}^m P_{ic} \cdot (V_{icb} + V_{ict} + V_{ics} + V_{icq}) \quad (4)$$

Where i – value from 1 to n or m , n – number of threats in the project, D_i – i -th threat in the project, P_{id} – probability for i -th threat occurrence from 0 to 1, V_{idb} – value of i -th threat's impact on the budget from -10 to 0, V_{idt} – value of i -th threat's impact on the time or schedule from -10 to 0, V_{ids} – value of i -th threat's impact on the scope from -10 to 0, V_{idq} – value of i -th threat's impact on the quality from -10 to 0; m – number of opportunities in the project, C_i – i -th opportunity in the project, P_{icd} – probability for i -th opportunity occurrence from 0 to 1, V_{icd} – value of i -th opportunity impact on the budget from 0 to 10, V_{ict} – value of i -th opportunity impact on the time or schedule from 0 to 10, V_{ics} – value of i -th opportunity impact on the scope from 0 to 10, V_{icq} – value of i -th opportunity impact on the quality from 0 to 10.

All the

$P_{id}, P_{ic}, V_{idb}, V_{idt}, V_{ids}, V_{idq}, V_{icb}, V_{ict}, V_{ics}, V_{icq}$ values for risks and opportunities were detected with the help of the expert assessments.

Project management in the software development industry requires more sophisticated tools and methods in each domain to achieve project objectives successfully in the competitive market. The proper organized project management domains help presenting company in the market, selling products and services, improving output projects results to increasing company revenue accordingly [9]. Therefore, it is necessary to investigate and research new approaches for improving IT-project results taking into account the complex nature of project objectives in terms of integrated risk management (3), (4).

There were detected the threats related to the IT-project on the Table 1. Each threat was evaluated by the following characters:

P_d – probability for threat occurrence from 0 to 1,

V_{db} – value of threat's impact on the budget from -10 to 0,

V_{dt} – value of threat's impact on the time or schedule -10 to 0,

V_{ds} – value of threat's impact on the scope -10 to 0,

V_{dq} – value of threat's impact on the quality -10 to 0.

Table 1

Detected threats of IT-projects with the characters

#, i	Risks – Threats	P _{id}	V _{idb}	V _{idt}	V _{ids}	V _{idq}
1	Appearance of an alternative product or new more proper technology on the market	0,8	-9	-10	-4	0
2	Conflicts between project objectives and departments interests	0,7	-9	-10	-5	-5
3	Conflicts between project stakeholders and project members	0,5	-3	-7	-6	-3
4	A large number of simultaneous issues and changes in the project	0,5	-8	-10	-4	-7
5	Absence of change management in the project	0,5	-10	-10	-10	-5
6	Absence of risks management in the project	0,5	-9	-7	-7	-9
7	Customers, sponsors or stakeholders changes	0,2	-5	-1	-1	-9
8	Insufficient support by top management	0,1	10	-1	-1	0
9	Failure to meet deadlines and terms in the project	0,4	0	-10	-1	0
10	Inflexible labor laws and changes in tax legislation could significantly reduce savings	0,5	-10	-5	0	0
11	Violation of security or confidentiality	0,5	-10	-9	0	-7
12	Political instability within the country	0,5	-10	-9	0	0
13	Turnover of rare developers' resources	0,5	-10	-10	0	-9
14	Burnout of employees	0,6	-3	-10	0	-10
15	Low communication skills, weak information connections in the project	0,4	-3	-8	-1	-10
16	Time zone difference	0,6	-8	-10	-1	-3
17	Issues in documentation, design and specification	0,4	-9	-8	-7	-10
18	Frequent changes in scope and project strategy	0,3	-10	-10	-10	-7
19	Hardware and software failure	0,2	-6	-8	-1	-4
20	Blockers from the 3rd part	0,7	-2	-10	0	-6

Based on the concept of targeted therapy in the medicine, where it is a type of cancer treatment that uses drugs or other substances to precisely identify and

attack certain types of cancer cells [7], it is proposed to make an analogy with the risk management and medicine [6, 7, 11], see Table 2.

Table 2

Proposed analogy between targeted therapy and risk management

Medicine	Risk management
Cancer cell	Threat
Healthy cell	Opportunity
Drugs and substances attack	Risk responses
Treatment	Management
Part of body or organ	Project constraint (e. g. budget, time, scope, and quality)

Where the target models for threats and opportunities are built for each constraint showing the degree of risk impact for each constraint. Building such targeted models help project manager to distinguish the main project areas with the threats or opportunities. Thus, project manager could evaluate the most dangerous or profitable and successful side of the project and prepare the best treatment or risk response depending on other targeted models. This information could help to manage project and achieve project success depending of the customers or stakeholders needs.

Taking into account the analogy, the managing threats will be held in terms of target models by each

project constraint: budget, time, scope and quality, see Fig. 1 – 4. Where they could be described by the corresponding formulas:

$$D_b = \sum_{i=1}^n P_{id} \cdot V_{idb} = - 65,60 \quad (2)$$

$$D_t = \sum_{i=1}^n P_{it} \cdot V_{idt} = - 82,80 \quad (3)$$

$$D_s = \sum_{i=1}^n P_{is} \cdot V_{ids} = - 27,90 \quad (4)$$

$$D_q = \sum_{i=1}^n P_{iq} \cdot V_{idq} = - 48,20 \quad (5)$$

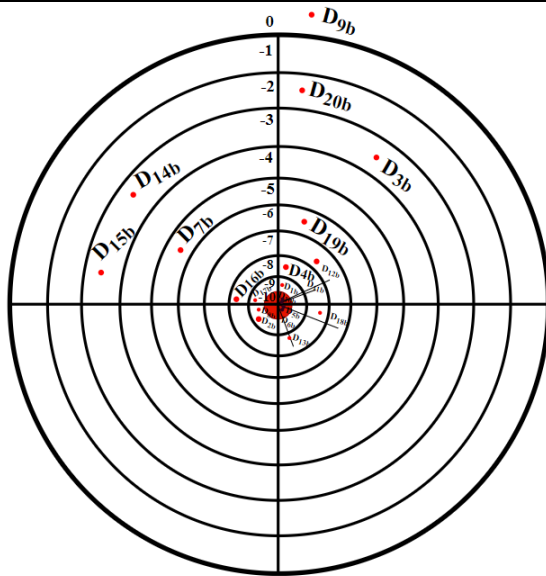


Figure 1 – Target model for threats for budget constraint

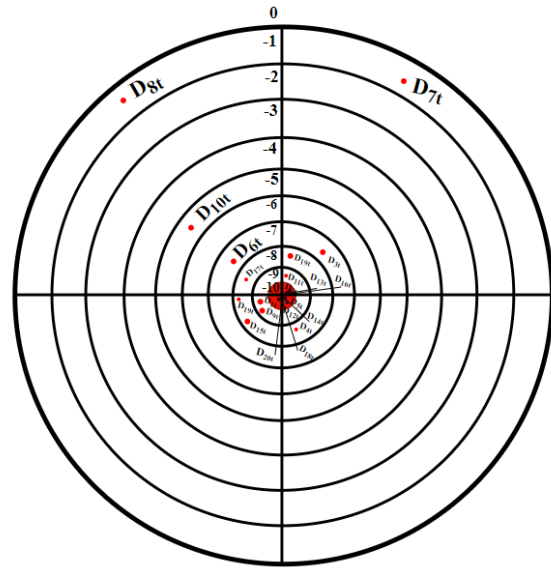


Figure 2 – Target model for threats for time constraint

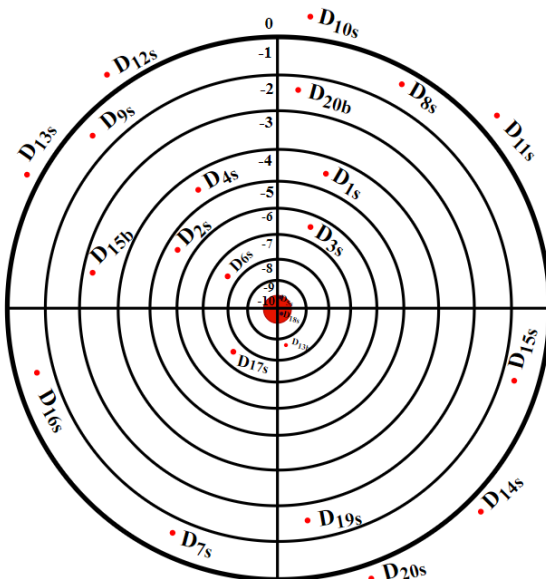


Figure 3 – Target model for threats for scope constraint

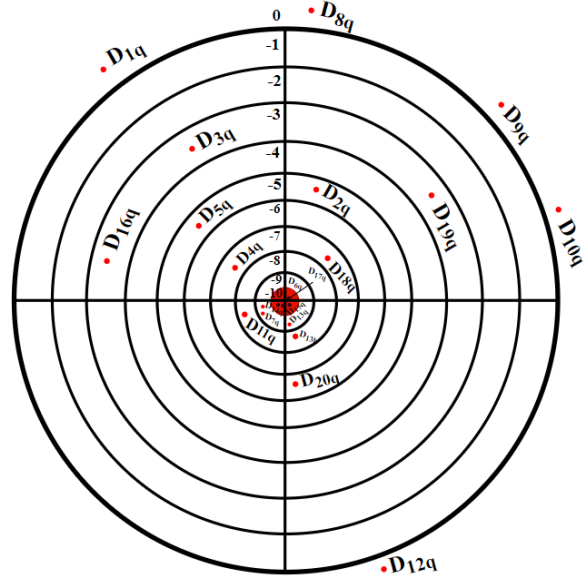


Figure 4 – Target model for threats for quality constraint

Comparing D_b , D_t , D_s and D_q the project manager could evaluate which area is the riskier and require additional actions and management, see Fig. 6. Project timeline is the most affected by the threats, that means that expected delivery dates could not be met timely. Then project budget could be increased due to threat impact if there would not be risk response or necessary actions. While quality and scope are quite steady and

not affected by project threats. Timeline and budget are the most important constraint for all projects [8]. Any change or threat affects project budget where only the question in what degree.

Along with the threats there are always opportunities that should be thoroughly managed by project manager, gaining all the benefits from them, the main project opportunities detected by experts can be found in the Table 3.

Table 3

Detected opportunities of IT-projects with the characters

#, i	Risks - Opportunities	P _{ic}	V _{icb}	V _{ict}	V _{ics}	V _{icq}
1	Appearance of an alternative product or new more proper technology on the market	0,8	8	7	3	1
2	New connections with project objectives and departments interests	0,7	1	8	2	2
3	Strong relationships with project stakeholders and project members	0,8	1	9	1	9
4	Profitable changes in the project	0,7	8	7	10	4
5	Strong change management in the project	0,8	5	9	10	1
6	Strong risks management in the project	0,7	6	8	7	5
7	Customers, sponsors or stakeholders profitable change	0,7	5	2	4	1
8	Sufficient and strong support by top management	0,3	10	2	1	1
9	Meeting deadlines and terms in the project	0,8	5	10	0	8
10	Flexible labor laws and changes in tax legislation	0,4	10	10	1	1
11	Strong security or confidentiality compliance	0,6	8	10	3	10
12	Political stability within the country and support of IT-sphere	0,5	10	10	1	4
13	Successful retention of rare developers` resources	0,5	10	8	1	10
14	Satisfied employees	0,5	5	10	0	10
15	Professional communication skills, great information connections in the project	0,5	5	10	0	10
16	Time zone difference that helps to reduce project duration	0,4	8	10	7	1
17	Clear documentation, design and specification	0,6	5	10	4	10
18	Stable scope and project strategy	0,4	9	10	10	8
19	Reliability of hardware and software	0,8	8	10	0	9
20	Fast response from the 3rd part	0,5	7	10	0	10

Counting project constraint opportunities with the corresponding formulas

$$C_b = \sum_{i=1}^n P_{ic} \cdot V_{icb} = 75,7 \quad (7)$$

$$C_t = \sum_{i=1}^n P_{it} \cdot V_{ict} = 102,1 \quad (8)$$

$$C_s = \sum_{i=1}^n P_{is} \cdot V_{ics} = 40 \quad (9)$$

$$C_q = \sum_{i=1}^n P_{iq} \cdot V_{icq} = 69,1 \quad (10)$$

Comparing the main constraint opportunities, we can see $C_t > C_b > C_q > C_s$ (11).

Where again among the riskier area – timeline – it is a full of opportunities. This evidences that time and schedule is the most important project domain for project manager from all perspectives. First of all, all the customers and stakeholders are interested in timeline and budget, and only then they will check, ask and agree the scope and quality. These areas are fundamental for each project and are initially used for project management. There can not be imagine the project manager who does not use schedule for his every day activities, as the customer who does not care about his budget.

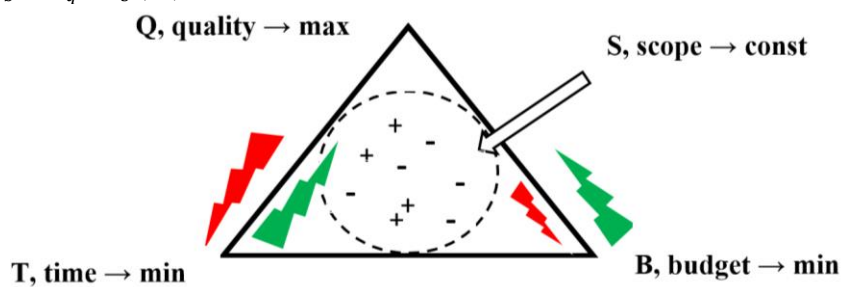


Figure 5 – Project management triangle with the constraints

The managing opportunities will be held in terms of target models by each project constraint: budget, time, scope and quality, see Fig. 6 – 9.

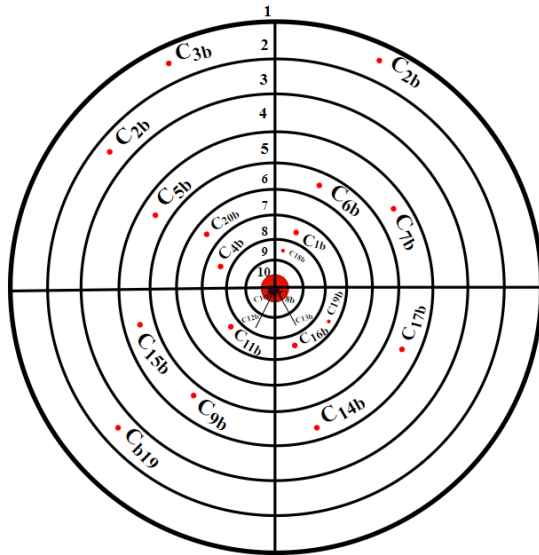


Figure 6 – Target model for opportunities for budget constraint

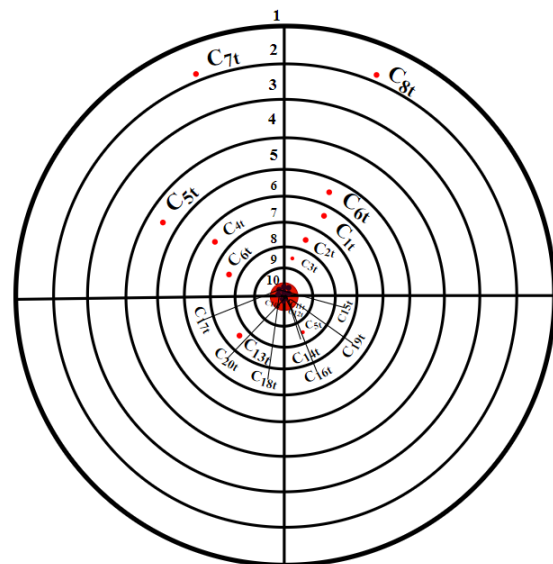


Figure 7 – Target model for opportunities for time constraint

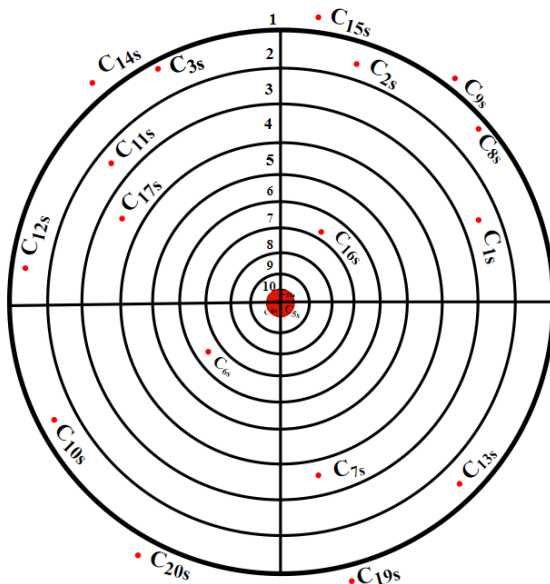


Figure 8 – Target model for opportunities for scope constraint

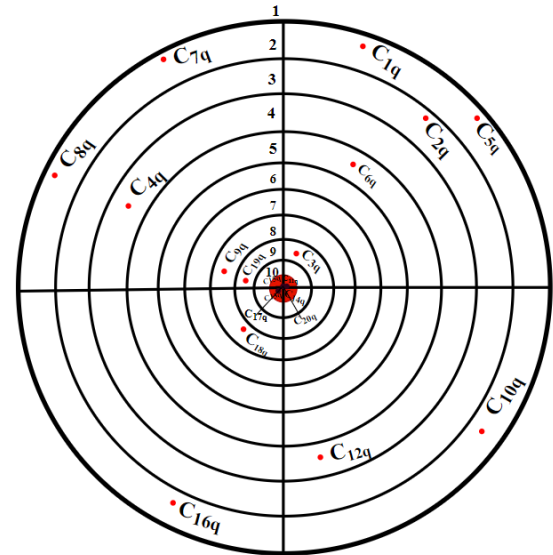


Figure 9 – Target model for opportunities for quality constraint

Results and discussion. The analogy with medicine and project management can help to build the new alternative approach for managing project risks, both threats and opportunities. Based on the target model of the integrated risk management timeline (2, 7) and budget (3, 8) constraints that form corresponding project domain are the most sensitive and require the proper management. They simultaneously the riskiest and are full of opportunities that could lead to the planned project outcome and bring some benefits to the project. With the help of target models graphics and calculated data the project manager could make a quick and accurate decision that correspond initial project constraints.

References

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Sixth Edition / USA. – PMI, 2017. – 756 p.

2. Practice Standard for Project Risk Management / USA. – PMI, 2019. – 116 p.

3. A Guidebook of Project & Program Management for Enterprise Innovation: PMAJ. — http://www.pmaj.or.jp/ENG/p2m/p2m_guide/p2m_guide.html.

4. Danchenko O. B. General classification of "diseases" of projects [Text] / Danchenko O. B., Lepsky VV // Project management: status and prospects:

materials X International, scientific-practical conference, September 16-19. 2014 - Mykolaiv: NUS, 2014. - 356p. – p. 75–78.

5. Tesla Y. M. Synergetic model of "diseases" of projects [Text] / Tesla Y. M., Danchenko O. B. // Management of complex systems development. - Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, № 20, 2014., p.87–90.

6. Tesla Y. M. Management of "diseases" of the project [Text] / Tesla Y. M., Danchenko O. B. //

XI International conf. May 23-24. 2014 "Project Management in Society Development". Topic: Development of competence of the organization in the management of projects, programs and project portfolios. - Kyiv National University, building and architecture, 2014., p. 60–61.

7. Targeted therapy in the American Cancer Society web-site: <https://www.cancer.org/treatment/treatments-and-side-effects/treatment-types/targeted-therapy.html>

8. Hrabina K. V. Review of risk management processes in IT-projects in the context of project management standards [Text] // Management of complex systems development. – 2020., № 43. – P. 26 – 32; dx.doi.org \ 10.32347 / 2412-9933.2020.43.26-32.

9. Danchenko O. B Opportunity Management overview in terms of the Risk Management in the

software development industry standards / Danchenko O. B, Shendryk V. V., Hrabina K. V. // XV International scientifically practical conference, 2019, p. 88

10. Hrabina K. V. Synergetic effect of management of threats and opportunities in IT projects / Hrabina K. V., Danchenko O. B, Shendryk V. V. // The Fifth International Scientific-practical Conference, Odesa – 2020. - Book 1 - Project, Program, Portfolio Management p3m, p. 26 – 29

11. Danchenko O.B. Methodology of integrated management of deviations in projects. // Abstract for Doctoral Dissertation for scientific degree of a doctor of technical sciences – Kyiv National University of construction and architecture – Kiev 2015, p. 45

VOL 1, No 71 (71) (2021)

The scientific heritage

(Budapest, Hungary)

The journal is registered and published in Hungary.

The journal publishes scientific studies, reports and reports about achievements in different scientific fields.

Journal is published in English, Hungarian, Polish, Russian, Ukrainian, German and French.

Articles are accepted each month.

Frequency: 24 issues per year.

Format - A4

ISSN 9215 — 0365

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal.

Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws

Chief editor: Biro Krisztian

Managing editor: Khavash Bernat

- Gridchina Olga - Ph.D., Head of the Department of Industrial Management and Logistics (Moscow, Russian Federation)
- Singula Aleksandra - Professor, Department of Organization and Management at the University of Zagreb (Zagreb, Croatia)
- Bogdanov Dmitrij - Ph.D., candidate of pedagogical sciences, managing the laboratory (Kiev, Ukraine)
- Chukurov Valeriy - Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Biochemistry of the Faculty of Physics, Mathematics and Natural Sciences (Minsk, Republic of Belarus)
- Torok Dezso - Doctor of Chemistry, professor, Head of the Department of Organic Chemistry (Budapest, Hungary)
- Filipiak Pawel - doctor of political sciences, pro-rector on a management by a property complex and to the public relations (Gdansk, Poland)
- Flater Karl - Doctor of legal sciences, managing the department of theory and history of the state and legal (Koln, Germany)
- Yakushev Vasilij - Candidate of engineering sciences, associate professor of department of higher mathematics (Moscow, Russian Federation)
- Bence Orban - Doctor of sociological sciences, professor of department of philosophy of religion and religious studies (Miskolc, Hungary)
- Feld Ella - Doctor of historical sciences, managing the department of historical informatics, scientific leader of Center of economic history historical faculty (Dresden, Germany)
- Owczarek Zbigniew - Doctor of philological sciences (Warsaw, Poland)
- Shashkov Oleg - Candidate of economic sciences, associate professor of department (St. Petersburg, Russian Federation)
- Gál Jenő - MD, assistant professor of history of medicine and the social sciences and humanities (Budapest, Hungary)
- Borbély Kinga - Ph.D, Professor, Department of Philosophy and History (Kosice, Slovakia)
- Eberhardt Mona - Doctor of Psychology, Professor, Chair of General Psychology and Pedagogy (Munich, Germany)
- Kramarchuk Vyacheslav - Doctor of Pharmacy, Department of Clinical Pharmacy and Clinical Pharmacology (Vinnytsia, Ukraine)

«The scientific heritage»

Editorial board address: Budapest, Kossuth Lajos utca 84,1204

E-mail: public@tsh-journal.com

Web: www.tsh-journal.com