НАУКОВО-ІНФОРМАЦІЙНИЙ ЦЕНТР «ЗНАННЯ»
ЗБІРНИК СТАТЕЙ

XXXIII МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ «РОЗВИТОК НАУКИ В XXI СТОЛІТТІ» (16.03.2018г.)

1 частина

г. Харків 2018
© Науково-інформаційний центр «Знання»

УДК 082
ББК 94.3
ISSN 5672 – 2605

Збірник статей науково-інформаційного центру «Знання» за матеріалами XXXIII міжнародної науково-практичної конференції: «Розвиток науки в XXI столітті» 1 частина, г. Харків: збірник зі статтями (рівень стандарту, академічний рівень). - Х.: науково-інформаційний центр «Знання», 2018. – 92с.
ISSN 5672 – 2605

Тираж – 100 шт.

УДК 082
ББК 94.3
ISSN 5672 – 2605

Матеріали публікуються в авторській редакції. Відповідальність за достовірність відомостей, викладених у статтях, відповідальність несуть автори. Думка редакції може не збігатися з думкою авторів матеріалів.

Контактна інформація Організаційного комітету конференції:
Науково-інформаційний центр «Знання»
Электрона пошта: events@nic-znanie.org.ua
Офіційний сайт: nic-znanie.org.ua

ЗМІСТ

БІОЛОГІЧНІ НАУКИ

Байсарова З.Т.
ОЗДОРОВЛЕНИЕ ОВЕЦ ОТ КИШЕЧНЫХ НЕМАТОДОЗОВ В ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ.....4
Зельбуни С.С., Сухенко Л.Т., Башпанова С.С.
АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ В СРАВНЕНИИ С КОММЕРЧЕСКИМИ АНТИБИОТИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ.....7

ГЕОЛОГІЧНІ НАУКИ

Сонин Г.В.
ИЗ ИСТОРИИ ГЕОТЕРМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАЗАНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ (ПОСВЯЩАЕТСЯ 225ЛЕТИЮ Н.И.ЛОБАЧЕВСКОГО) 17

МЕДИЧНІ НАУКИ

Лапко И.В.
КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ ПРИ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ И ЕЁ АССОЦИИРОВАННЫХ ФОРМАХ 31

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

Казанцев Е.В.
ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА D_3 В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ 36

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Азарян А.А., Азарян В.А., Гриценко А.Н., Трачук А.А., Серебреников В.М.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ С ГОРНЫМИ ПОРОДАМИ КАК ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ О СОДЕРЖАНИИ ЖЕЛЕЗА ПРИ КАРОТАЖЕ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН.....40
Аманжулова Ж.А.
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ 48
Ибрагимов А.К.
ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТРАКТОРОВ И ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 56
Андрущак І.Є., Сіваковська О.М., Ліщина Н.М.
ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ЗАДАЧ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ 62
Шамова М.М., Австриевских А.Н.
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БАД С ПОЛИПРЕНОЛАМИ.....68

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

Ключиков В.В.,
ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОЙ ПОДХОД К ПЛАНИРОВАНИЮ ТУРИСТОМ ОТДЫХА (НА ПРИМЕРЕ РЕГИОНА ЮЖНЫЙ ТИРОЛЬ, АВСТРИЯ).....77
Макаренков Є.А., Матяш М.В., Сясев В.О.
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗРАХУНКУ ТЕРМОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ ФУНДАМЕНТНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....86

ОЗДОРОВЛЕНИЕ ОВЕЦ ОТ КИШЕЧНЫХ НЕМАТОДОЗОВ В ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Байсарова З.Т.
канд. биологических наук, доцент кафедры зоологии и биоэкологии ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

SANITATION OF SHEEP FROM INTESTINAL NEMATODOZOV IN THE CHECHEN REPUBLIC STRONGYLIDAE IN THE TERRITORY CHR

Baysarova Z.T.
Cand. Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Zoology and Bioecology FGBOU VO "Chechen State University"

Аннотация

Применение группового метода скармливания кормовых гранул с фенбендазолом в дозе 8 мг/кг или альбендазолом в дозе 5 мг/кг два раза в год в течение 2-3-х лет позволило оздоровить овец от кишечных стронгилятозов. Эффективность составила при гемонхозе 100% и других стронгиллятозах 98%.

Abstract

The application of a group method of the feeding of stern granules with fenbendazolom at the dose 8 mg/kg or albendazolom at the dose 5 mg/kg two times per year during 2-3- X of years made it possible to sanitate sheep from intestinal strongilyatozov. Effectiveness comprised with gemonkhoze 100% and another strongillyatozakh 98%.

Ключевые слова: овцы, кишечные стронгилятозы, кормовые гранулы, фенбендазол, альбендазол, Чеченская Республика.

Keywords: sheep, intestinal strongilyatozy, stern granules, fenbendazol, albendazol, the Chechen republic.

Стронгилятозы пищеварительного тракта овец широко распространены в Чеченской Республике [2–5]. По данным указанных исследователей овцы в Чеченской Республике инвазированы не менее 30 видами стронгилят, среди которых доминируют хабертии, буностомы, гемонхи, нематодиры и остертагии. Практически 90–100 % поголовья овец инвазированы стронгилятами пищеварительного тракта, причем в большинстве случаев регистрируют смешанные инвазии. В стратегии борьбы со стронгилятозами рациональным является применение антигельминтиков широкого спектра действия в сочетании с пастбищной профилактикой [1].

Учитывая вышесказанное, целью нашей работы была разработка кормовых гранул с антигельминтиками для группового применения овцам и изучение эффективности их использования с целью оздоровления овцеводческих хозяйств от стронгилятозов.

Материалы и методы

Опыты проводили в овцеводческих хозяйствах Шелковского и Ножай-Юртовского районов Чеченской Республики в 2010–2011 гг. В связи с тем, что заражение овец кишечными стронгилятами в условиях хозяйств происходит в форме смешанной инвазии, нами были выбраны эффективные антигельминтики широкого спектра действия и безопасные для группового применения.Опытные овцы до и после завершения опытов подвергались трехкратному копроскопическому исследованию методом Фюллеборна.

Подопытным овцам назначали лечебные корма из расчета по 200 г на овцу с содержанием фенбендазола или альбендазола в дозе соответственно 8 и 5 мг/кг. Кормление проводили до выпуска овец на пастбище. Овцам контрольной группы (75 голов) смесь корма с антигельминтиками не назначали.

Эффективность учитывали через 20 сут после каждой дегельминтизации и в конце опыта в 2012 г. методом «контрольный тест» [1].

Результаты и обсуждение

Опыты, проведенные на 120 овцах разных возрастов, показали, что фенбендазол и/или альбендазол в лечебных кормах в дозе соответственно 8 и 5 мг/кг живой массы при групповом скармливании показали 100%-ный эффект при гемонхозе, 70–97,5%-ный – при нематодирозе и 65–98,9%-ный – при остертагиозе.

Данные предварительных исследований показали, что до обработки лечебными кормами овцы всех возрастов были инвазированы в высокой степени кишечными стронгилятами, а после применения лечебных кормов с фенбендазолом и альбендазолом ЭИ и ИИ животных стронгилятами пищеварительного тракта значительно уменьшилась.

Так, до проведения мероприятий зараженность гемонхами составляла 65–75 %, а через два года инвазированность снизилась до 0,2–2,7 %.

Во всех оздоравливаемых хозяйствах и фермах вскрывали вынужденно убитых животных. Пробы фекалий у овец брали непосредственно из прямой кишки и исследовали на зараженность гельминтами. В каждом хозяйстве проводили также частичные гельминтологические исследования внешней среды.

После изучения хозяйственных вопросов совместно с ветеринарным персоналом, обслуживающим хозяйство и районы, составляли научно-обоснованный план противогельминтозных мероприятий, где указывали способ профилактики и лечения кишечных гельминтозов овец; время и место проведения дегельминтизаций; группы животных, подлежащих обработке; метод применения и дозу лечебно-кормового препарата, а также время повторной обработки.

Применение и внедрение разработанных нами мероприятий проводили с 2010 по 2012 гг. Первоначально работу осуществляли на небольшом подворном поголовье Ногайского и Шелковского районов на молодняке овец численностью 850 голов, инвазированных кишечными нематодами на 78 %.

Подворья расположены в плоскостной зоне Чеченской Республики и в основном занимаются стационарным овцеводством. Осенью овцам задавали лечебно-кормовой препарат из расчета 200 г на голову. Кормление проводили групповым методом в утренние часы до выгона их на пастбище.

Контрольные исследования проб фекалий проводили через 2, 4, 14, 27 сут после дачи препарата. Ни в одной из 90 исследованных проб яиц *Haemonchus contortus* не находили.

Следующую обработку овец этой группы провели в октябре. Результаты показали, что лечебно-кормовой препарат можно успешно применять против нематод. В дальнейшем применение и внедрение разработанных нами мероприятий проводили в хозяйствах девяти районов республики. Для осуществления оздоровительных мероприятий, прежде всего, были подготовлены деревянные корыта для кормов и железные – для водопоя овец, подходы к водопою засыпаны песком. После этого приступили к выполнению противогельминтозных мер.

Овец обрабатывали дважды: весной и осенью до перегона их на основные пастбища лечебно-кормовыми гранулами из расчета 200 г на голову.

Комплекс разработанных нами мероприятий проводили в течение 2–3-х лет и каждый раз с последующим исследованием фекалий овец на наличие яиц трихостронгилид.

Разработанные меры были апробированы в четырех хозяйствах Шелковского района на 8000 овцах, четырех хозяйствах Наурского района на 13400 овцах, на 5000 овцах Ножай-Юртовского района и в хозяйстве Чародинского района на 11000 овцах.

Опыт оздоровления овец от кишечных гельминтозов, проведенный в течение 2–3-х лет в хозяйствах Чеченской Республики, показал правильность выбранного подхода для борьбы с этими инвазиями. Во-первых, уменьшение числа больных животных приводит к значительному снижению инвазионных элементов на объектах внешней среды, в первую очередь, на пастбищах, где в основном происходит их заражение. Исследования, проведенные в производственных условиях, показали, что кормовые гранулы с фенбендазолом (8 мг/кг), а также с альбендазолом (5 мг/кг) из расчета 200 г кормовой смеси на животное обеспечивают при гемонхозе 100%-ную экстенс- и интенсэффективность. Во-вторых, метод группового скармливания кормовой смеси является эффективным, удобным, облегчающим труд практических работников и рекомендован для массовых обработок овец при кишечных стронгилятозах.

Список литературы

1. Архипов И.А. Антигельминтики: фармакология и применение. – М.: Изд-во РАСХН, 2009. – 409 с.

2. Байсарова З.Т., Ирисханов И.В., Давудов Д.М., Гайрабеков Р.Х. Особенности эпизоотологии стронгилятозов пищеварительного тракта овец в Чеченской Республике // Рос. паразитол. журнал. – 2010. – № 4. – С. 48–51.

3. Байсарова З.Т. Распространение гемонхоза в овцеводческих хозяйствах Чеченской Республики, биоэкология Haemonchus contortus // Рос. паразитол. журнал. – 2011. № 2. – С. 21–23.

4. Белиев С.М. Стронгилятозы овец и коз в Чеченской Республике // Рос. паразитол. журнал. – 2009. – № 4. – С. 6–9.

5. Джамалова А.З. Биоэкология нематодир, эпизоотология нематодироза овец и разработка мер борьбы в Чеченской Республике: Дис. ... канд. биол. наук. – 2010. – 125 с.

АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ В СРАВНЕНИИ С КОММЕРЧЕСКИМИ АНТИБИОТИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ

Зельбуни С.С.,
магистрант 2 курса группы БВ-25
Астраханского Государственного Университета, Россия, Астрахань
Сухенко Л.Т.,
Доктор биологических наук профессор кафедры
Астраханского Государственного Университета, Россия, Астроахань
Башпанова С.С.
врач-бактериолог Государственного Бюджетного Учреждения Здравоохранения Астраханской Области Областная Детская Клиническая Больница имени Н.Н. Силищевой, Россия, Астрахань

ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF VEGETABLE COMPONENTS IN COMPARISON WITH COMMERCIAL ANTIBIOTIC PREPARATIONS

Zelbouni S.S.
Master of group BV-25 Astrakhan State University Astrakhan, Russia
Sukhenko L.T.
Doctor of biological Sciences Professor of the Department of Astrakhan State University Astrakhan, Russia
Bashpanova S.S.
doctor-bacteriologist State Budgetary Healthcare Institution of Astrakhan Oblast Oblast Children's Clinical Hospital named after N.N. Silishcheva, Astrakhan Russia

Аннотация

В данной статье рассмотрены проблемы лекарственной резистентности клинических микроорганизмов. Было проведено исследование сравнительной активности антимикробных растительных компонентов дикорастущих растений Аридной зоны Астраханского региона, синтезированных химических противомикробных веществ и коммерческих антибиотиков. В результате проведенных экспериментов обнаружена альтернативная подавляющая активность растительных веществ, новых синтезированных соединений и традиционных антибиотиков в отношении клинических штаммов бактерий.

Abstract

This article discusses the problems of drug resistance of clinical microorganisms. A comparative activity of antimicrobial plant components of wild plants of the Arid zone of the Astrakhan region, synthesized chemical antimicrobial substances and commercial antibiotics was carried out. As a result of the experiments, an alternative inhibitory activity of plant substances, new synthesized compounds and traditional antibiotics against clinical strains of bacteria was found.

Ключевые слова: Антибиотикорезистентность, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus epidermidis, сравнительная активность, синтезированные химические вещества, антибиотики, экстрагируемые растительные компоненты, КОЕ, чувствительность микроорганизмов, минимальные ингибирующие концентрации.

Keywords: Antibiotic resistance, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus epidermidis, comparative activity, synthesized chemicals, antibiotics, extractable plant components, CFU, sensitivity of microorganisms, minimal inhibitory concentrations.

Одной из проблем применения растений для здоровья человека является использование различных компонентов в сочетаниях, частей и целых растений для лечения различных заболеваний. С развитием медицинской и фармацевтической химии многие натуральные препараты со сложностями хранения и неустойчивым действием были заменены на синтетические и успешно применялись в традиционной медицине. Однако через некоторое время специалисты стали обнаруживать массу побочных влияний химических препаратов на органы и ткани человека, вызывающих токсическое действие, аллергизацию организма, развитие новообразований, изменение физиологических функций [Лавренов и др., 2006]. Серьезные проблемы вызывает развитие лекарственной резистентности микроорганизмов к известным синтетическим антимикробным средствам, в связи с уменьшением нормального состава автомикрофлоры и увеличением спектра патогенной микрофлоры, возникшей из условно-патогенных микроорганизмов. Последствия после применения хи-

мических антибиотиков часто приводят к возникновению новых инфекционных процессов, дисбактериозов, бактерионосительства и выделения патогенного возбудителя в окружающую среду [Максютина, 1985]. Поэтому разработка оригинальных антимикробных средств иной природы с новыми свойствами и другим механизмом действия являются наиболее перспективным направлением.

Целью данной работы было проведение исследований сравнительной активности антимикробных растительных компонентов дикорастущих растений Аридной зоны Астраханского региона, коммерческих антибиотиков и синтезированных химических противомикробных веществ. В работе были использованы искусственно синтезированные вещества с противомикробной структурой, диски коммерческих антибиотиков, экстрагированные противомикробные компоненты растений: цмин песчаный (Helichrýsum arenárium), астрагал лисий (Astragálus dasyánthus), тополь черный (Pópulus nígra), корень солодки голой (Glycyrrhiza glabra) в методе КОЕ и ДЗЗР. Была проведена оценка сравнительной активности в отношении клинических форм микроорганизмов: Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Staphylococcus aureus. В результате исследований были отработаны минимальные активные дозы химических синтезированных веществ, тормозящие рост и развитие изучаемых микроорганизмов. Получена сравнительная активность известных коммерческих антибиотиков (16 штук) в отношении изучаемых микробов. Проведена сравнительная активность экстрагируемых растительных компонентов, отработаны активные дозы в отношении изучаемых микроорганизмов.

Таблица 1.

Сравнительная ингибирующая активность растений в отношении *Staphylococcus aureus* (метод ДЗЗР)

Объекты	ДЗЗР X ± m_x, *мм*	P m_x	**Степень активности**
Гентамицин	**42,0** ± 1,4	0,03	в/ч
Calendula officinalis трав	**15,4** ± *1,3*	0,08	ч
Calendula officinalis соц	8,0 ± 0,3	0,03	м/ч
Achillea millefolium трав	*13,4 ± 0,2*	0,17	м/ч
Achillea millefolium соц	**15,2** ± 0,2	0,11	ч
Achillea millefolium лист	14,1 ± 0,15	0,10	м/ч
Achillea micranta соц	**39,0** ± 0,4	0,01	в/ч
Achillea micranta лист	**17,3** ± 1,2	0,06	ч
Helichrysum arenarium трав	**19,8** ± 0,5	0,04	ч
Helichrysum arenarium соц	**19,5** ± 0,1	0,01	ч
Helichrusum arenarium лист	10,4 ± 0,8	0,07	м/ч
Matricaria chamomilla лист	4,2 ± 0,07	0,16	у
Matricaria chamomilla соц	6,4 ± 0,1	0,01	м/у
Artemisia lerchiana трав	**25,0** ± 0,5	0,03	ч
Artemisia lerchiana поб	6,0 ± 0,3	0,05	м/у

Tanacetum vulgare соц	10,1 ± 0,3	0,02	м/ч
Tanacetum vulgare лист	9,2 ± 0,4	0,04	м/у
Bidens tripartita соц	7,8 ± 0,1	0,01	м/у
Bidens tripartita лист	7,1 ± 0,2	0,02	м/у
Glycyrrhiza glabra лист	11,4 ± 0,75	0,06	м/ч
Melilotus officinalis соц	7,0 ± 0,1	0,001	м/у
Glycyrrhiza echinata пл	7,4 ± 0,15	0,2	м/у
Trifolium pratense соц	7,0 ± 0,01	0,001	м/у
Glycyrrhiza echinata соц	9,3 ± 0,2	0,01	м/у
Glycyrrhiza echinata лист	7,5 ± 0,4	0,05	м/у
Kochia prostrate трава	*2,8 ± 0,07*	0,25	у
Cannabis ruderalis трава	*2,2 ± 0,07*	0,32	у
Atriplex tatarica трава	*0*	0	у
Gleditsia triacanthos пл	0	0	у

Таблица 2.

Сравнительная ингибирующая активность растений в отношении *Pseudomonas aeruginosa* (метод ДЗЗР)

Объекты	ДЗЗР под воздействием экстрактов растений, X ± m_x	P m_x	**Степень активности**
Гентамицин	**26,0** ± 0,8	0,03	в/ч
Calendula officinalis соц	**15,0** ± *1,3*	0,08	ч
Achillea millefolium трав	*13,0 ± 0,23*	0,01	м/ч
Achillea millefolium соц	12,4 ± 1,2	0,09	м/ч
Achillea millefolium лист	11,8 ± 0,9	0,07	м/ч
Achillia micranta трава	**21,0** ± 0,8	0,03	в/ч
Achillia micranta лист	**16,6** ± 0,14	0,02	ч
Achillia micranta соц	**25,0** ± 0,7	0,02	в/ч
Helichrysum arenarium трав	*4,2 ± 0,13*	0,03	у
Helichrysum arenarium соц	**15,6** ± 0,18	0,01	м/ч
Helichrusum arenarium лис	5,0 ± 0,13	0,02	у
Matricaria chamomilla соц	*6,2 ±0,25*	0,04	м\у
Kochia prostrata трава	*2,4 ± 0,18*	0,07	у
Cannabis ruderalis трава	*3,8 ± 0,09*	0,02	у
Glycyrrhiza glabra лист	**13,4** ± 0,75	0,06	м/ч
Artemisia lerchiana поб	7,4 ± 0,15	0,02	м\у
Artemisia lerchiana соц	8,4 ± 0,1	0,01	м/у
Tanacetum vulgare лист	7,8 ± 0,13	0,01	м/у
Bidens tripartita соц	6,6 ± 0,1	0,01	м/у
Bidens tripartite лист	5,2 ± 0,3	0,05	у

Примечание: в/ч – высокочувствительный; ч – чувствительный; м/ч – чувствительный; м/у – малоустойчив; у – устойчив.

Таблица 3.

Сравнительная подавляющая активность растений в отношении *Escherihia coli* (метод ДЗЗР)

Объекты	ДЗЗР под воздействием экстрактов растений, X ± m_x	P m_x	**Степень активности**
Гентамицин	**16,0** ± 0,5	0,03	ч
Calendula officinalis соц	**17,0** ± *1,8*	0,1	ч
Calendula officinalis лист	12,0 ± 0,5	0,04	м/ч
Achillea millefolium соц	10,0 ± 0,4	0,04	м/у
Achillea millefolium лист	*7,0 ± 0,17*	0,02	м/у
Achillea micranta соц	**14,0** ± 0,15	0,1	м/ч
Achillea micranta лист	10,0 ± 0,24	0,02	м/у
Artemisia lerchiana трав	8,0 ± 0,05	0,06	м/у
Helichrysum arenarium соц	**13,8** ± 0,02	0,01	м/ч
Helichrysum arenarium лист	*10,6 ± 0,25*	0,02	м/у
Matricaria chamomilla соц	11,3 ± 0,2	0,01	м/ч
Matricaria chamomilla лист	*5,0 ± 0,08*	0,01	у
Kochia prostrata трава	*2,4 ± 0,18*	0,07	У
Cannabis ruderalis трава	*2,0 ± 0,04*	0,02	У
Glycyrrhiza glabra лист	**15,0** ± 0,16	0,01	м/ч
Melilotus officinalis соц	9,3 ± 0,2	0,02	м/у
Glycyrrhiza echinata пл	13,6 ± 0,9	0,06	м\ч
Trifolium pratense соц	8,3 ± 0,3	0,03	м/у
Glycyrrhiza echinata соц	12,5 ± 0,5	0,04	м/ч
Glycyrrhiza echinata лист	8,0 ± 0,5	0,06	м/у
Sophora japonica соц	0	0	У
*Robinia pseudoacaci*соц	7,5 ± 0,4	0,05	м/у
Glycyrrhiza glabra пл	8,5 ± 0,01	0,01	м/у
Melilotus officinalis лист	6,8 ± 0,3	0,04	м/у
Robinia pseudoacacia пл	12, 0 ± 0,1	0,01	м/ч
Gleditsia triacanthos пл	0	0	У
Sophora japonica пл	7,5 ± 0,2	0,02	м/у

Примечание: в/ч – высокочувствительный; ч – чувствительный; м/ч – чувствительный; м/у – малоустойчив; у – устойчив.

Таблица 4.

Сравнительная активность растительных веществ и антибиотиков в отношении *Staphylococcus epidermidis*

Антибиотики и экстракты	**ДЗЗР,** $x \pm mx$	**Td**	**Степень чувствительности *St. epidermidis***
Левомицетин	**33,2** ± *0,3*	Контроль	в/ч
Фурагин	**23,8** ± *0,2*	12,8	Ч
Цефалотин	14,6 ± *1,4*	12,9	м/ч
Бензилпенициллин	6,2 ± *0,16*	26,2	м/у
Цефатоксим	6,25 ± *0,15*	27,22	м/у
Salvia officinalis	**34,8** ± *1,9*	0,5	в/ч
Helichrysum arenarium	**32,1** ± *1,2*	0,6	в/ч
Allium sativum	**29,9** ± *0,3*	3,2	в/ч
Achillea micranta	**25,2** ± *2,5*	3,2	в/ч
Calendula officinalis	**24,6** ± *2,8*	3,05	ч
Achillea millefolium	**22,8** ± *0,8*	6,2	ч
Glycyrrhiza glabra	**15,0** ± 0,16	8,6	ч
Parmelia vagans	10,1 ± *0,4*	44,8	м/у
Atriplex tatarica	0	0	у

Примечание: в/ч – высокочувствительный; ч – чувствительный; м/ч – чувствительный; м/у – малоустойчив; у – устойчив.

В данных исследованиях использовали ряд специфических антибиотиков для выявления чувствительности в отношении *Staphylococcus epidermidis* в сравнении с экстрактами растений, применяющихся для лечения заболеваний, вызванных данным микроорганизмом в народных и традиционных схемах. Сравнительные данные показывают успешное подавление развития культуры *Staphylococcus epidermidis* традиционными антибиотиками ряда левомицетина, фурагина, а также растений *Salvia officinalis, Helichrysum arenarium, Allium sativum, Achillea micranta, Calendula officinalis, Glycyrrhiza glabra, Achillea millefolium. Staphylococcus epidermidis* оказался слабочувствительным к бензилпенициллину, цефатоксиму, а также *Parmelia vegans* и абсолютно устойчив к *Atriplex tatarica*.

На рисунке 4 четко прослеживается различная степень активности исследуемых растений – *Salvia officinalis, Helichrysum arenarium, Allium sativum, Achillea micranta, Calendula officinalis, Glycyrrhiza glabra, Achillea millefolium*, достоверно не отличающейся от таковой синтетических антибиотиков.

Таблица 5.

Сравнительная антимикробная активность исследованных экстрактов растений против *Staphylococcus aureus* и *Escherihia coli*

Экстракты растений	*Staphylococcus aureus*		*Escherihia coli*	
	ДЗЗР, мм $x \pm mx$	**Степень чувствительности**	**ДЗЗР, мм** $x \pm mx$	**Степень чувствительности**
Achillea micranta	**39,0** ± *0,4*	в/ч	*23,0 ± 1,2*	ч
Achileia millefolium	*16,5 ± 0,2*	ч	*8,7 ± 0,3*	у
Achileia leptophylla	*20,5 ± 1,2*	ч	*9,7 ± 1,3*	м/у
Helichrysum arenarium	*15,0 ± 0,5*	ч	*5,6 ± 1,3*	у
Artemisia lerchiana	*32,5 ± 1,2*	в/ч	*17,0 ± 0,5*	ч
Descurainia Sophia	*19,5 ± 0,8*	ч	*20,5 ± 1,1*	ч
Гентамицин	*42,0 ± 1,4*	в/ч	*20,0 ± 0,8*	ч

Примечание: в/ч – высокочувствительный; ч – чувствительный; м/ч – чувствительный; м/у – малоустойчив; у – устойчив.

Таблица 6.

Сравнительная противомикробная активность в отношении *Staphylococcus aureus* экстрактов растений, карбаматов и 1,2,4-оксидиазолов в методе ДЗЗР (мм)

Обьекты	**Метод ДЗЗР, X** ± m_x			
	Цельные экстракты	**Развед. 1:10 физ. р-р**	**Развед. 1:100 физ. р-р**	**Степень чувствительности**
Achillea micranta	**39,0** ± *0,4*	*20,0 ± 0,5*	*25,2 ± 0,8*	в/ч-ч-в/ч
Achillea millefolium	*16,5 ± 0,2*	*10,1 ± 0,1*	*0*	ч-у-у
Achillea leptophylla	*20,5 ± 1,2*	*0*	*0*	ч-у-у
Helichrysum arenarium	*15,0 ± 0,5*	*10,2 ± 0,7*	*13,7 ± 1,3*	ч-у/ч-у
Artemisia lerchiana	*32,5 ± 1,2*	*11,2 ± 1,2*	*16,5 ± 0,9*	в/ч-м/ч-м/ч
Descurainia Sophia	*19,5 ± 0,8*	*5,0 ± 0,3*	*0*	ч-у-у
Гентамицин	*42,0 ± 1,4*	*22,5 ± 0,1*	*10,0 ± 0,1*	в/ч-ч-м/ч
Карбаматы:				
№ 1	*25,0 ± 0,5*	*23,0 ± 0,5*	*18,7 ± 0,8*	в/ч-ч-ч
№ 2	*11,6 ± 0,5*	*11,5 ± 0,4*	*9,3 ± 0,1*	м/ч-м/ч-м/у
№ 3	*0*	*0*	*0*	у-у-у
№ 4	*7,0 ± 0,5*	*10,1 ± 0,5*	*15,7 ± 0,6*	м/у-м/у-ч
1,2,4-Оксидиазолы:				
1а	*25,0 ± 0,5*	*25,0 ± 0,1*	*16,5 ± 0,8*	в/ч-в/ч-м/ч
7а	*15,5 ± 1,2*	*12,1 ± 0,6*	*10,0 ± 1,5*	ч-м/ч-м/у
6а	*27,2 ± 0,3*	*17,0 ± 1,3*	*17,0 ± 1,3*	в/ч-ч-ч
16а	*10, ± 1,5*	*10,0 ± 1,1*	*5,7 ± 1,3*	м/ч-м/ч-м/у
20а	*30,0 ± 0,8*	*26,0 ± 0,5*	*25,0 ± 1,2*	в/ч-в/ч-в/ч
21а	*0*	*0*	*0*	у-у-у
22а	*20,0 ± 0,4*	*17,1 ± 0,1*	*15,1 ± 0,5*	ч-м/ч-м/ч
Гентамицин	*32,5 ± 0,1*	**17,7** ± *0,3*	**10,0** ± *0,1*	в/ч-м/ч-м/у

Примечание: в/ч – высокочувствительный; ч – чувствительный; м/ч – чувствительный; м/у – малоустойчив; у – устойчив.

Таблица 7.

Сравнительная активность растений против *Staphylococcus aureus* (метод КОЕ)

Объекты	Контроль (КОЕ без растений), $X \pm m_x$	Экстракты растений (КОЕ), $X \pm m_x$	Степень развития колоний *S. aureus*
Glycyrrhiza glabra соц	807,6 ± 1,0	117,0 ± 8,7	8,09
Glycyrrhiza glabra кор	**807,6** ± 1,0	**28,6** ± 0,9	3,5
Glycyrrhiza glabra сем	807,6 ± 1,0	128,6 ± 0,8	6,09
Helichrysum arenarium соц	**807,6** ± 1,0	**3,6** ± 0,2	0,5
Achillea micranta соц	**807,6** ± 1,0	**8,6** ± 0,5	1,1
Robinia pseudoacacia соц	807,6 ± 1,0	17,8 ± 0,2	1,8
Elytrigia repens трава	842,0 ± 10,0	371,0 ± 16,6	17,0
Cynodon dactylon трава	842,0 ± 10,0	294,0 ± 4,2	14,9
Descurainia Sophia трава	842,0 ± 10,0	270,0 ± 8,5	13,1
Populus nigra почки	**807,**6 ± 1,0	**1,0** ± 0, 08	0,1
Populus nigra почки	**807,6** ± 1,0	**1, 8** ± 0,3	*0,2*
Populus nigra кора	**807,6** ± 1,0	**2,6** ± 0,5	*0,3*

Как видно (табл. 7), наибольшее подавление роста колоний отмечено экстрактами почек *Populus nigra*, соцветий *Helichrysum arenarium, Achillea micrantha, Robinia pseudoacacia,* корня *Glycyrrhiza glabra.*

В результате подсчетов выросших колоний стафилококка (рис. 7) на питательной среде (метод КОЕ) обнаружено наибольшее подавление их роста экстрактами почек *Populus nigra* – полное отсутствие колоний (бактерицидное действие), а также *Helichrysum arenarium, Achillea micranta, Robinia pseudoacacia, Glycyrrhiza glabra*. Таким образом, еще один метод подтверждает антистафилококковое действие исследуемых растений дикорастущей флоры Астраханской области. Рисунок 6 наглядно демонстрирует степень активности экстрактов представленных растений в отношении *Staphylococcus aureus:* все растения без исключения подавляют рост колоний, проявляя либо бактериостатическую, либо бактерицидную активность.

Следующим этапом исследований явилось изучение возможности подавления роста микробных клеток *Staphylococcus aureus* разными концентрациями экстрактов растений в суспензиях, а так же влияния экстрактов этих растений, входящих в питательные среды. В таблице 8 представлены результаты отработки минимальных ингибирующих концентраций (МИК) растительных антимикробных веществ в отношении золотистого стафилококка.

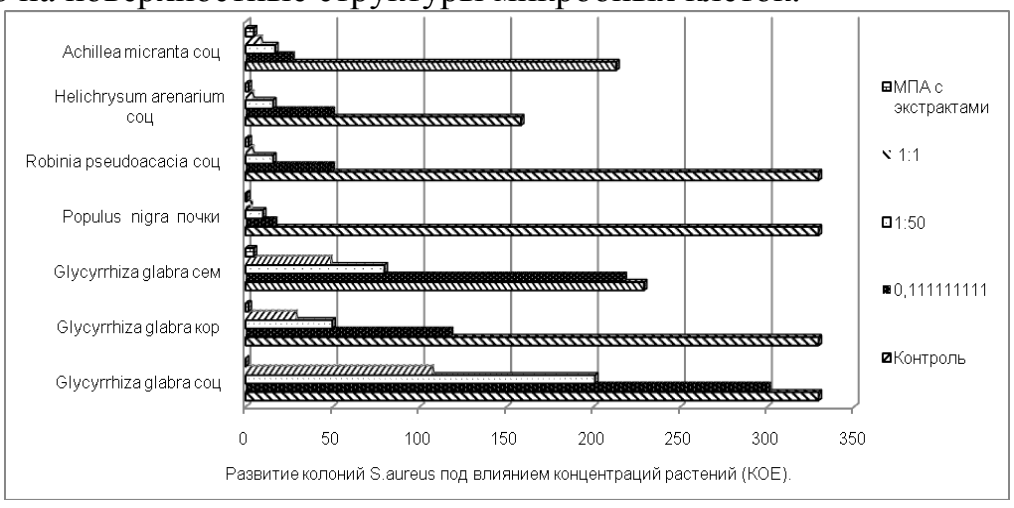
Таблица 8.

Влияние различных доз экстрактов растений на развитие *Staphylococcus aureus* (метод КОЕ – 10,0 × 10^8)

Объекты	***G. glabra* соц.**	***G. glabra* кор.**	***G. glabra* сем.**	***P. nigra* почки**	***R. pseudoacacia* соц.**	***H. arenarium* соц.**	***A. micranta* соц.**
Контроль, без экст.	**329,6** ± 7,9**	**329,6** ± 7,9**	**229,2** ± 7,9*	**329,6** ± 7,9*	**329,6** ± 7,9*	**158,4** ± 1,3*	**213,2** ± 2,5*
1:1000	300,8 ± 0,3*	118,0 ± 18,5*	218 ± 18,5*	16,8 ± 0,9*	**50,0** ± 0,6*	**50** ± 0,6*	26,8 ± 0,9*
1:50	201,0 ± 15,7	49,8 ± 3,8*	79,8 ± 3,8*	10,0 ± 0,9*	15,8 ± 0,7*	15,8 ± 0,7*	17 ± 0,9*
1:10	107,0 ± 8,7*	28,6 ± 0,9*	48,6 ± 0,9*	**2,6** ± 0,5*	**3,6** ± 0,2*	**3,6** ± 0,2*	**8,6** ± 0,5*
МПА + экст.	**0**	**1,6** ± 0,3*	**4,7** ± 0,2	**0,7** ± 1,03*	**1,7** ± 0,2*	**1,7** ± 0,2*	**4,7** ± 1,03*

Как видно из данных таблицы 8, в отношении экстрактов всех растений прослеживается зависимость воздействия на микробные клетки от дозы. Наибольший эффект наблюдается при введении экстракта в питательную среду МПА.

Из рисунка 8 чётко видно, что наибольший эффект ингибиции оказывают растения *Achillea micrantha, Populus nigra, Helichrysum arenarium, Robinia pseudoacacia, Glycyrrhiza glabra.* Наибольшее влияние экстракты оказывают в случае присутствия их в средах для культивирования микроорганизмов. В этом случае можно говорить о влиянии экстрагируемых растительных компонентов на физиологическом и биохимическом уровне, а не только на поверхностные структуры микробных клеток.



Результаты показали, что коммерческие антибиотические вещества (антибиотики) неоднозначно подавляли развитие микроорганизмов, т.е. образование колоний. Так, в отношении *Staphylococcus aureus* наибольшую активность обнаружили в методе ДЗЗР антибиотики гентамицин, меропенем, линезолид, имипенем, ципрофлоксацин. В отношении *Klebsiella pneumoniae*

–амикацин, гентамицин, ципрофлоксацин, имипенем, меропенем. Рост *Escherichia coli* подавляли антибиотики: цефтриаксон, меропенем, ципрофлоксацин, имипенем. Экстракт почек тополя задерживал рост *Staphylococcus aureus,* что говорит о довольно высокой активности этого экстракта и высокой чувствительности исследуемых микроорганизмов к химическим веществам (флавоноидам почек тополя). Вещества корня солодки также были активны в отношении *Staphylococcus aureus* , а грамотрицательные бактерии *Klebsiella pneumonia* и *Escherichia coli* к корню солодки оказались более устойчивы. Представлены также результаты обнаружения минимальной ингибирующей активности некоторых синтезированных химических соединений С2 и Х6, которые показали довольно высокую активность в отношении всех штаммов исследуемых микроорганизмов. Таким образом, в результате обнаружена альтернативная подавляющая активность растительных веществ, новых синтезированных соединений и традиционных антибиотиков в отношении клинических патогенных штаммов бактерий. Исследования будут продолжаться далее.

Литература:

1. Великородов, А. В. Синтез и антимикробные свойства 3-5-дизамещенных изоксазолинов и карбаматных групп / А. В. Великородов, Л. Т. Сухенко // Химико-фармацевтический журнал. – 2003. – № 1. – С. 24–27.
2. Забелин, А. В. О чувствительности к антибиотикам палочек синезелёного гноя и влиянии гектамицина на ферменты патогенности изученных штаммов / А. В. Забелин, З. В. Савельева, В. А. Кочетова // Актуальные вопросы современной микробиологии и иммунологии. – 1982. – № 3.–С.22–23
3. Лавренов, В. К., Современная энциклопедия лекарственных растений / В. К. Лавренов, Г. В. Лавренова. – СПб : Эксмо, 2006. – 271 с.
4. Максютина Н. П. Растительные лекарственные средства / Н. П. Максютина, Н. Ф. Комисаренко, А. П. Прокопенко и др. – Киев, 1985. – 354с.
5. Сухенко, Л. Т. Биологически активные вещества некоторых растений и механизмы противомикробной активности / Л. Т. Сухенко // Биологические исследования. – 2009. – № 1 (1). – С. 13–17.
6. Сухенко, Л. Т. Биологически активные вещества некоторых растений и механизмы их противомикробной активности / Л. Т. Сухенко // Естественные науки. – 2010. – № 3 (32). – С. 166–175.
7. Сухенко, Л. Т. Разработка фитопрепаратов «ГЛИЦИР-ФИТ» с противотуберкулезной активностью / Л. Т. Сухенко и др. // Биоресурсы, биотехнологии, экологическое развитие регионов юга России : мат-лы докл. Междунар. конф. – Сочи, 2007. – С. 71–75.
8. Сухенко, Л. Т. Противомикробная активность азотосодержащих компонентов некоторых растений Астраханской области / Л. Т. Сухенко, Н. А. Иванова // Азотосодержащие гетероциклы, синтез, свойства, применения : сб. науч. тр. – Астрахань : АГПУ, 2000.

ГЕОЛОГІЧНІ НАУКИ

ИЗ ИСТОРИИ ГЕОТЕРМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАЗАНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ (ПОСВЯЩАЕТСЯ 225ЛЕТИЮ Н.И.ЛОБАЧЕВСКОГО)

Сонин Г.В.
геологический музей
им. А.А.Штукенберга Казанского университета

FROM THE HISTORY OF GEOTHERMAL RESEARCH AT KAZAN UNIVERSITY (DEDICATED TO THE 225TH ANNIVERSARY OF N. LOBACHEVSKY)

Sonin G.V.
geological Museum. A. A. Shtukenberg of Kazan University

Аннотация

На архивных материалах и публикациях начала XIX века показана роль Н.И.Лобачевского в организации геотермических исследований в Казанском университете и продолжение их в наше время школой проф.Н.Н.Непримерова.

Abstract

On archival materials and publications of the early XIX century are shown the role of N.I. .Lobachevsky in the organization of geothermal investigations in the Kazan University and continued them in our time, by the school of prof.N. Neprimerov (1921-2017).

Ключевые слова. Температура недр, глубинный термометр, геотермический градиент, метод Фурье, нейтральный слой.

Keywords. The temperature of the subsoil, deep termometer, geothermal gradient, Fourier method, the neutral layer.

В 1733г. Российской Академией Наук и Адмиралтейством Санкт- Петербурга была организована Великая Северная (Вторая Камчатская) экспедиция. Местом ее базирования и снабжения по приказу Генерал –адмирала князя Ф.М. Апраксина было выбрано Казанское Адмиралтейство, основанное Петром I в 1718 г. За организацию и снабжение экспедиции отвечал лично М.В. Долгоруков, носивший звание генерал-губернатор Казани и Сибири. Руководителем экспедиции был поставлен капитан-командор Витус Беринг. Сама экспедиция была организована фактически по предсмертному завещанию Петра Великого, который с 1713 г. по совету Федора Салтыкова замыслил проложить кратчайший путь в Индию вдоль побережья Северного

Ледовитого океана и опередить англичан в попытке ее захвата и колонизации.

В апреле месяце 1733 года сразу вслед за окончанием ледохода экспедиция Беринга прибыла по Волге в Казань и приступила к строительству маломерного флота на казанских верфях. Вдоль пути следования в Сибирь предполагалось размещать пункты наблюдения за погодой, осуществлять сбор информации о природных ресурсах и создавать базы или центры для дальнейшего изучения территории востока Российской Империи и составлению ее карты. С этого момента в Казани и начал работу первый в здешних местах пункт метеорологических наблюдений. Преподаватель городской дворянской гимназии города Казани Семен Куницын, получивший от команды Беринга все необходимые приборы и инструкции, продолжал вести метеорологические наблюдения в Казани вплоть до 1743 года. Затем из-за отставки Долгорукова и переноса базы экспедиции в Тобольск и Якутск они были прерваны, хотя экспедиция продолжалась после этого еще 27 лет.

После открытия в 1804 г университета в г. Казани метеорологические наблюдения были возобновлены под руководством адъюнкта кафедры физики И.И.Запольского, для чего в Европе были закуплены нужные приборы. Потом при содействии Н.И.Лобачевского, как попечителя учебного округа в 1840-х гг., было открыто еще 20 метеостанций в губернских городах округа от города Вятки на севере до Астрахани на юге и от Пензы на западе и до Тобольска на востоке. Некоторые почвенные глубинные термометры были изготовлены по проекту Н.И.Лобачевского местными мастерами [6, 12] Это были метровой длины свинцовые трубки со стальным сердечником внутри с циферблатом и стрелкой на свободном конце прибора, другой конец был сварен намертво. Разница в коэффициентах линейного расширения двух металлов (свинца и златоустовской стали) позволяла измерять температуру грунта с приемлемой точностью. Приборы не страдали от сырости, имели хорошую чувствительность и прочность, выдерживая сжатие от тяжести грунта при длительной эксплуатации.

12 откалиброванных приборов были установлены в глубоком (около 40 м) колодце во дворе университета, приспособленного Лобачевским для изучения зависимости температуры Земли от климата и особенностей грунта. В архивах университета сохранились документы от 18 декабря 1829 г, касающиеся как обустройства самого колодца, так и изготовления глубинных термометров. Сохранились также документы от 24 июля 1831года о переустройстве беседки под метеостанцию в ботаническом саду университета. [6, с.266-268].

Но у этих исследований была интересная предыстория, начало которой, по всей видимости, положил талантливый молодой врач, производивший замеры температур в шахтах и штольнях в окрестностях оружейного завода города Златоуста на Южном Урале. Его наблюдения, проводимые сначала в

медицинских целях, можно считать началом другого направления температурных исследований развившихся в региональную геотермию. Имя этого любознательного молодого врача было Эдуард Александрович Эверсман. Родился он в Германии, учился в разных университетах: изучал химию, минералогию, геологию, физику и математику и в Марбурге сумел защитить диссертацию по химии. Он бредил исследованиями дальних стран и искал возможность попасть в Центральную Азию. Узнав, что табиб - (лекарь) на Востоке самая уважаемая личность, которую принимают в любых слоях общества, он устремляется в Тартусский университетет, где изучает медицину и в начале 1816 г. защищает диссертацию на степень доктора медицины. В конце этого же года приезжает на Урал к своему отцу (инспектору рудников и организатору Златоустовского оружейного завода) и практикуется там как врач на горных рудниках, специализируясь преимущественно по глазным болезням и в хирургии. Здесь он продолжает свою подготовку к путешествию, интенсивно изучает русский, татарский, арабский и персидский языки, знакомится тесно с нравами и обычиями мусульманского населения и отпускает бороду. Параллельно изучает окрестности Златоуста, рудники, шахты и штольни, которые инспектировал его отец. В горных выработках на различной глубине он регулярно измеряет температуру горных пород и за два года накапливает приличный материал.

Как заядлый натуралист, Эверсман, собирает еще коллекции неизвестных бабочек, ящериц, птиц, изготавливает чучела зверушек, собирает коллекции минералов, гербарии неизвестных в Европе растений и отправляет все это сначала в Берлинский музей, а потом в музей Московского Общества испытателей природы и в Зоологический музей Казанского университета. Таким образом, ему удается завести полезные знакомства. Однако его энтузиазм изучать все подряд и исследовать окрестности Златоуста и Оренбурга не приближал его к главной мечте - проникнуть во внутреннюю Азию и изучить ее «белые пятна».

Помочь ему в этом намерении неожиданно решает военный губернатор Оренбурга генерал П.К.Эссен. Он добивается предоставления Эверсману правительственной субсидии. Русское правительство после закрепления в Оренбургском крае давно интересовалось освоением Казахстана и Средней Азии и Эверсман, по-видимому, показался генералу Эссену хорошей кандидатурой для проведения разведки и сбора необходимых сведений о новых землях, полезных ископаемых, и людях, населяющих их.

В ответ на письмо генерала П.К.Эссена царь Александр I выделил на экспедицию Эверсмана 3000 рублей серебром, и направил генералу П.К.Эссену секретную инструкцию, содержание которой до сих пор неизвестно. Некоторую сумму для приобретения снаряжения ему выделяет также прусское Министерство духовных дел.

Переодевшись купцом Эверсман 10 октября 1820 г. отправляется с караваном в Бухару и уже 18 декабря достигает Бухары и поселяется там в

караван-сарае. Но в Бухаре его узнает один из шпиков бухарского эмира, видевший Эверсмана в Оренбурге в другом обличии. Бухарский эмир, подозревая в нем русского шпиона, дает задание своим людям на пути каравана в Индию тихо его убрать. Но кто-то из караванщиков успевает предупредить Эверсмана об отданном приказе и тот сбегает, прервав свой опасный вояж. С русским посольством А.Ф.Негри, через Арал и Астрахань, он возвращается в Оренбург. В 1823 году его книгу о путешествии в загадочную Бухару выпускает Берлинское издательство и Э.А.Эверсман становится популярным в Европе человеком. Но со своей мечтой увидеть внутреннюю Азию, ему пришлось распроститься навсегда.

Однако, за два месяца пребывания в Бухаре он успел сделать очень много и оправдать полученные средства. В костюме купца он сумел тайно сделать съемку, никому неизвестной тогда Бухары, и используя часы одного из послов, прибывших к эмиру, определил ее точные координаты, изучил связи и товарооборот ее с Персией, Афганистаном, Монголией, Китаем, таинственным Тибетом и Индией. Именно это и хотели знать Географические общества и заинтересованные министерства Германии, Франции и России. Для нас важно то, что в колодцах Бухары он измерил температуру воды, намного более низкую, чем имеют поверхностные пески Кызыл-Кумов, что для многих казалось загадочным.

Давние температурные измерения Эверсмана, сделанные им в шахтах и штольнях Урала, в 1828 г. пригодились профессору кафедры физики Казанского университета А.Я.Купферу, который вместе с химиком К.К.Клаусом совершали тогда поездку по Уралу [1]. Целью их поездки было ознакомление с рудниками и состоянием горной промышленности. От горного инспектора копей в Златоусте А.Ф.Эверсмана, отца нашего путешественника, А.Я.Купфер получил замеры температур в глубоких горизонтах Уральских гор, собранные еще в 1816 - 1818 гг.

Так же как и Э.А.Эверсман после пребывания в Бухаре, сведения о рудниках Урала и материалы их совместного путешествия с К.К.Клауссом А.Я.Купфер опубликовал в книге «Voyage dans l`Oural». Выдержки из нее, касающиеся температуры глубоких горизонтов Уральских гор, в 1829г. были опубликованы также отдельными статьями в «Казанском вестнике» № V-VI и VII под названием «О средней температуре воздуха и почвы в некоторых местах Восточной России», за подписью «А.П.». Под этим псевдонимом скрывался знаток немецкого языка Алексей Покровский – переводчик, приставленный университетом к Купферу, не знавшего русского языка, помогавший ему в общении с русскими чиновниками и учеными [2].

Эти публикации оказались первой попыткой выявить геотермический градиент и обратную ему величину – геотермическую ступень на востоке Европейской части России. Понимая научную ценность этих материалов Купфер выступил с докладом в Санкт- Петербургской Академии наук 18 февраля 1829 г. и сделал публикацию в «Poggendorff `s Annalen der Physik

und Chemie J. 1829,S 52». После публичных выступлений в печати и перед ученым сообществом по такому интересному вопросу последовало избрание А.Я.Купфера в Петербургскую Академию Наук, и он вскоре покидает Казань и приступает к исследованиям магнитного поля Земли на новом месте.

Метеорологические наблюдения в Казани после него продолжил приглашенный из Германии профессор физики Э.А.Кнорр, улучшивший конструкцию глубинных термометров Лобачевского. В целом при Лобачевском оснащенность университета физическими приборами не уступала лучшим университетам Европы, только Париж и Вена превосходили Казанский Университет в этом смысле [12].

В 1833 и 34 гг. число температурных замеров доходило до 3650 в год, но измерения внезапно были прекращены из-за скопления в колодце углекислого газа и возникшей опасности отравления оператора спускавшегося в колодец. Сведения о смертельных случаях отравления углекислотой в Собачьей пещере близ Неаполя в это время стали известны и в Казани.

С 1841 г. температурные измерения были возобновлены, но производились только в верхнем почвенном слое, которым интересовался лично Лобачевский, в связи с задуманной им интродукцией новых растений в своем имении в деревне Козловке на Волге. Было сделано свыше 5 тыс. замеров и получены необходимые данные о тепловом режиме почв.

Улучшенные Кнорром почвенные термометры были сделаны по той же простой схеме Лобачевского, (т.е. биметаллические трубчатые, но удлиненные до двух саженей, что повышало их точность). Они зарывались в почву на глубину пол-аршина, причем концы их с измерительным устройством были выведены в запирающуюся на замок проветриваемую будку, в которой оператор и производил записи отсчетов. Результаты наблюдений публиковались в газете «Казанские известия», а с 1820 г. в «Казанском вестнике» и были изданы Э.А.Кнорром в виде отдельной тетради «Метеорологических наблюдений» в Ученых записках 1841г.[13].

В научно- педагогическом наследии Н.И.Лобачевского, тщательно собранном к 150- летнему юбилею открытия неевклидовой геометрии математиками П.С.Александровым, И.Н.Бронштейном, Б.Л.Лаптевым, А.П.Маркушевичем, В.В.Морозовым и А.П.Норденом и изданном в 1976 г [6], приводится найденный текст замечаний и комментариев Н.И.Лобачевского к упомянутой работе А.Я.Купфера. Этот текст показывают разносторонний характер интересов Н.И.Лобачевского не только как математика ищущего практического приложения знаний математики к истолкованию различных явлений природы, но и неравнодушного руководителя Университета, болеющего за высокий научный уровень и безупречность публикуемых под его эгидой трудов.

В современном науковедении приводится много основополагающих принципов, высказанных выдающимися учеными прошлого и настоящего

(таких как принцип Мопертюи, Ле-Шателье, Пьера Кюри и Эйнштейна), говорящих как надо проводить научные изыскания, чтобы избежать ошибок и не впасть в лженауку. Среди них есть очень простой принцип польского математика Гуго Штейнгауза, который гласит: «*если одну и ту же задачу поручить различным специалистам, причем один из них будет математик, то математик решит задачу быстрее и качественнее чем любой другой специалист*». Этот замечательный принцип современной науки уже давно, начиная с великого Лобачевского, применялся учеными Казанского университета. Например, А.М.Бутлеров – выдающийся химик и основатель теории строения органических молекул, по своему образованию был не только химиком, как все думают, а учеником натуралиста Э.А Эверсмана и почитателем Н.И.Лобачевского. Выступая перед широкой публикой с лекциями о науке, он не раз касался вопросов значения математики в вопросах естествознания [17]. И именно ему принадлежит, можно сказать, первая формулировка принципа Штейнгауза. В одном из своих выступлений он так и сказал, что «если кто-то хочет что-то доказать в науке вне области чистой математики, то он скорее всего обречен на неудачу». Не будучи учеником великого геометра, Бутлеров вряд ли смог бы создать свою теорию структуры изомеров и таутомерии. Проходя стажировку в Европейских университетах, он надолго останавливается в Париже в лаборатории Ш. А. Вюртца, который разделял идею геометрического различия в строении молекул изомеров . Так, что принцип Штейнгауза, согласно этим соображениям, должен называться принципом Бутлерова-Штейнгауза, ради восстановления его приоритета в возвеличивания роли математики в науке.

Возвращаясь к замечаниям Лобачевского на работу физика А.Я. Купфера, можно не удивляться тому, как он так быстро и толково смог в ней разобраться и вскрыть все недочеты, которые просмотрели академики, посчитавшие Купфера достойным избрания в свои ряды. Может быть, Николай Иванович хотел этим показать - кто был по настоящему достоин избрания в члены Академии. Но он тут ошибался, немецкие ученые в его время явно имели приоритет перед русскими учеными. Читая со студенческих лет (с1814г.) лекции в университете по математической физике, он опирался на работы выдающихся французских ученых: П.С.Лапласа, С.Д.Пуассона, Ж.Б.Фурье, Ш.О.Кулона, Ж.Л.Лагранжа, А.М.Лежандра, Гаспара Монжа, А.М.Ампера, Д.Ф. Араго и немецких - таких как: Карл Фридрих Гаусс, Александр фон Гумбольдт и др. [3,4].

Кстати, интерес Лобачевского к температуре земных недр происходит, по-видимому, от А.Гумбольдта, что подтверждается записью на 11странице его «записной книжки» 1823 г.[6,с.563], где есть записи не только о температуре недр, но и о подземных термальных источниках, об уровне снеговой линии в горах на разных широтах, об измерении значений силы притяжения Земли и гор, о тепловой циркуляции вод в Ледовитом океане, и об аэролитах (метеоритах).

В вычислениях геотермического градиента А.Я.,Купфер допустил непростительную ошибку, свидетельствующую о его не глубоком понимании вопроса, – температуру почвы на глубине 1м он брал, не обращая внимания на дату и сезон замера. Лобачевский, следуя аналитической теории Фурье распространения тепла в верхнем слое Земли, сразу заметил, что это может сильно исказить величину геотермического градиента, поскольку в данном случае не учитывается переменная составляющая температурной волны порождаемой годовым циклом хода температуры, определяемой солнечным прогревом почвы (рис.1). Лобачевский справедливо заметил, что на небольших глубинах в таком случае надо брать среднегодовую температуру, что и делают современные исследователи.

Полное затухание годовых колебаний, по мнению Лобачевского, должно происходить на глубине около 25 метров от поверхности. Ниже этой глубины, замеренные температуры можно брать уже без *учета дат измерения* - температура там, по теории Фурье, будет постоянной, и зависит только от широты местности и типа горных пород геологического разреза (т.е. от их теплопроводности и температуры нейтрального слоя), (рис. 3). Лобачевский очень подробно и почти современным языком поясняет читателю эту ошибку, допущенную Купфером [6, с. 402-410]. В этом нет ничего удивительного, Купфер не был таким талантливым педагогом как Лобачевский, который стремился довести понимание предмета у своих учеников до полной ясности. Об этом хорошо сказал однажды декан бывшего физмата Казанского университета доцент Юрий Матвеевич Молокович (в последствие академик РАН) на одном из семинаров геотермической группы кафедры радиоэлектроники, руководимой проф. Н.Н.Непримеровым: «пока ты сам не прочитал курса лекций по предмету студентам, считай, что предмета ты не знаешь». И поэтому, к стати, можно согласиться с якобы странным утверждением Б.В.Болгарского [7], что свое открытие проблемы оснований геометрии и «теории параллельных» Н.И.Лобачевский сделал благодаря своему *таланту дотошного основательного педагога,* и только позже по времени, проснулся в нем ученый–геометр и исследователь, позволивший ему решить проблему пятого постулата Евклида и сделать еще немало интересных открытий. Об этом свидетельствует и Карл Фридрих Гаусс, который, сначала совершенно не понял, как Остроградский и весь научный мир, «Геометрию» Лобачевского. Он понял это, только прочитав ее в популярном изложении, изданном немецкой фирмой Финке в виде тоненькой книжечки под названием «Геометрические исследования по теории параллельных линий»[5], в которой тот блестяще, как на уроке, объяснил суть своего открытия. Именно за этот блестящий ясный стиль изложения Гаусс и представил кандидатуру Лобачевского к избранию в члены–корреспонденты Королевского научного Общества в Геттингене, статус которого равнялся Академии

наук. Всем членам этого Общества он рекомендовал ознакомиться с книжечкой Н.И.Лобачевского, чтобы усвоить, как необходимо писать научные работы, чтобы тебя поняли оппоненты.

В другой части разбираемого труда Купфера, Лобачевский делает еще одно существенное замечание, в котором подчеркивает, что использование даже средних величин не всегда дает правильный результат. Речь идет о тех случаях, когда замеры производятся в мерзлых грунтах, температура которых зимой оказывается ниже 0^{o} С. Замерзание почвенной влаги, создает движущуюся фазовую границу с различными коэффициентами теплопроводности и различным направлением тепловых потоков в зависимости от выделения или поглощения тепла при фазовом переходе воды. Летом такие грунты долго оттаивают и в годовом цикле тепловой баланс, связанный с промерзанием, оттаиванием и фильтрацией (точнее сказать с тепломассопереносом) жидкой воды не всегда симметричен, поэтому даже средние температуры не обеспечивают нужной точности определения их теплового состояния. Лобачевский понял эту особенность мерзлых и талых грунтов, требующих, как теперь сказали бы решения дополнительной сложной задачи Стефана.

Чтобы избежать ошибок, допущенных Купфером, он предложил просто использовать замеры, сделанные ниже зоны промерзания, т.е. в однородном во всех отношениях слое грунтов. А.Я. Купфер на промерзание грунтов в горах Урала не обратил внимания и допустил еще одну ошибку, исказившую полученные им значения геотермической ступени. Но самое главное, как отметил Лобачевский, Купфер не пользовался методом наименьших квадратов при обработке данных (Лобачевский для шахт Златоуста получил 25,5 м/1^{o}С, вместо 24,4м/1^{o}С у Купфера). Поэтому он невысоко оценил сочинение последнего и не опубликовал его в трудах университета.

Позже такая же участь постигла и сочинение знаменитого астронома и участника Антарктической экспедиции И.М.Симонова, касающееся вычисления некоторых интегралов и уже опубликованное в Париже. Чтобы сгладить возникшую неблагополучную ситуацию с известным участником открытия Антарктиды, Лобачевский предложил Совету университета выкупить у издателя часть французского тиража работы И.М.Симонова для бесплатной раздачи его студентам – ученикам Симонова. Остается только пожалеть, что такие высокие требования к университетским публикациям у нас теперь напрочь забыты.

Наука в России в XIX веке развивалась стремительно, и проникновение ее достижений в практику шло также очень быстро. Открытие природных зон В.В. Докучаевым: тундры, лесотундры, тайги, зоны широколиственных лесов и зоны степей, полупустынь и пустынь требовало научного объяснения не только с точки зрения почвенно-растительного покрова, но и с точки зрения температур (климата и распределения осадков). Академик Г.И.Вильд – директор Главной физической обсерватории (ГФО), организуя в1870 г.

сеть гидрометеорологических станций в России, составил подробную инструкцию по ведению наблюдений. В этой инструкции предусматривалось измерять кроме температуры воздуха и осадков еще и температуру почвы на разных глубинах с целью охватить процесс теплообмена между атмосферой и литосферой Земли. Эти данные стали использоваться при интродукции новых культур на обширных площадях в различных природных зонах Российской Империи.

С тех пор, как акад. Вильд заложил основы такого комплексного наблюдения за метеорологическими процессами, было собрано и опубликовано много томов разнородной информации о температурах, осадках, ветрах, росах, инеях, грозах и штормах. Но единой теории климата и связи его с подстилающей поверхностью и глубинами Земли предложено не было. Научных работ и учебников по физической и динамической метеорологии тогда еще не существовало. Но теперь они есть и напрашивается вопрос, почему до сих пор для характеристики климата используется только статистическая обработка температуры воздуха и их сумм, отдельно - хода влажности и др. параметров [11]. Предсказание погоды и создание моделей климата требует совсем другой информации и другой математики. Если верить специалистам по теории вероятностей и математической статистики, то статистика оставляет исследователя на уровне эмпирического материала и почти ничего не проясняет. Проникновение в суть процессов требует введения в оборот уравнений математической физики и учета энтальпии процессов, на их основе уже можно строить физические и термодинамические модели климата, ограничиваться статистическими моделями никак нельзя [11]. Квалифицированно связать температуры воздуха и почвы можно только путем изучения самих тепловых процессов (энтальпии воздушных масс), при этом эргодическая теорема требует обработки статистического материала совершенно конкретно, т.е. по моментам прихода и ухода воздушных масс, их влажности и радиационному балансу, а не осреднением температур воздуха по числам календаря (неделям, декадам или месяцам), как это делается в метеорологии. Моделирование с помощью уравнений математической физики является высшей стадией математизации естествознания. Возникает вопрос простой и законный, не понятно, почему сих пор не налажена органическая связь метеорологии с климатологией, особенно при исследовании теплообмена с подстилающим деятельным слоем Земли.

С точки зрения обеспечения моделирования методика обработки метеорологических данных должна быть другой. Проблема формулируется как получение представительных данных из метеорологических наблюдений для построения адекватной климатической модели, так чтобы эти данные подтверждали климатологию, а не расходилась с ней по непонятным причинам. Проблема такого расхождения и непредставительности метеорологических данных для характеристики климатов в полном объеме была поднята в свое время, при обсуждении с авторами статей по климату для

Татарской Энциклопедии и поэтому здесь озвучивается возможный вариант ее решения. С физической точки зрения традиционное календарное осреднение только портит первичный точный наблюдательный материал, только потому, что он не привязан к природному процессу, а привязан к календарю. Может быть именно поэтому климатология и метеорология не находят общего языка. Геологи-стратиграфы, например, производят расчленение многослойных геологических разрезов на конкретные ритмы седиментации, задаваемые природой, а не разделяют слои геологических разрезов ровно по 100 метров или по миллиону лет, как метеорологи по пятидневкам, декадам и месяцам. Нужны другие инструкции метеорологам по наблюдению за погодой и по методам обработки результатов наблюдений, где границы фронтов воздушных масс служили бы естественными границами, внутри которых следует производить осреднение и температур и влажности и вычисление их энтальпий. Календарное осреднение расчленяет природный процесс на искусственные отрезки без учета естественных границ метеорологического процесса, т.е. прихода воздушных масс и всех происходящие при этом фазовых переходов. Не статистическое календарное сглаживание приближает нас к хорошим результатам для решении задач моделирования климата, а работа в точно заданных естественных границах воздушных масс безотносительно к календарю, с учетом их собственных энтальпий и энтальпии динамических процессов на границах. Понятно, что это будет другая более адекватная природе метеорология.

На примере температуры почвы оказалось, что громадный накопленный за 150 лет массив информации вообще не обрабатывался с этой точки зрения. В 1966 году по поручению зав. кафедрой радиоэлектроники КГУ проф. Н.Н.Непримерова была начата такая обработка этого громадного массива информации. Предложенный в работе [8] метод определения тепло-физических параметров и глубин залегания нейтрального слоя позволил построить карту для всей территории бывшего СССР (рис.3), отличную от карты Н.А.Огильви [15]. Геотермия, как наука, наконец, получила параметры верхнего граничного условия для своих построений, а метеорология способ вычисления коэффициентов температуропроводности грунтов в деятельном слое без искусственного привлечения таблиц Чудновского [14] . Основой этих вычислений как раз и является давно известный метод Фурье (рис. 1, 2) и сами материалы многолетних наблюдений. К сожалению ни метеорологов, ни климатологов этот метод не заинтересовал, хотя идея академика Вильдта, состыковать атмосферные и почвенные тепловые процессы, наконец, может быть осуществлена в полном объеме. Результаты опубликованы и были представлены на Геологическом конгрессе в Китае [10]. Китайские ученые моментально использовали наш метод и построили такую же карту для своей территории. Вместо 2000 точек использованных для *карты нейтрального слоя* России китайцы набрали только 700, но карту нейтраль-

ного слоя Китая сделали. Повторим еще раз, почему до сих пор обнаруженный логический разрыв в обработке метеорологических данных, так и не преодолен, и построение моделей климата основывается на простой статистике? И пусть собственный тепловой поток Земли в 800 раз слабее Солнечного, в тепловом балансе приземного слоя воздуха, в микроклимате форм рельефа и в агробиологии почв он играет очень заметную роль [16] благодаря большой теплоемкости деятельного слоя и тепломассопереноса в нем как собственной влаги так и внешних атмосферных осадков. В поисках экологически чистых и возобновляемых источников энергии деятельный слой литосферы также может еще пригодиться, поэтому его точные математические модели строить необходимо, как того хотели Н.И.Лобачевский и Г.И.Вильдт еще на заре метеорологических и геотермических исследований.

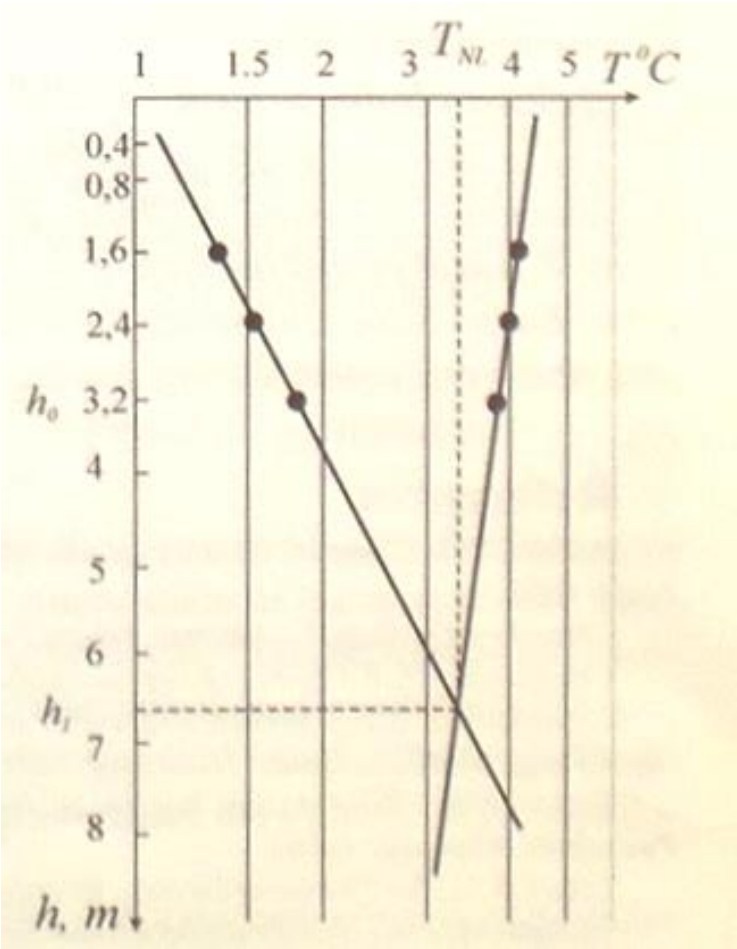


Рис.1 Идеальный ход температур в годовом цикле от поверхности земли в глубь до нейтрального слоя, описываемый как затухающие синусоиды с декрементом D.

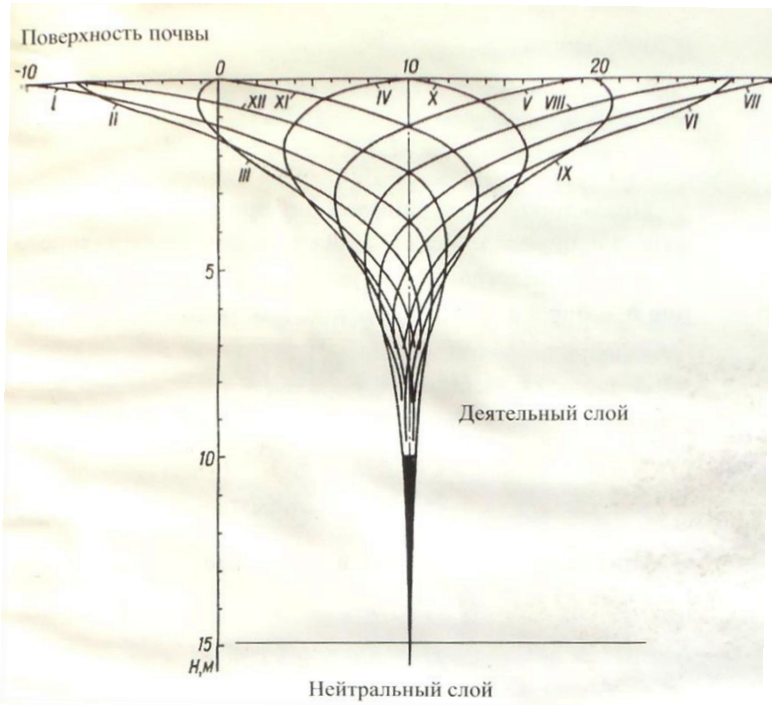


Рис.2 Логарифмическая анаморфоза рис.1 показывает, что огибающие экспоненты минимальных и максимальныхс среднемесячных температур в почвогрунтах ниже зоны промерзания действительно подчиняются закону Фурье. На этом рисунке видно, что температуропроводность α *–автоматически получается как эффективная величина из замеренных температур на трех глубинах. В зоне промерзания прямые линии превращаются в ломаные. Купфер и Огильви такой обработки данных не делали.*

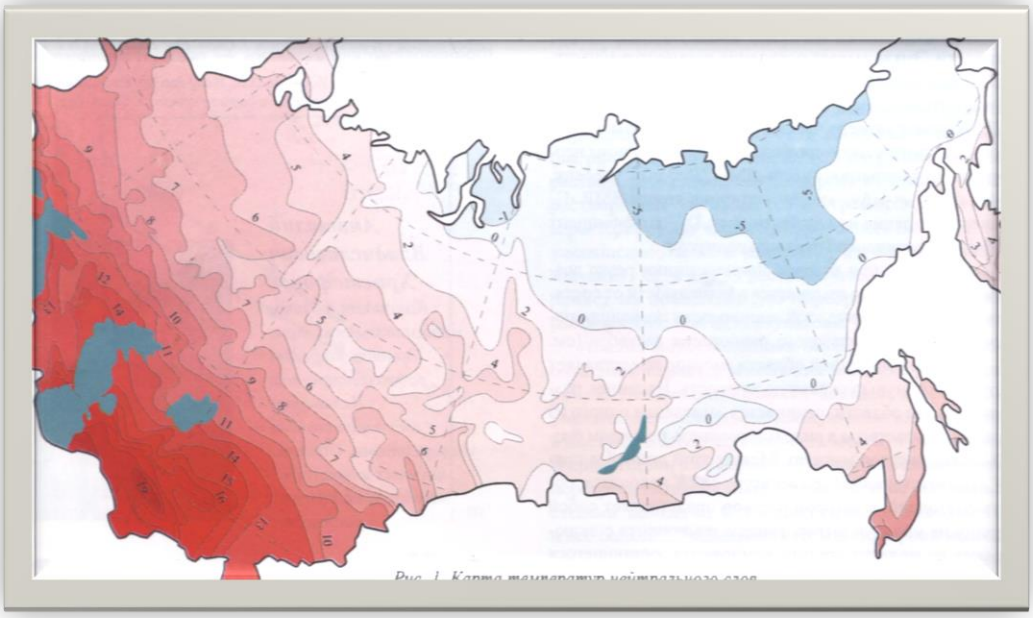


Рис.3.Карта температур нейтрального слоя СССР, 1968, представленная в работе [8] и схема обработки информации из Справочника по климату СССР по методу Фурье.

Огибающие экспонент почвенных температур дают значения декремента затухания температурных волн – ***D***, угол пересечения прямых дает коэффициент температуропроводности в деятельном слое – ***α,*** температура нейтрального слоя - ***t*** °С получается как проекция точки пересечения на ось температур при точности измерений 0,1°С по данным службы ГУГМС. Вычисления ведутся по следующим формулам, справедливость которых видна из чертежа:

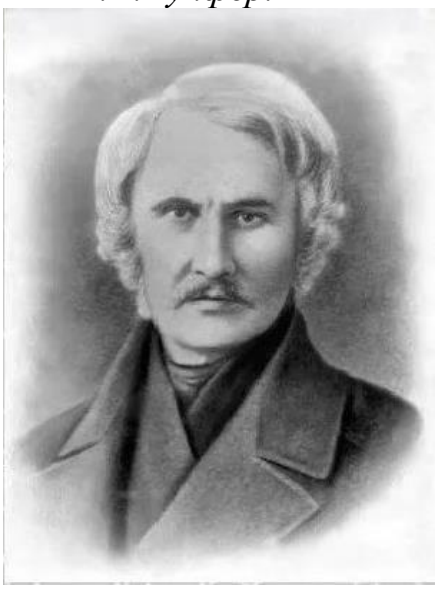
декремент затухания $D = (\ln A_{h_0} - \ln A_{h_1})/(h_0 - h_1) = (\pi/\alpha\tau)^{1/2}$,

коэффициент температуропроводности $\alpha = \pi / D^2\tau = \{\pi/\tau(h_0 - h_1)\} / \ln A_{h_0}$

и глубина залегания нейтрального слоя $H_{нс} = h_1 + 24{,}8\sqrt{\alpha}$.

А.Я.Купфер.

Н.И.Лобачевский.



Э.А.Эверсман

А.М.Бутлеров.

Литература

1. *A.Kupffer,* Voyage dans l`Oural, Paris, 1883

2. *А.П.* О средней температуре воздуха и почвы в некоторых местах Восточной России», Казанский вестник №5-6 и 7, с. 66-82, 144-194, за 1829 год.

3. *Biot,* Traite de physique mathematique et experimentale. Paris, 1816.

4. *Фурье*. Аналитическая теория тепла, Париж, 1822.

5. Лобачевский Н.И. Геометрические исследования по теории параллельных линий. Изд. АН СССР, 1945, 176 с.

6. *Лобачевский Н.И*. Научно-педагогическое наследие. Изд. Наука, 1976, с.254, с.266 -268, с.402-410 и с.563.

7. *Болгарский Б.В*. Казанская школа математического образования. Казань,1966.

8. *Сонин Г.В.* Нейтральный слой и методы его изучения.// «Термозаводнение нефтяных месторождений. Изд. КГУ, 1971, с 137-140,

9. *Сонин Г.В*. Теплофизические свойства почвогрунтов и температура нейтрального слоя территории СНГ. Журнал Георесурсы №1(5), 2001, с. 16-19.

10. *Gennady V. Sonin.* «Termal Properties of Soils and the Temperfture of Neutral Layer within the Territory of Commonwealth of Independent States». Georesources, № 1(4), 2001, p.12-14.

11. Климат Казани и его изменения. Изд. КГУ, 2006, 216 с.

12. *Кнорр Э.А*. Журнал министерст. народн. просвещеня,1849, т. XIV, отд.III, с.1. и Ученые записки Казанского университета , т.107, вып. 3, с.10.

13. Он же. Ученые записки Казанского университета , 1841, т.1, вып. 3, с.10.

14. *Чудновский А.Ф*. Теплофизика почвы. Наука, 1976, 352 с.

15. *Огильви Н.А*. Нейтральный слой в геотермическом поле и методы определения его температур./ Геотермические исследования и использование тепла Земли. Наука, 1966, с.100 – 109.

16. *Фролов Н.М.* Температурный режим гелиотермозоны. Недра, М, 1966, 156 с.

17. Бутлеров А.М. 1828-1928. Сб. статей. Л.1929.

КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ ПРИ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ И ЕЁ АССОЦИИРОВАННЫХ ФОРМАХ

Лапко И.В.
Доктор медицинских наук, старший научный сотрудник Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи

CLINICAL-FUNCTIONAL CHANGES OF THE ORGAN OF VISION IN VIBRATION DISEASE AND ITS ASSOCIATED FORMS

Lapko I.V.
Doctor of Medical Sciences, Senior Researcher The Federal Budgetary Institution of Science "Federal Scientific Center for Hygiene F. F. Erisman "Rospotrebnadzor, Mytischi

Аннотация

Рассмотрены возможные клинико-функциональное изменения органа зрения у пациентов с вибрационной болезнью и её ассоциированных формах. Доказана целесообразность использования современных методов исследования органа зрения в системе проведения профилактических осмотров у длительно работающих с производственной вибрацией.

Abstract

Possible clinical and functional changes in the organ of vision in patients with a vibrational disease and its associated forms are considered. The expediency of using modern methods of examination of the visual organ in the system of carrying out preventive examinations in long-term working with industrial vibration is proved.

Ключевые слова: вибрационная болезнь, зрительный анализатор, офтальмоскопия, оптическая нейропатия, гипертоническая ретинопатия, диабетическая ретинопатия

Keywords: vibration disease, visual analyzer, ophthalmoscopy, optical neuropathy, hypertensive retinopathy, diabetic retinopathy

Сохранение и укрепление здоровья работающего населения, составляющего основу социально-экономического благополучия общества, признано приоритетным направлением отечественного здравоохранения. В этой связи развитие концепции безопасности в медицине труда, направленной на устранение явной и потенциальной опасности здоровью человека,

связанной с воздействием факторов рабочей среды, приобретает особую актуальность [4].

В структуре современной профессиональной патологии лидируют заболевания, связанные с воздействием физических факторов. В отдельных отраслях (машиностроение, горнодобывающее производство, технологический автотранспорт, стройиндустрия) вибрационная болезнь преобладает среди других форм профессиональных заболеваний [7].

Вибрационная патология характеризуется полиморфностью симптоматики с преимущественным вовлечением в патологический процесс сосудистой, нервной и скелетно-мышечной систем. Являясь физическим стрессом, вибрация вызывает разнообразные нейровегетативные и соматические реакции в организме [1].

Зрительный анализатор посредством значительного количества анатомических и физиологических механизмов связан со всем организмом, поэтому часто при общих и профессиональных заболеваниях в нём возникают морфофункциональные изменения [11].

В литературе приводятся единичные сообщения об изменении отдельных функций глах у лиц с вибрационной болезнью. Пациенты с такой патологией наиболее часто жалуются на ухудшение зрения, особенно при выполнении работы, требующей напряжения аккомодации, чувство песка в глазах, покраснение глаз и слезотечение. Наиболее заметные функциональные изменения заключаются в ослаблении аккомодации. Описаны также расширение слепого пятна, концентрическое сужение поля зрения на белый и хроматические цвета [10].

При биомикроскопии глаза особенно часто выявляются изменения в сосудах конъюнктивы и эписклеры. Спазм сосудов нередко сочетается с их расширением, атонией. Вибрационные поражения вызывают неравномерность калибра сосудов, их извитость, ампулообразные расширения вен, образование микроаневризм, появление мелких геморрагий [14].

Изменения сосудов сетчатки аналогичны. В одних случаях преобладает картина, напоминающая гипертоническую ангиопатию сосудов сетчатки с преимущественными явлениями ангиоспазма, в других - атонические сосудистые изменения, свойственные гипотонической ангиопатии сетчатки. Изменения гидродинамики глаза у лиц с вибрационной болезнью выражены значительно слабее по сравнению с сосудистыми нарушениями [13].

Нарушения зрения отмечаются во время работы при действии вибрации, но могут сохраняться некоторое время после её прекращения. У лиц, длительно работающих в условиях вибрации, возможны стойкие изменения зрительных функций.

Отмечено, что при хроническом воздействии вибрации снижается светочувствительность сетчатки и происходит сужение полей зрения [9]. Установлено, что наиболее чувствительным к длительному воздействию вибра-

ции в зрительном анализаторе является слепое пятно [6]. Описаны дисциркуляторные расстройства в системе ретинальных сосудов, вторичные ангиопатии у больных вибрационной болезнью [12].

Оценка морфофункциональных характеристик органа зрения у пациентов с хроническим воздействием вибрации свидетельствует о формировании симптомокомплекса, включающего офтальмоскопические признаки, характерные для оптической нейропатии: наблюдается расширенная экскавация диска зрительного нерва, перипапиллярная атрофия, встречаются кровоизлияния на диск зрительного нерва и стушеванность его контуров. У работающих вне зависимости от вида воздействия вибрации развиваются дистрофические изменения, как со стороны зрительного нерва, так и со стороны центральной зоны сетчатки [8].

Превышение предельно допустимого уровня вибрации, особенно в комплексе с другими неблагоприятными факторами производственной среды, приводит к формированию метаболической недостаточности, являющейся патогенетической основой развития производственно обусловленных соматических заболеваний коморбидных вибрационной болезни, особенно в группе стажированных рабочих. Многочисленные исследования посвящены изучению механизмов формирования вегетативной дисфункции, артериальной гипертензии, атеросклероза коронарных и церебральных сосудов, эндокринопатий при хроническом воздействии вибрации [3].

При артериальной гипертензии (АГ) сочетанной с вибрационной болезнью изменения сосудов сетчатки обусловлены нарушением микроциркуляции, гипертрофией мышечного слоя сосудистой стенки, локальным спазмом артерий, застоем в венулах. К числу наиболее ярких субъектиных симптомов относят снижение остроты зрения, мелькание «мушек», пятен, кругов перед глазами. Исследование сосудов глазного дна, выявляет признаки гипертонической ретинопатии (кровоизлияния, экссудаты, отёк соска зрительного нерва) - объективные признаки поражения органа зрения при ассоциированной форме вибрационной болезни с АГ. Выявленные при офтальмоскопическом исследовании отклонения являются первыми симптомами и помогают в установлении диагноза [11].

Воздействие производственной вибрации приводит к формированию инсулинорезистентности посредством комплекса нейроиммуноэндокринных взаимодействий и нарушений гомеостаза, что сопровождается высоким уровнем глюкозы крови, гиперинсулинемией и последующим формированием сахарного диабета 2 типа [5].

Пациенты с гипергликемией предъявляют жалобы на понижение зрения, чёрные точки и пятна перед глазами. Офтальмологическое обследование выявляет вторичную неоваскулярную глаукому, поражение роговицы в виде точечных кератопатий, рецидивирующих эрозий, трофической язвы, эндотелиальной дистрофии, отмечаются блефариты, блефароконъюкти-

виты, иридоциклиты, редко поражаются глазодвигательные нервы. Сахарный диабет ассоциирован с быстрым развитием катаракты, но стойкая его компенсация позволяет замедлить процесс помутнения хрусталика.

Отёк сетчатки и очаговые изменения при сахарном диабете часто локализуются в макулярной области, что приводит к снижению остроты зрения и появлению относительных или абсолютных скотом в поле зрения. Поражение области желтого пятна (диабетическая макулопатия) может появиться на любой стадии заболевания в экссудативной, отечной или ишемической формах. Последняя имеет неблагоприятный прогноз в отношении зрения. Диабетическая ретинопатия является одной из причин слепоты среди населения. Патологические изменения на глазном дне возникают в большинстве случаев через 5-10 лет от начала заболевания [2].

Таким образом, определенные изменения органа зрения при вибрационной болезни и её ассоциированных формах свидетельствуют о целесообразности исследования органа зрения у работающих в контакте с вибрационным фактором. Осмотр глазного дна (прямая офтальмоскопия с широким зрачком) раз в год должна относиться к обязательным методам обследования при длительном контакте с производственной вибрацией, что позволит выявить нарушения зрения на ранних этапах заболевания и провести соответствующую коррекцию. Внедрение в систему проведения профилактических офтальмологических осмотров у работающих с виброгенерирующим оборудованием принципов донозологической диагностики позволит предотвратить риск развития офтальмопатологии, ведущей к инвалидизации работников трудоспособного возраста.

Литература

1. Артамонова В.Г., Мухин Н.А. Профессиональные болезни. М.: «Медицина», 2004.- 480с.

2. Балаболкин М.И., Клебанова Е.М., Креминская В.М. Дифференциальная диагностика и лечение эндокринных заболеваний: Руководство.- М.: Медицина, 2002.-752с.

3. Бодиенкова Г.М., Лизарев А.В. Патогенетическая роль нарушений иммунореактивности организма в механизмах взаимосвязи гипоталамо- гипофизарно- надпочечниковой и тиреоидной систем при вибрационной болезни // Медицина труда и пром. экология.-2005.-№ 12.-С.25-27.

4. Бушманов А.Ю. Состояние профпатологической службы в субъектах Российской Федерации и пути ее совершенствования // Доклад на Всероссийском конгрессе «Профессия и здоровье». М., 2010.

5. Кирьяков В.А., Лапко И.В. Влияние производственных факторов на формирование инсулинорезистентности у горнорабочих// Санитарный врач.-2014.-№2.-С14-17

6. Колбанов В.В., Медведев В.И. Влияние вибрации на слепое пятно зрительного анализатора// Гигиена труда и профессиональные заболевания.- 1973.-№8.-С. 49-52.

7. Лагутина Г.Н., Прокопенко Л.В., Рудакова И.Е. Вибрационная болезнь в условиях современности // Материалы II Всероссийского съезда врачей-профпатологов. Ростов-на-Дону, 2006. С. 186–188.

8. Малышева В.В., Петров С.А. Морфо-функциональная характеристика органа зрения у пациентов с вибрационной болезнью //Офтальмология.-2014.-Т.11, №4.-С.47-53

9. Медведовская Ц.П., Павлюк А.Ф. О функциональном состоянии зрительного анализатора у лиц, подвергающихся воздействию общей низкочастотной толчкообразной вибрации// Гигиена и санитария.- 1973.-№4.-С.42-46

10. Можеренков В.П., Чемный А.Б. Изменения органа зрения при воздействии вибрации// Офтальмологический журнал.- 1982.-№3.-С.180-182.

11. Трухан Д.И., Лебедев О. И. Изменение органов зрения при заболеваниях внутренних органов. М.: Практическая медицина, 2014.- 208с.

12. Шовкань Н. Г., Вахницкий А.С. Ретинальные сосуды, внутриглазное и ретинальное давление у больных вибрационной болезнью// Офтальмологический журнал.- 1972.-№ 2.-С. 44-46

13. Agarwal H.C., Gulati V., Sihota R. The normal optic nerve head on Heidelberg Retina Tomograph II Ind .J. Ophthalmol.- 2003.-51 (1)-P.25-33.

14. Toprak AB, Yilmaz OF. Relation of optic disc topography and age to thickness of retinal nerve fibre layer as measured using scanning laser polarimetry, in normal subjects. Br J. Ophthalmol.- 2000.- 84 (5).-P.473-478.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА D_3 В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Казанцев Е.В.
ФГБНУ ВНИИКП
Москва

IDENTIFICATION AND DETERMINATION OF VITAMIN D3 CONTENT IN AQUEOUS SOLUTIONS BY THE INFRARED METHOD SPECTROSCOPIES

Kazantsev E.V.
Federal state budgetary scientific institution All-Russians scientific research Institute of confectionery industry (FSBSI RCRICI)
Moscow

Аннотация

Задачей данного исследования была идентификация и определение содержания витамина D_3 (холекальциферола) в водных растворах различной концентрации современным аналитическим методом инфракрасной спектроскопией с целью дальнейшего определения данного витамина в обогащенных сахаристых кондитерских изделиях. Данный метод предлагается использовать как эффективный экспресс метод для оценки содержания витамина D в кондитерских изделиях.

Abstract

The task of this study was to identify and determine the vitamin D_3 content in aqueous solutions of various concentrations by modern analytical method by infrared spectroscopy in order to further determine this vitamin in enriched saccharic confectionery products. This method is proposed to be used as an effective express method for estimating the vitamin D_3 content in confectionery products.

Ключевые слова: витамин D_3, метод инфракрасной спектроскопии, сахаристые кондитерские изделия

Keywords: Vitamin D_3, infrared spectroscopy, sugar confectionery

Введение: Витамины являются незаменимыми микронутриентами для организма человека. Совсем недавно указывалось, что потребителям требуется относительно не большое разнообразие витаминов для протекания реакций обмена в организме. В настоящее время большое количество людей ежедневно потребляют витамины в количествах, до 100 раз превышающих

рекомендуемые уровни приема, с целью повышения тонуса, предотвращения ОРВИ, ликвидации нервных перенапряжений и повышения потенции, более того, появились рекомендации приема витаминов в целях профилактики рака.

Кальциферол или витамин D уникален по сравнению с другими витаминами и широко известен как «солнечный витамин». Наиболее встречаемая форма холекальциферол или D_3. В отличие от других витаминов синтезируется в нашем организме при активации ультрафиолетовым излучением 7-дегидрохолестерина в коже. Иная распространенная форма эргокальциферол или D_2 получаемый при свете из эргостерина. Основная форма витамина D в организме это активный метаболит 25-гидроксихолекальциферол, который далее гидроксилируется в соответствующие метаболиты, наиболее сильнодействующим из которых является 1,25-дигидроксихолекальциферол.

Рекомендованная суточная потребность витамина D_3 по данным медицинского института национальной академии наук (США) установленная в 1997 году составляет для потребителей до 50-ти лет 200 IU/day (1 IU= 0,025 мг чистого холекальциферола) , 400 IU/day для лиц от 51-го до 70-ти лет и 600 IU/day после достижения 71-го года. Позднее в 2010 году национальная академия медицины (США) экспертным консенсусом утвердила суточные нормы потребления в 600 IU/day для лиц от 1-70 лет и 800 IU/day для лиц от 70-ти лет и выше.

В настоящее время существует несколько методов определения витамина D_3. Основным международным арбитражным является метод жидкостной хроматографии высокого давления AOAC 2010 (HPLC 979.24). Метод позволяет отделять пре- и цис- изомеры витамина D_3 среди прочих изомеров, по измеренному известному чистому стандарту цис- изомера витамина D_3. Метод обладает высокой чувствительностью, так в 1 г. порошка или 1 мл водной дисперсии обнаруживается 25000 IU холекальциферола. Также применяется метод спектроскопии в ультрафиолетовом диапазоне. Типичная кривая спектра для раствора 10 мг/мл холекальциферола имеет коэффициент экстинкции 18692 при длине волны 264,8 нм и 282 нм для 7-дегидрохолестерина изомера.

Хроматографические методы требуют дорогостоящего оборудования и высокого уровня подготовки персонала.

Наш Институт предлагает экспресс метод идентификации витамина D_3 в водных растворах методом инфракрасной спектроскопии в области 400-4000 $см^{-1}$. Данный метод позволяет получать информацию о молекулярном строении исследуемого вещества, распознает функциональные группы соединения, типы связей и молекулярные конформации, а спектральные полосы в полученных колебательных спектрах являются индивидуальной характеристикой с конкретной информацией о биологической матрице.

Нами были получены и охарактеризованы инфракрасные спектры водных растворов витамина D_3 известной концентрации (рисунок 1). Инфракрасные спектры поглощения получены с помощью инфракрасного спектрофотометра IRAffinity-1 компании Shimadzu (Япония).

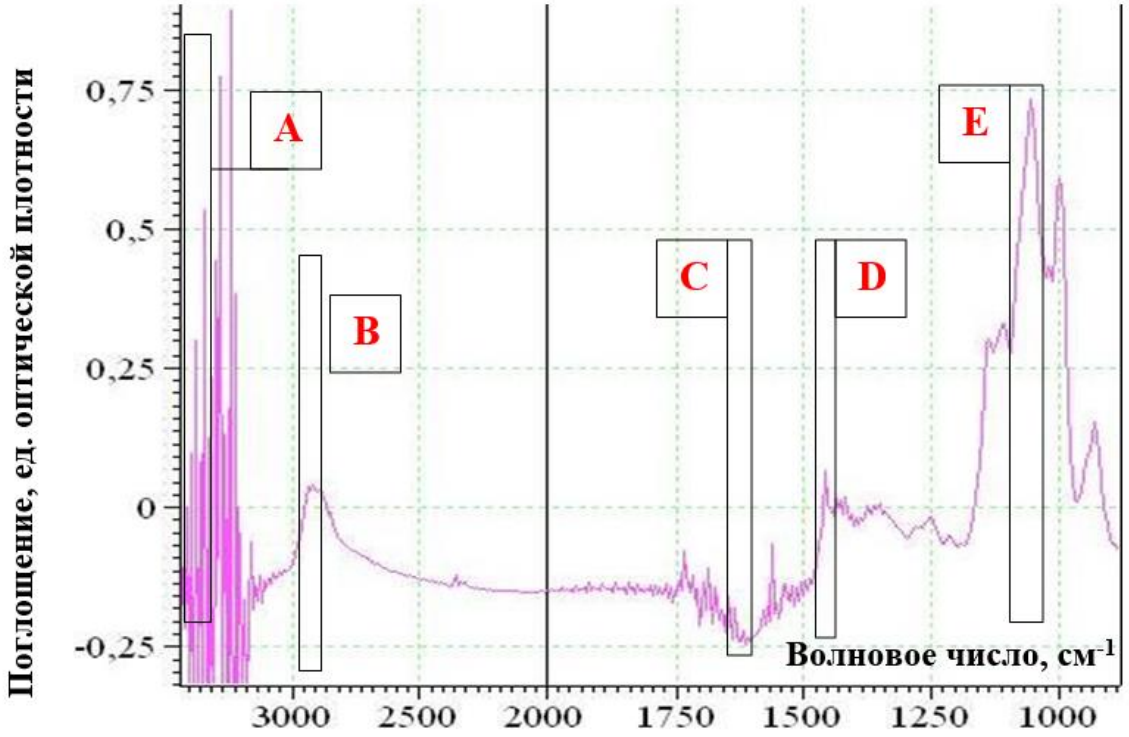


Рисунок 1. Инфракрасный спектр поглощения водного раствора витамина D_3 концентрацией 0,15 мг/мл

Данные спектры содержали характерные частоты поглощения соответствующие витамину D_3 (таблица 1).

Таблица 1

Области поглощения водных растворов содержащих витамин D3 и их характеристика

Область	Длина волны, $см^{-1}$	Структурные характеристики и вид колебаний молекул	Интенсивность пиков
A	3350	- OH (растяжение)	сильная
B	2934	- CH (растяжение и изгиб)	сильная
C	1642	-C=C- (растяжение)	слабая
D	1458,1438,1375	- CH (растяжение и изгиб)	средняя
E	1053	- C-OH (растяжение)	сильная

Полученный спектр витамина D_3 имеет сильное поглощение в областях A, B, D, E. Данные области могут служить идентификационными маркерами

наличия витамина D_3 в исследуемом водном растворе, особенно интенсивен пик при 3350 $см^{-1}$ относящийся к гидроксильным группам витамина.

На основе полученных данных метод инфракрасной спектроскопии может служить экспресс методом оценки содержания холекальциферола в водных растворах. Дальнейшие исследования будут направлены на определение витамина D_3 в обогащённых им сахаристых кондитерских изделиях.

Литература

1. Feldman J., Wesley P., John S. A. Third Edition Vitamin D [Text] / J., Feldman, P.Wesley, S. A. John // Elsevier, – 2011, 2144p.

2. Instruction manual operation Guide IRAffinity – 1 [Text] // Shimadzu Corporation. Kyoto, Japan – 2007.

3. Simana E., Simian R., Portnoy S., Jaffe A., Dekel B.Z. Feasibility studi - vitamin D loading determination by FTIR-ATR [Text] / E. Simana, R. Simian, S. Portnoy, A. Jaffe, B.Z. Dekel // Информационно-управляющие системы, 2015. № 3. С. 107-111.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ С ГОРНЫМИ ПОРОДАМИ КАК ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ О СОДЕРЖАНИИ ЖЕЛЕЗА ПРИ КАРОТАЖЕ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН

Азарян А.А.,
Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой моделирования и программного обеспечения,
Криворожский национальный университет
Азарян В.А.,
Кандидат технических наук, доцент
Кафедра открытых горных работ,
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»
Гриценко А.Н.,
Младший научный сотрудник,
Криворожский национальный университет
Трачук А.А.,
Кандидат технических наук, доцент,
Кафедра моделирования и программного обеспечения,
Криворожский национальный університет
Серебреников В.М.
Кандидат технических наук, доцент
Кафедра высшей математики
Донецкий национальный университет экономики и торговли имени МихаилаТуган-Барановского

MATHEMATICAL MODEL OF INTERACTION OF GAMMA RADIATION WITH ROCKS AS A SOURCE OF INFORMATION ON THE CONTENT OF IRON IN THE LOGGING OF BLAST HOLES

Azaryan A.A.
Doctor of technical Sciences, Professor,
head of the Department of simulation and software
Kryvyi Rih national University
Azaryan V.A.
Candidate of technical Sciences, associate Professor
The Department of open cast mining
Shee "Krivoy Rog national University»
Trachuk A.A.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Department of Modeling and Software
Kryvy Rih National University
Grischenko A.N.
Junior Scientific Cell Mine
Krivoy Rog National University
Serebrenikov V.M.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Chair of Higher Mathematics

Аннотация

Современные требования к качеству добываемых железных руд указывают на необходимость оперативного контроля содержания железа. Измерение содержания железа в добываемой руде приводит к необходимости математического моделирования взаимодействия гамма-излучения с горными породами как источника информации о содержании железа при каротаже взрывных скважин.

Abstract

Modern requirements to the quality of extracted iron ores indicate the need for operational control of iron content. Measurement of iron content in mined ore leads to the need for mathematical modeling of the interaction of gamma radiation with rocks as a source of information on the content of iron during well blasting.

Ключевые слова: каротаж, зонд, скважина, гамма-излучение, математическая модель, теория подобия, имитационное моделирование.

Keywords: logging, probe, borehole, gamma radiation, mathematical model, similarity theory, simulation.

1. Введение

Современные требования к качеству добываемых железных руд указывают на необходимость оперативного контроля содержания железа. Одним из путей совершенствования оперативного контроля содержания железа в массиве является применение каротажных зондов (КЗ) в шарошечных скважинах. Вместе с тем, учет реальных условий измерения содержания железа приводит к практически непреодолимым трудностям. Как один из возможных путей преодоления этих трудностей является использование результата взаимодействия гамма-излучения с железными рудами как источника информации о содержании железа. Математическое моделирование взаимодействия гамма-излучения с железными рудами при применении КЗ позволяет оценить влияние на процесс измерения содержания железа основных факторов, исключив второстепенные.

2. Литературный обзор

Анализ результатов исследований и публикаций по контролю содержания железа в массивах с применением КЗ в скважинах показал, что в большинстве случаев не уделяется должного внимания вопросам точности измерений в зависимости от параметров КЗ [11,12,13,14].

3. Цель и задачи исследования

В современных условиях добычи железных руд достаточное внимание должно быть уделено вопросам, связанным с точностью измерения содержания железа, которая определяется, в частности, конструктивными особенностями КЗ. Как один из возможных путей решения этих вопросов является математическое моделирование взаимодействия гамма-излучения с гор-

ными породами как источника информации о содержании железа при каротаже скважин с целью нахождения оптимальных конструктивных параметров КЗ [14].

4. Основная часть

Для измерения содержания общего железа с помощью КЗ применяется гамма-гамма метод, основанный на эффекте взаимодействия гамма-квантов низкой энергии с веществом. Контролируемый массив облучается, а затем регистрируется интенсивность интегрального потока рассеянного гамма-излучения.

Особенность моделирования процесса измерения содержания железа состоит в построении такой модели, которая бы учитывала зависимость величины интенсивности рассеянного гамма-излучения от геометрических параметров КЗ: расстояния между источником излучения и детектором, расстояния между детектором и отражающей поверхностью, углом падения гамма-излучения на поверхность скважины.

Синтез модели КЗ как измерителя содержания железа логично начинать с известных и апробированных практикой формул, описывающих распространение потока гамма-излучения в сплошной среде [1].

Схема взаимодействия гамма-излучения с веществом приведена на рис. 1.

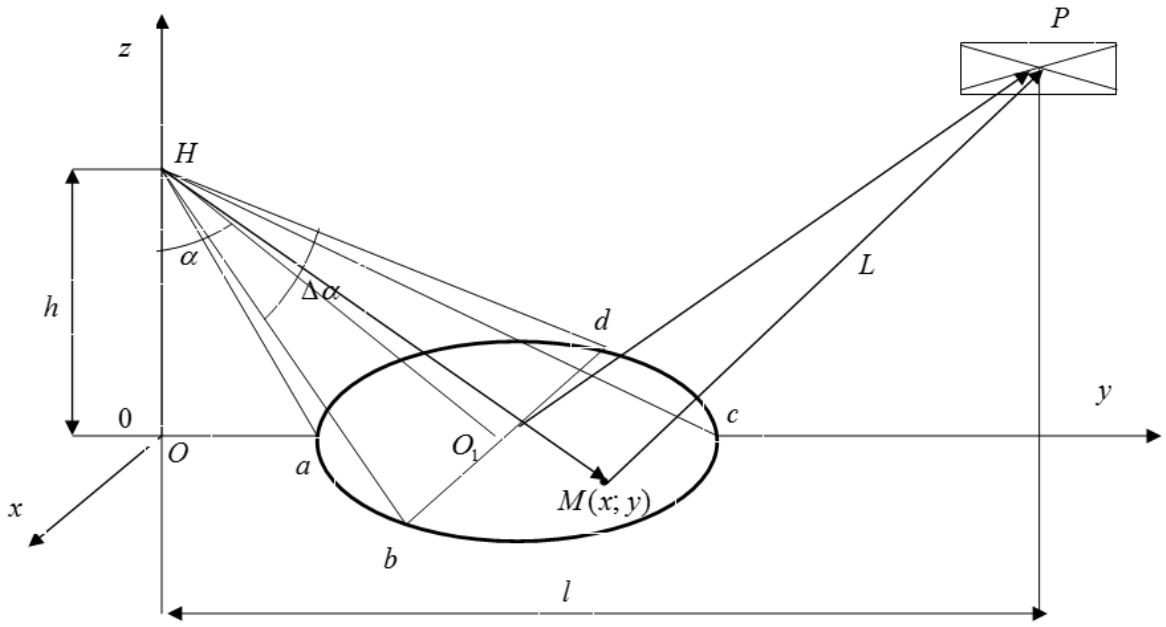


Рис. 1. Схема взаимодействия гамма-излучения с веществом

Поток гамма-квантов исходит из точки H в виде кругового конуса под углом α с углом раствора конуса $\Delta\alpha$. Далее этот поток достигает облучаемой поверхности, образуя «пятно» в виде эллипса. Каждая точка этого «пятна» является источником вторичного (отраженного) гамма-излучения. Отраженное гамма-излучение несет необходимую информацию о состоянии массива, которая включает сведения и о содержании железа в нем. Детектор,

расположенный в точке P, регистрирует и измеряет величину интенсивности гамма-излучения, что дает возможность определить величину содержания железа.

Согласно схеме распространения гамма-излучения, представленной на рис.1, элемент интенсивности потока гамма-излучения, достигшего облучаемой поверхности в точке $M(x,y)$, из источника гамма-излучения, расположенного в точке H, записывается в виде

$$dN(x,y) = \frac{Q \cdot h}{(x^2 + y^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} dxdy, \qquad (1)$$

где Q – активность источника гамма-излучения, кюри

h – расстояние от источника гамма-излучения до облучаемой поверхности, *м*,

$dxdy$ – элемент площади в декартовой системе координат, $м^2$.

В свою очередь, элемент интенсивности потока гамма-излучения, определяемой формулой (1), является источником вторичного гамма-излучения. При этом интенсивность вторичного потока гамма-излучения, попадающего в детектор, расположенный в точке P, находится по формуле:

$$d\tilde{N}(x,y) = \frac{A \cdot h}{L^3(x;y)} dN(x,y), \qquad (2)$$

где $L(x,y)$ – расстояние от точки $M(x,y)$ до точки P, где расположен детектор, *м*,

A – коэффициент альбедо.

При расчете интенсивности вторичного потока гамма-излучения, попадающего в детектор, вводится коэффициент альбедо A, который показывает долю интенсивности этого потока [2]. Согласно схеме распространения гамма-излучения, представленной на рис.1, имеет место

$$L(x,y) = \sqrt{x^2 + (l-y)^2 + h^2}, \qquad (3)$$

где l – расстояние между источником излучения и детектором, *м*.

Принимая во внимание (1) и (3), формула (2) записывается в виде

$$d\tilde{N}(x,y) = \frac{Q \cdot A \cdot h^2}{((x^2 + y^2 + h^2)(x^2 + (l-y)^2 + h^2))^{\frac{3}{2}}} dxdy. \qquad (4)$$

Для нахождения суммарной интенсивности вторичного потока гамма-излучения необходимо провести интегрирование по области D, которую занимает «пятно», образованное первичным гамма-излучением на облучаемой поверхности

$$\tilde{N} = S \cdot \iint_D \frac{Q \cdot A \cdot h^2}{((x^2 + y^2 + h^2)(x^2 + (l-y)^2 + h^2))^{\frac{3}{2}}} dxdy, \qquad (5)$$

где S – площадь детектора.

Для вычисления двойного интеграла (5) нужно свести его к повторным интегралам. Область интегрирования D ограничена эллипсом, каноническое уравнение которого имеет вид,

$$\frac{x^2}{b^2}+\frac{(y-OO_1)^2}{a^2}=1, \tag{6}$$

где $a=\dfrac{h\cdot\sin(\Delta\alpha)}{2\cos(\alpha-0{,}5\Delta\alpha)\cos(\alpha+0{,}5\Delta\alpha)}$,

$$b=h\cdot tg(0{,}5\Delta\alpha)\sqrt{1+\frac{\sin^2 2\alpha}{4\cos^2(\alpha-0{,}5\Delta\alpha)\cos^2(\alpha+0{,}5\Delta\alpha)}},$$

$$OO_1=\frac{h\cdot\sin(2\alpha)}{2\cos(\alpha-0{,}5\Delta\alpha)\cos(\alpha+0{,}5\Delta\alpha)}.$$

Принимая во внимание формулу (6), двойной интеграл (5) можно представить в виде повторных интегралов

$$\tilde{N}=Q\cdot A\cdot S\cdot h^2\cdot\int_{b}^{-b}dx\int_{y_-(x)}^{y_+(x)}\frac{dy}{((x^2+y^2+h^2)(x^2+(l-y)^2+h^2))^{\frac{3}{2}}}, \tag{7}$$

где $y_-(x)=OO_1-a\cdot\sqrt{1-\dfrac{x^2}{b^2}}$, $y_+(x)=OO_1+a\cdot\sqrt{1-\dfrac{x^2}{b^2}}$.

Анализ формулы (7) показывает, что интенсивность рассеянного гамма-излучения $\tilde{N}$ зависит от семи переменных: Q, A, S, h, l, α, $\Delta\alpha$. Исследование формулы (7) как функции семи переменных вызывает определенные затруднения. Поэтому исключительное значение имеет вопрос о числе существенных переменных, определяемых комбинациями семи переменных. Применение теории подобия и анализа размерностей [3] позволяет представить формулу (7) в виде

$$\hat{M}=\int_{-\hat{b}}^{\hat{b}}d\hat{x}\int_{\hat{y}_-(\hat{x})}^{\hat{y}_+(\hat{x})}\frac{d\hat{y}}{((\hat{x}^2+\hat{y}^2+1)(\hat{x}^2+(\hat{l}-\hat{y})^2+1))^{\frac{3}{2}}}, \tag{8}$$

где $\hat{M}=\dfrac{100\cdot\tilde{N}\cdot h^2}{Q\cdot A\cdot S}$, $\hat{b}=\dfrac{b}{h}$, $\hat{y}_-(\hat{x})=\dfrac{y_-(x)}{h}$, $\hat{y}_+(\hat{x})=\dfrac{y_+(x)}{h}$, $\hat{l}=\dfrac{l}{h}$, $\hat{a}=\dfrac{a}{h}$,

$\hat{OO}_1=\dfrac{OO_1}{h}$.

5. Результаты исследования и их обсуждение

Для исследования зависимости, представленной формулой (8) как функции трех переменных: α, $\hat{l}$ и $\Delta\alpha$ были проведены численные расчеты повторных интегралов (8), с помощью комплекса Mathcad [4]. Графики результатов расчетов представлены на рис. 2 и 3.

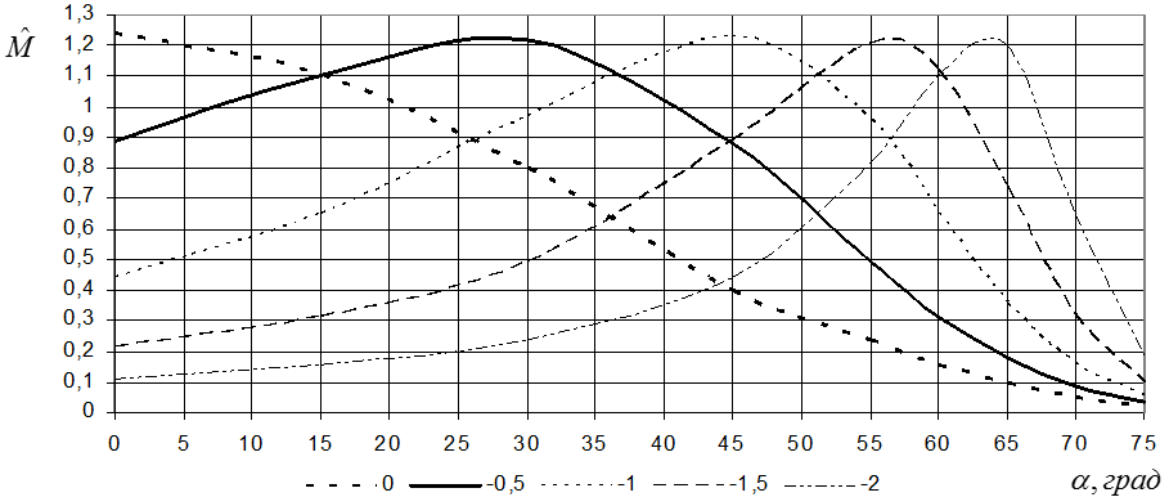


Рис. 2. Зависимость комплекса $\hat{M}$, вычисляемого по формуле (9), от угла падения гамма-излучения на исследуемую поверхность при различных безразмерных расстояниях между источником гамма-излучения и детектором

$(\hat{l} = 0;\ 0{,}5;\ 1;\ 1{,}5;\ 2)$ $(\Delta\alpha = 1{,}8^0)$.

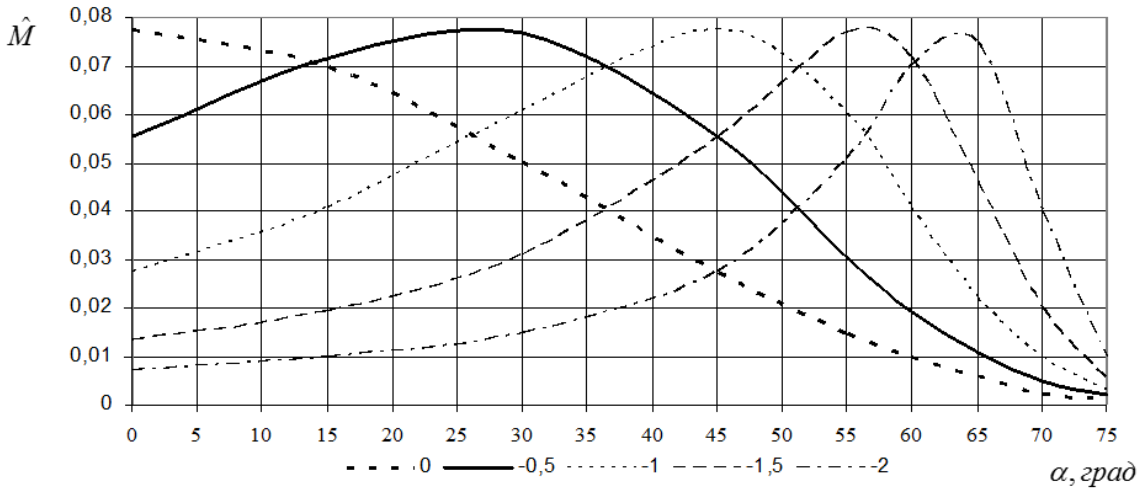


Рис. 3. Зависимость комплекса $\hat{M}$, вычисляемого по формуле (9), от угла падения гамма-излучения на исследуемую поверхность при различных безразмерных расстояниях между источником гамма-излучения и детектором

$(\hat{l} = 0;\ 0{,}5;\ 1;\ 1{,}5;\ 2)$ $(\Delta\alpha = 7{,}2^0)$.

Анализ результатов расчетов показывает, что при различных расстояниях между источником гамма-излучения и детектором $\hat{l}$ зависимость комплекса $\hat{M}$ от угла падения гамма-излучения носит унимодальный характер, достигая одного и того же максимального значения, которое зависит от $\Delta\alpha$

Вместе с тем, наблюдается смещение этого максимального значения вправо вдоль горизонтальной оси при увеличении угла падения гамма-излу-

чения на исследуемую поверхность. На рис. 4 представлены точки, показывающие положение максимального значения комплекса $\hat{M}$ в зависимости от угла падения гамма-излучения на исследуемую поверхность α и расстояния между источником гамма-излучения и детектором $\hat{l}$. Здесь же показаны линии регрессии, которые аппроксимируют точечные данные.

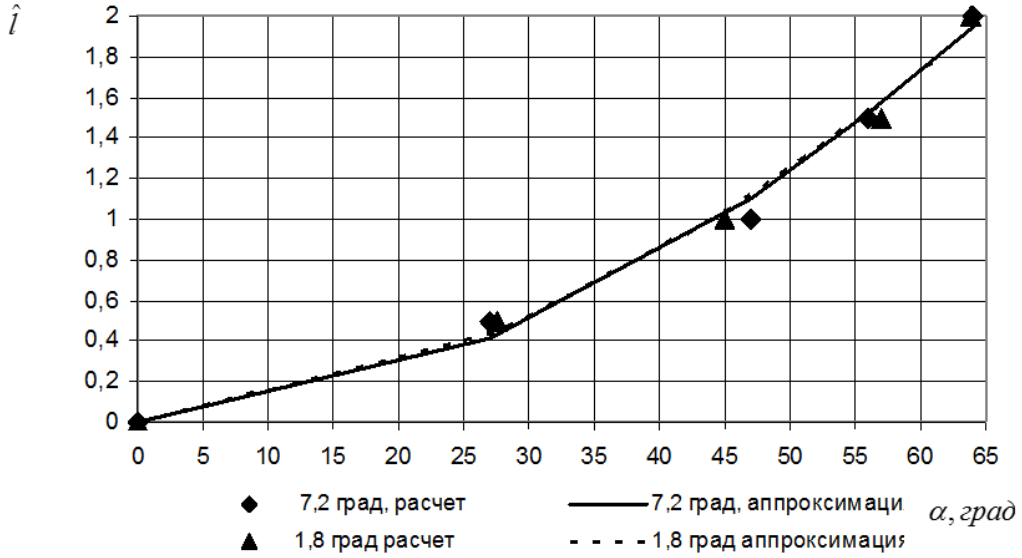


Рис. 4. Положение максимальной величины комплекса $\hat{M}$ в зависимости от угла падения гамма-излучения на исследуемую поверхность α и безразмерного расстояния между источником гамма-излучения и детектором $\hat{l}$

Анализ графиков рис. 4 показывает их практическое совпадение, что позволило аппроксимировать их одним уравнением регрессии второго порядка

$$\hat{l} = (\alpha + 0{,}1 \cdot \alpha^2) \cdot 4{,}1 \cdot 10^{-3}. \qquad (9)$$

На практике должна реализовываться максимальная величина комплекса $\hat{M}$, то есть при выбранном угле падения гамма-излучения на исследуемую поверхность α расстояние $\hat{l}$ должно определяться формулой (9).

Если перейти к размерным величинам, то формула (9) принимает вид

$$l = h \cdot (\alpha + 0{,}1 \cdot \alpha^2) \cdot 4{,}1 \cdot 10^{-3}. \qquad (10)$$

Таким образом, для получения максимальной величины комплекса $\hat{M}$ при нахождении расстояния между источником гамма-излучения и детектором в зависимости от угла падения гамма-излучения на исследуемую поверхность α необходимо также учитывать расстояние от детектора до облучаемой поверхности h (согласно (10), в пределах $1{,}8^0 \le \Delta\alpha \le 7{,}2^0$).

Максимальная величина комплекса $\hat{M}$ зависит от $\Delta\alpha$, изменяясь, согласно проведенным расчетам, от 0,08 до 1,24 при изменении $\Delta\alpha$ в пределах от $1{,}8^0$ до $7{,}2^0$.

Такая зависимость представлена в виде линейной функции

$$\hat{M}_{\max}(\Delta\alpha) = 0{,}217 \cdot \Delta\alpha - 0{,}31 \qquad (1{,}8^0 \le \Delta\alpha \le 7{,}2^0) \tag{11}$$

Полученный результат позволяет, согласно (8), записать соотношение:

$$\hat{M}_{\max}(\Delta\alpha) = \frac{100 \cdot \tilde{N}_0 \cdot h^2}{Q \cdot A \cdot S}, \tag{12}$$

Тогда, согласно (11), находим максимальную величину рассеянного гамма-излучения:

$$\tilde{N}_0 = (0{,}217 \cdot \Delta\alpha - 0{,}31) \cdot 10^{-2} \cdot A \cdot \frac{Q \cdot S}{h^2}. \tag{13}$$

Формула (13) позволяет вычислить максимальную величину интенсивности рассеянного гамма-излучения в зависимости от активности источника гамма-излучения Q, площади детектора S, расстояния от детектора до облучаемой поверхности h и угла $\Delta\alpha$.

В дальнейшем, предполагается целесообразным провести имитационное моделирование на конкретном статистическом материале с привлечением результатов статьи.

Литература

1. Antonov A.V. System analysis / A. V. Antonov, M.: Higher school, 2004. — 454 p

2. Moiseev N. N. Mathematics sets up an experiment / N. N. Moses. - M.: Nauka, 1979. – 512c.

3. Kozin R. G. Mathematical modeling: proc. manual./ R. G. Kozin, M.: MEPhI, 2008. – 89 S.

4. Mashkovich V. P. Protection against ionizing radiation./ V. P. Mashkovich, A. V. Kudryavtseva, A. V. M.: Energoatomizdat, 1995, 495 p.

5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Альбедо.

6. Shipachev V. S. the higher mathematics Course. / V. Shipachev.– M.: Izd-vo Mosk. University press, 1981.– 280s.

7. Gukhman, A. A. introduction to the theory of similarity / AA, Huhman. – M.: Higher school, 1973. – 296 p.

8. Sedov L. I. Methods of similarity and dimension in mechanics / L. I. Sedov.– M.: Nauka, 1987. – 432 p.

9. Shannon K. simulation / K. Shannon. M.: Nauka, 1979.- 256 p.

10. Makarov E. G. Mathcad Training course / E. G. Makarov.– SPb.: Piter, 2009.– 384c.

11. Azaryan A. A. Mathematical simulation of nuclear physical methods of analysis of chrome ores / Azarian A. A., Silvers, V. M. //M. Mining journal. - 1988. - No. 6. - Pp. 25-27

12. Albert Azaryan, Vladimir Azaryan Use of Bourger Lambert Bera law for the operative control and quality management of mineral raw materials, Metallurgical and Mining Industry, 2015 , No. 1 p. 4-9

13. Albert Azaryan Research of influence single crystal thickness naj (tl) on the intensity of the integrated flux of scattered gamma radiation[Електронний ресурс] / A. Azaryan // Metallurgical and Mining Industry.– 2015.– №2.– P. 43-46.

14. Azaryan A. A. Mobile station for logging of blast holes : // A. N. Gritsenko, A. A. Azarian. – Kremenchug: Novi technology. – 2011. - № 4, - Pp. 52-55.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Аманжулова Ж.А.
Докторант 1 года обучения специальности «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», ст. преподаватель кафедры «Автоматизация и управление». Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышбаева
Казахстан, г. Алматы

THE ANALYSIS OF MODERN AUTOMATED CONTROL SYSTEMS TO IMPROVE SAFETY OF TRAINS

Amanzholova J.A.
Doctorate 1 year of study specialty "Organization of transport, traffic and operation of transport», senior lecturer of the chair "automation and control". Kazakh Academy of transport and communications. M. Tynyshbaeva
Kazakhstan, Almaty

Аннотация

Автоматизация контроля технического состояния ответственных узлов ходовых частей вагонов и локомотивов в пути следования – одно из решений задачи повышения безопасности движения поездов. Проведенный сравнительный анализ технических характеристик новых автоматизированных систем управления позволяет делать выводы о том, что каждая из вышеперечисленных систем имеет свои преимущества и недостатки. При выборе системы нужно ориентироваться на окупаемость системы, интенсивность движения на участке, сопряжение с действующими системами и другие характеристики.

Abstract

Automation of the control of the technical condition of the responsible units of running parts of cars and locomotives along the way is one of the solutions to the problem of improving the safety of train traffic. The comparative analysis of the technical characteristics of the new automated control systems allows us to

conclude that each of the above systems has its advantages and disadvantages. When choosing a system, you need to focus on system payback, traffic intensity on the site, interface with existing systems and other characteristics.

Ключевые слова: автоматизация, контроль, обеспечение безопасности, модернизация, подвижной состав, микропроцессорная система.

Keywords: automation, control, security, modernization, rolling stock, microprocessor system.

Используемые технические средства обеспечения безопасности движения устарели не только с учетом срока эксплуатации, но и по выполняемым ими функциям. Заложенные при проектировании этих систем технические требования (50–60-х годов прошлого века) не позволяют сегодня обеспечить требуемую надежность работы, к тому же заложенная в них релейная элементная база требует больших затрат на обслуживание. Недостаточная надежность работы существующих систем создает предпосылки для возникновения опасных ситуаций.

Наряду с этим при оценке состояния безопасности движения необходимо учитывать уровень подготовки и квалификации эксплуатационного персонала, его способность принимать грамотные решения при возникновении нештатных ситуаций (человеческий фактор).

Основными автоматизированными системами управления и контроля движения поездов являются:

1) микропроцессорные системы автоблокировки;

2) микропроцессорные и компьютерные системы электрической централизации;

3) системы диспетчерского управления движением поездов;

4) микропроцессорные устройства контроля исправности подвижного состава;

5) микропроцессорные локомотивные системы обеспечения безопасности движения поездов;

6) автоматизированные комплексы для испытания и диагностирования узлов подвижного состава.

Как показывает мировая практика, перспективным решением для повышения безопасности движения поездов и увеличения пропускной способности дороги является применение современных микропроцессорных систем централизации и автоблокировки, в первую очередь – на основных транспортных направлениях. К основным преимуществам микропроцессорных систем централизации, по сравнению с релейными системами, относятся более высокий уровень надежности, наличие встроенного диагностического контроля состояния аппаратных средств централизации и объектов управления и контроля, сокращение капитальных вложений и эксплуатационных затрат, ощутимые улучшения условий труда эксплуатационного персонала.

Опыт эксплуатации систем МПЦ показал их преимущества перед релейными системами. Тенденции развития микроэлектронных средств, снижения их стоимости, позволяют утверждать, что с течением времени электронные системы ЭЦ станут основными при оборудовании станций, а разработка релейных централизаций будет прекращена.

Одним из перспективных направлений перехода на компьютерные средства в устройствах станционной автоматики является применение релейно-компьютерных или релейно-процессорных (гибридных) систем, в которых логические функции управления выполняются с помощью вычислительных средств, а непосредственное управление станционными объектами и функции обеспечения безопасности реализуются традиционными средствами на электромагнитных реле. Такой подход позволяет значительно расширить функциональные возможности централизаций, сократить объем материалоемкой аппаратуры и уменьшить сроки проектирования, строительства и монтажа устройств.

Примером гибридной системы релейно-процессорной централизации (РПЦ) является система «Диалог-Ц». Эта система применяется на станциях, оборудованных любой системой релейной централизации, при этом появляется возможность поэтапной модернизации существующих релейных схем. При новом строительстве система "Диалог-Ц" позволяет сократить количество релейной аппаратуры в три - четыре раза по сравнению с блочной маршрутной централизацией.

Автоматизация контроля технического состояния (диагностика) ответственных узлов ходовых частей вагонов и локомотивов в пути следования – одно из решений задачи повышения безопасности движения поездов. В настоящее время существует множество систем как отечественных так и зарубежных, позволяющих выявлять соответствующие неисправности подвижного состава в пути следования поезда.

В настоящее время существует несколько систем контроля подвижного состава на ходу поезда:

1. ПОНАБ (аппаратура обнаружения перегретых букс в проходящих поездах);

2. ДИСК-БКВЦ (базовая подсистема контроля нагрева букс со встроенной подсистемой контроля заторможенных колес);

3. ДИСК-2 (микропроцессорная система комплексного контроля подвижного состава с использованием микро-ЭВМ);

4. КТСМ-01Д (комплекс технических средств по модернизации аппаратуры ДИСК-Б);

5. КТСМ-02 (базовый комплекс с подсистемами контроля нагрева букс и заторможенных колес с оригинальным силовым и напольным оборудованием).

Составной частью локомотивных устройств безопасности являются устройства автоматической локомотивной сигнализации (АЛС), предназначенные для передачи с пути и приема на локомотиве информации о состоянии пути.

К числу АЛС непрерывного типа нового поколения, реализованных на основе применения микроэлектронной техники, относится система КЛУБ, предназначенная для повышения безопасности движения подвижного состава при выполнении поездной и маневровой работы за счет приема сигналов от путевых устройств АЛС и отображения принимаемой информации машинисту. С целью повышения надежности аппаратура КЛУБ предусматривает 100% активное резервирование своих функциональных модулей.

Функциями системы КЛУБ-У, направленными на обеспечение безопасности движения поездов, являются:

- автоматическое включение экстренного торможения при возникновении опасных ситуаций;
- обеспечение экстренного торможения по приказу дежурного по станции, передаваемого по радиоканалу связи, независимо от действий машиниста;
- исключение прохождения участка с запрещающим сигналом светофора без передаваемого по радиоканалу разрешения дежурного по станции;
- исключение самопроизвольного движения локомотива (скатывания);
- исключение несанкционированного выключения *ЭПК*;
- непрерывный контроль состояния тормозной системы;
- регулярный контроль бдительности машиниста;
- контроль совместных действий машиниста и помощника машиниста при трогании поезда и движении к запрещающему сигналу светофора.

В настоящее время широкое распространение получают автоматизированные комплексы для испытания и диагностирования узлов подвижного состава. Микропроцессорное устройство для контроля временных параметров токоприемников подвижного состава (УИВП) позволяет в автоматическом режиме производить запись информации о времени подъема и опускания полоза токоприемника из сложенного состояния до максимальной высоты подъема и сохранять информацию во встроенном накопителе информации. Накопленная информация передается в ЭВМ, где она анализируется программным обеспечением, и формируется результат диагностирования в виде протокола испытаний.

Управляющая система автоведения поезда (УСАВП) - это программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий автоматизированное управление электропоездом с расчетом оптимальных алгоритмов распределения электроэнергии при наборе скорости и торможении. Данный программно-аппаратный комплекс позволяет с высокой точностью выполнить график движения, обеспечить оптимальный расход электроэнергии и облегчить деятельность машиниста [1].

По уровню централизации УСАВП делят на централизованные и автономные. Централизованные УСАВП получают информацию о параметрах движения всех поездов на линии и вырабатывают команду управления каждому поезду в соответствии с полученной информацией и требуемой программой движения. Автономные УСАВП в соответствии с программой движения осуществляют управление только одним поездом. При этом взаимодействие поездов определяется системой интегрального регулирования.

Комплексное использование технических средств и средств механизации обеспечивает автоматизированная система коммерческого осмотра поездов и вагонов – АСКО ПВ, которая состоит из телевизионной системы, электронных габаритных ворот, АРМ оператора и приемосдатчика ПКО, вагонных электронных весов. Система АСКО ПВ предоставляет возможность визуального контроля состояния крыш и бортов вагонов, а также крепления грузов на открытом подвижном составе в реальном масштабе времени при прохождении состава через электронные габаритные ворота. Для этого на несущей конструкции габаритных ворот закреплены телекамеры, направленные на вагон с трех сторон: справа, слева и сверху. Видеоизображения с телекамер с помощью оборудования передачи сигналов поступают на автоматизированное рабочее место и отображаются на компьютерном мониторе АРМ ПКО. Одновременно с этим в автоматическом режиме производится регистрация видеоизображений, которая позволяет после прохождения состава в замедленном режиме произвести анализ прошедшего состава. Регистрация видеоизображений производится на жесткий диск компьютера, чтобы иметь возможность повторного просмотра видеозаписи осмотра вагонов системой АСКО ПВ с целью выявления коммерческих неисправностей. Электронные габаритные ворота обеспечивают контроль габарита погрузки, вагонные электронные весы обеспечивают автоматическое взвешивание вагонов в процессе движения поезда.

При коммерческом осмотре с помощью АСКО ПВ выявляются коммерческие неисправности, угрожающие безопасности движения и сохранности перевозимого груза. Также устанавливаются превышения габарита погрузки, проверяется правильность размещения и крепления груза на открытом подвижном составе, состояние крыш вагонов и контейнеров, потолочных и боковых люков вагонов, боковых стен, дверей, наличие остатков грузов в порожних полувагонах и платформах с фиксацией в памяти ЭВМ порядкового номера вагона с коммерческой неисправностью в составе поезда. При большой протяженности сети железных дорог время доставки груза от пункта отправления до пункта назначения может оказаться значительным. Естественно, что грузоотправитель хотел бы иметь достоверную информацию о том, где находится его груз в тот или иной момент времени. Автоматизировать получение этих сведений (с исключением процедур ручного сбора данных) стало возможно с помощью системы автоматической иден-

тификации подвижного состава. Система обеспечивает оперативное получение данных о местонахождении каждого вагона и локомотива в любой момент времени, позволяя в реальном масштабе времени определять не только местонахождение составов, но и их состояние (например, в каком пункте прицеплен или отцеплен конкретный вагон, и т.д.).

Система идентификации вагонов «Пальма», разработанная и внедряемая в настоящее время в Российской Федерации по ряду показателей уступает Казахстанской системе «САИПС». Например, бортовые кодовые датчики «Пальмы» могут перекодироваться только 10 раз, а бортовые датчики ДКБ-2 системы «САИПС» - 10 тыс. раз. Кроме того, считывающее оборудование «САИПС» реализовано на более современной элементной базе. Достоверность считывания и доставки информации составляет более 99%.

Главное достоинство системы «САИПС» в том, что в любой момент можно отследить движение локомотива или грузового вагона, оборудованного специальным датчиком. Особенно актуально это будет при увеличении грузовых перевозок, что сегодня является приоритетным направлением в развитии и модернизации инфраструктуры железных дорог Казахстана.

Считывание информации происходит при скорости движения локомотива до 140 км/ч. Благодаря достоверности оперативной информации «САИПС» позволяет улучшить продвижение вагонопотоков, сократить потребность в вагонах для перевозки, перейти на организацию их ремонта по фактическому пробегу, существенно уменьшить численность персонала, выполняющего операции, связанные с получением и обработкой информации. Кроме того, появляется возможность отказаться от нынешних перевозочных документов и перейти на безбумажную систему управления.

Система «САИПС» служит основой для комплексного внедрения современных информационных технологий на железнодорожном транспорте Казахстана. Эта система позволяет повысить эффективность использования АСУЖТ.

Для автоматизации управления роспуском на сортировочных горках внедряются программно-аппаратные автоматизированные системы, в том числе Комплексные Системы Автоматизации Управления Сортировочным Процессом (КСАУ СП) и Система Автоматизированного Управления скоростью скатывания отцепов (АРС-УУПТ).

КСАУ СП, имеющая многоуровневую структуру и автоматически реализует следующие функции:

- информационный обмен с АСУ станции для создания реальной модели парков;

- формирование маршрутов скатывания отцепов и контроль маневровых передвижений;

- управление скоростями скатывания отцепов и накоплением вагонов в сортировочном парке;

- контроль работы напольного и постового оборудования и их предотказная диагностика;

- анализ работы устройств ЖАТ и формирование оповещений в режиме реального времени.

АРС-УУПТ (система автоматизированного управления скоростью скатывания отцепов) на базе инновационных вагонных замедлителей с длинной тормозной шиной и электронной быстродействующей управляющей аппаратурой ВУПЗ-05М в которой применяется алгоритм непрерывного плавного торможения отцепов с восьмиступенчатой шкалой управления и аппаратурой контроля заполнения путей сортировочного парка.

Алгоритм, применённый в АРС-УУПТ обеспечивает:

- экономию электроэнергии;

-высокую точность вытормаживания отцепов (свыше 90 % отцепов вытормаживаются до скорости, соответствующей расчетной);

-экономию ресурса замедлителей; расхода моторесурсов локомотивов, времени на осаживание вагонов в сортировочном парке, компрессорного оборудования;

- максимальное заполнение путей сортировочного парка.

При движении поезда из-за трения подшипника об ось выделяется тепло, которое рассеивается несколькими путями: через шейку оси на колесо и ось и через подшипник на корпус буксы. При неисправностях подшипников температура повышается. Поэтому работоспособность буксовых узлов определяется главным образом температурой нагрева подшипников и шейки оси. *Устройство контроля схода и волочения деталей подвижного состава (УКСПС)*, контролирует нижний габарит подвижного состава.

Состоит из специальной металлической рамки, которая сбивается при нарушении габарита, и схемы, воспринимающей размыкание контура рамки.

Устройства УКСПС являются дополнительными средствами, обеспечивающими безопасность движения поездов, и предназначены для автоматического обнаружения и остановки поезда перед станцией или искусственном сооружении при наличии в составе сошедших колесных пар или свисающих частей, выходящих за пределы габарита по низу и способных повредить стрелочные переводы.

Автоматизированная система обнаружения вагонов с отрицательной динамикой «АСООД», предназначена для обнаружения на ходу поезда вагонов с повышенными колебаниями (отрицательной динамикой), связанными с нарушением геометрии деталей ходовых частей вагона, измерений этих колебаний и обеспечения безопасности движения на железных дорогах.

Автоматизированный диагностический комплекс геометрических параметров колесных пар позволяет выявлять на ходу поезда различные дефекты КП (ползун, навар, выщербина, контролирует толщину и ширину

обода, толщину гребня, равномерный прокат, диаметр колеса по кругу катания, расстояние между внутренними гранями колёс). Передача полученной информации осуществляется на ближайший пункт технического обслуживания (ПТО).

Принцип действия системы основан на лазерном бесконтактном контроле геометрии движущихся трехмерных объектов с помощью датчиков положения.

Финская *система контроля вертикальных сил взаимодействия колес с рельсами типа WILD*. Система вертикального взаимодействия колеса с рельсом WILD предназначена для проверки состояния колес и предупреждения дефектов, которые могут повлиять на безопасность движения. Целью системы является выявление дефектов колес, которые могут вызвать повреждения рельсового полотна и подвижного состава. Данная система позволяет измерять вагоны в движении, не вызывая при этом задержки подвижного состава. Стоит отметить, что данная система может использоваться для контрольного взвешивания, контролирования неравномерной нагрузки и даже перегрузки вагона. Принцип данной системы контроля вертикальных сил взаимодействия колес с рельсами заключается в следующем. Если заданная граница параметра динамической силы превышена, то система немедленно дает сигнал тревоги, т.е. на мониторе компьютера у дежурного высвечивается окно, в котором указаны вагоны и колесные пары, которые вызвали срабатывание датчиков, а также указывается время и дата срабатывания. В отличие от других похожих систем, WILD измеряет параметры колеса дважды, тем самым и обеспечивается довольно низкий процент погрешности системы (2 %). Также особенностью системы является возможность проведения измерений до скорости, достигающей 250 км/ч. Кроме этого, система измеряет вес проходящего по модулю состава и число осей, измерение производится в автоматическом режиме и передается на экран дежурного.

Выводы. Проведенный сравнительный анализ технических характеристик новых автоматизированных систем управления позволяет делать выводы о том, что каждая из вышеперечисленных систем имеет свои преимущества и недостатки. При выборе системы нужно ориентироваться на окупаемость системы, интенсивность движения на участке, сопряжение с действующими системами и другие характеристики.

Список литературы

1. Ковалев В.И., Осьминин А.Т. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте. В 2-х томах. Т. 1. Технология работы станций. Учебник. 2009. 263 с.

2. Организация планирования железнодорожного строительства: Учеб. для вузов/ Г.Н. Жинкин, Э.С. Спиридонов, И.В. Прокудин и др. – М.: УМК МПС России, 1999.

3. Лапидус В.А. Системные вопросы процессного управления безопасностью железнодорожных перевозок // Железнодорожный транспорт. - 2010. - №11.-С. 8-11.

4. Скороходов Д.А. Модель управления безопасностью на железнодорожном транспорте / Д. А. Скороходов, А. Л. Стариченков // Наука и транспорт. - 2012. - N 3. - С. 38-41.

5. Гапанович В. А., И. И. Галиев, Ю. И. Матяш, В. П. Клюка. Прогрессивные технологии обеспечения безопасности движения поездов и сохранности перевозимых грузов: Монография / В. А. Гапанович. – М.: Маршрут, 2007.– 274 с.

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТРАКТОРОВ И ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ибрагимов А.К.
Магистрант технических наук
Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина
Казахстан, г. Астана

EFFECT OF THE OPERATIONAL RELIABILITY OF TRACTORS AND COMBINE HARVESTERS ON THE EFFICIENCY OF THEIR USE

Ibragimov A.K.
S.Seifullin Kazakh AgroTechnical university

Аннотация

В данной статье автор изучает влияния эксплуатационной надежности тракторов и зерноуборочных комбайнов на эффективность их использования, и выработке мер по ее повышению и снижению потребности в технике. Приобретение новых машин в настоящее время для большинства сельских товаропроизводителей, особенно с неустойчивой экономикой и убыточных, практически нереально из-за финансовых трудностей.

В соответствии с исследовательскими работами надежность представляет собой одно из важнейших составляющих качества изделия.

Abstract

In this article, the author studies the effects of the operational reliability of tractors and combines harvesters on the effectiveness of their use, and the development of measures to increase it and reduce the need for technology. The acquisition of new machines at present for the majority of rural commodity producers, especially with an unstable economy and unprofitable is practically unrealistic due to financial difficulties.

In accordance with research work, reliability is one of the most important components of product quality.

Ключевые слова: надежность, эксплуатация, сельскохозяйственная техника, трактор, зерноуборочные комбайны, агропромышленный комплекс.

Keywords: reliability, exploitation, agricultural technics, tractor, combine harvesters, agro-industrial complex.

В Казахстане развитию агропромышленного комплекса уделяется большое внимание. Даже индустриально развитые страны, такие как Германия и Голландия, наряду с высокотехнологичными отраслями активно вкладываются в развитие АПК, так как мощный агропромышленный комплекс – это один из драйверов экономического развития для любой страны. Сейчас в республике реализуется концепция Государственной программы развития АПК на 2017–2021 годы [1].

В стратегии развития Казахстана, провозглашенной Президентом Назарбаевым Н.А., перед транспортным комплексом страны поставлена задача, не только повысить экономическую эффективность деятельности, но и обеспечить безопасность перевозок, сохранность перевозимых грузов и снижение отрицательного влияния транспортного процесса на окружающую среду [1].

По состоянию на 1 января 2016 года в сельхозформированиях республики имелось 154 162 трактора и 46 573 комбайна. Основная доля тракторов приходилась на колесные (83%, 127 309 ед.), основная доля комбайнов - на зерноуборочные (92%, 42 858 ед.).

За последние два года наблюдается некоторое сокращение количества сельхозтехники (по тракторам на 1,3%, по комбайнам на 4,8%). При этом, однако, по отдельным видам комбайнов напротив наблюдается рост: по картофелеуборочным комбайнам - на 52%, кормоуборочным - на 12%, рисоуборочным - на 10%, кукурузоуборочным - на 4,5%.

В 2014-2016 гг. на каждую тысячу импортированных тракторов реализовано 234 колесных трактора отечественного производства, по силосоуборочным самоходным комбайнам этот показатель равен 213 единиц. Количество реализованных отечественных зерноуборочных комбайнов превысило объем соответствующего импорта на 12% [2].

Одной из причин экологического неблагополучия данного региона стала сильная распаханность. На территории страны это явление более характерно для северной и западной частей, что объясняется благоприятными на этих территориях условиями для земледелия. Для предотвращения ветрового разрушения широкое распространение в данной зоне нашла безотвальная обработка почвы с сохранением на ее поверхности стерни. Кроме предохранения от эрозии такой метод способствует накоплению снега, что позволяет лучше задерживать влагу в грунте [2].

Специалисты выделяют несколько факторов, влияющих на безотказность тракторов. Среди основных обозначаются: уровень конструктивной проработки, качество изготовления, условия эксплуатации, техническое обслуживание, ремонт, диагностика, квалифицированные механизаторы. Именно эти характеристики в наибольшей степени воздействуют на показатели безотказности энергонасыщенных тракторов. Отказы техники наносят

значительные убытки сельскохозяйственному производству и являются одной из причин увеличения сроков полевых работ.

Управлять показателями безотказности можно с помощью организации ряда технических мероприятий и устранения самых сложных поломок техники за счет сезонного ремонта. Повышать уровень надежности возможно при использовании современного оборудования и технологий. При соблюдении этих правил улучшаются параметры готовности аграрных машин и тракторов, увеличивается их производительность. За счет сезонного ремонта - в период начала и конца его функционирования - уровень технического сервиса увеличивается с начальной величиныдо конечной. В это время выполняется ресурсное диагностирование, которое позволяет определять техническое состояние основных узлов и агрегатов тракторов, вычисляется остаточный ресурс основных составных частей[3].

Перед проведением различных работ аграриям следует знать их полный объем. Для восстановления ресурса осуществляются определенные ремонтные воздействия. Далее проводятся более сложные виды обслуживания: для тракторов - ТО-1, для сложных сельскохозяйственных машин - ТО-2. Затем техника работает, и уровень ее состояния понижается. Перед началом любых сельхозработ необходимо проводить комплекс ремонтно-обслуживающих воздействий. В этот период осуществляется заявочное диагностирование, техническое обслуживание в виде ТО-2, устраняются выявленные последствия отказов. За счет этого уровень технического состояния возрастает.

Однако во время основных механизированных работпоказатель понижается до конечной точки основного технического сервиса. Шаг снижения минимален за счет создания рациональной службы ТО и УПО. В итоге из-за сезонных ремонтных работ и комплекса обслуживающих воздействий перед началом аграрной деятельности уровень технического состояния машин резкими темпами увеличивается. Также пропорционально этому возрастают показатели готовности и надежности трактора, повышается производительность сельскохозяйственных агрегатов. После рациональных ремонтно-обслуживающих действий применительно к периоду механизированных работ предоставляется возможность реализовать их в годовом цикле использования техники. Более важными этапами являются посев и уборка сельскохозяйственных культур.

Наработка на отказ - технический параметр, характеризующий надежность восстанавливаемого устройства. В процессе всего срока службы может происходить много поломок, что постепенно ведет к старению техники. Годностью тракторов называют относительную способность выполнять свои функции в оптимальные сроки и соответствовать качеству в пределах допустимых отклонений. Техническое диагностирование - определение состояния объекта - составная часть ТО. Его основные задачи - обеспечение безопасности, функциональной надежности и эффективности работы аграрной машины, а также сокращение затрат на технический уход и уменьшение потерь от простоев в результате отказов и преждевременных ремонтов [3].

Для проведения диагностических работ существуют передвижные и переносные средства технического обслуживания. Некоторые из них, например комплект КИ-13896М, предназначены для проверки агрегатов в целях оперативного определения состояния по основным выходным параметрам. Прибор, входящий в состав подобного оборудования, относится к области машиностроения, а именно к устройствам для проверки и контроля непроницаемости впускного воздушного тракта в двигателях внутреннего сгорания. Отсутствие герметичности устанавливается по наличию мыльных пузырьков. Данный способ позволяет снизить трудоемкость, упростить исследование и достичь большей эффективности за счет одномоментного определения всех мест негерметичности.

Все отказы машин были разделены на три группы сложности по признакам доступности к месту ремонта и замены. Предложенная классификация проста и удобна в использовании. Однако она лишь в малой степени отражает значимость отказов, с точки зрения оценки их последствий для потребителей. В ней, в частности, не отражены такие важные факторы, как затраты на устранение отказа, продолжительность простоя машины в связи с его устранением, технические возможности выполнения ремонта в условиях хозяйства и другие. Это послужило основанием для разработки новой классификации отказов тракторов по уровням значимости, учитывающим вышеуказанные факторы.

Теоретические исследования включают разработку методики сбора и обработки информации для ранжирования факторов, влияющих на эксплуатационную надежность машин, усовершенствование методики определения ущерба от неплановых простоев техники; изучение показателей старения машин и разработку технико-экономической модели ремонтов; исследование влияния срока службы и капитального ремонта на техническое состояние машины и возможность ее использования в режиме ненагруженного резерва; разработку методики расчета экономического эффекта от ненагруженного резерва [4].

Экспериментальная часть работы предусматривает сбор и обработку информации о надежности машин.

При оценке каждой стратегии выходные параметры суммируют по отказам II и III групп значимости.

Итоги моделирования

Окончательные итоги моделирования:

- выходные параметры;

- сочетание входных параметров, при которых суммарные затраты минимальны;

- стратегия, соответствующая минимальным затратам.

В основу программы положено описание процесса старения техники при различных способах их ремонта. Имитация процессов осуществляется по методу Монте-Карло.

Исследованный период работы машины представляет собой произведение срока ее службы на среднюю годовую наработку.

На основании обработки экспериментальных данных установлено, что распределение наработки на отказ подчиняется закону Вейбулла.

Для предотвращения при расчетах «крайних ситуаций» при моделировании учитывают только случайные величины, попавшие в вероятностный интервал 0,025 – 0,975.

Начало проведения капитального ремонта должно совпадать с моментом возникновения отказа III группы значимости или ресурсного отказа основных агрегатов машины.

Моделирование ремонтов осуществляется в следующей последовательности:

- на основании закона распределения значимых отказов (II и III групп сложности) моделируют момент возникновения первого после завершения периода $t_{ок}$ отказа;
- определяют продолжительность и стоимость устранения отказа;
- разыгрывают момент наступления следующего отказа и процедуру повторяют. При этом данные каждого последующего отказа прибавляют к сумме предыдущего;
- процесс повторяют до наступления профилактического (или капитального) ремонта;
- накопленное число отказов, продолжительность простоев и затраты на все виды ремонтов и до каждого очередного ремонта суммируют по каждой реализации (числу моделируемых машин);
- после завершения расчетов происходит оценка средних выходных параметров, и начинают новый процесс моделирования с заданной новой вариацией входных параметров с целью минимизации функционала.

Для контроля реалистичности программы, алгоритма и числовых данных предусмотрена процедура сравнения полученных результатов с законом распределения наработки на отказ [4].

Результаты моделирования свидетельствуют, что при существующих характеристиках надежности тракторов типа МТЗ-80 и соотношения стоимости ремонтов наиболее экономичным способом поддержания машины в работоспособном состоянии являются текущие профилактические ремонты с диагностированием. Так называемые «капитальные ремонты» тракторов, проводимые на ремпредприятиях, из-за высокой стоимости экономически неоправданны. По сравнению с профилактическими ремонтами они приводят к увеличению суммарных затрат с ущербом от простоев на 24 – 40% при росте числа отказов на 7 – 13% и продолжительности простоев на 13 – 42%.

Подводя итоги моделирования, можно констатировать, что при наилучшем варианте (два текущих профилактических ремонта с интервалом 3000 мото-ч) затраты за срок службы (12 тыс.мото-ч) составляют около 60% от цены нового трактора, а продолжительность его простоев из-за отказов достигает 30 рабочих дней (при односменной работе), т.е. почти 12% годовой загрузки [5].

Таким образом, на основании изучения и анализа технической эксплуатации тракторов и комбайнов установлено, что главными причинами снижения их надежности являются плохое состояние ремонтной базы и низкое

качество ремонтов, выполняемых в хозяйствах, нарушение сроков технического обслуживания, применение более 50 % низкокачественных запасных частей, снятых со старых машин, не соблюдение условий хранения и отстоя топлива, отсутствие контроля за применяемыми маслами и смазками, а для комбайнов еще и не соблюдение правил хранения.

Экспериментально подтверждено, что улучшение перечисленных эксплуатационных факторов до среднего уровня позволяет сократить число значимых отказов тракторов МТЗ-80/82 и ДТ-75Н, соответственно, в 1,8 и 2,0 раза.

Установлено, что новая классификация отказов по значимости в сравнении с действующей более полно характеризует их последствия и учитывает ряд важных факторов: стоимость замененных составных частей, ущерб от простоев, возможность восстанавливать работоспособность машины в мастерской хозяйства, угрозу безопасности механизатора.

Для новых условий хозяйствования по усовершенствованной методике рассчитаны нормативы ущерба от неплановых простоев по техническим причинам. Для тракторов МТЗ-80/82, ДТ-75Н/Д, К-701 и комбайнов «Дон-1500» ущерб, соответственно, составляет: 29,8; 61,4; 180,6 и 1,166,400 тыс. тенге в год.

Изучение характеристик механизатора (тракториста) показало, что наибольшее влияние на повышение безотказности машины оказывает его добросовестное отношение к труду. Полученные в реальной эксплуатации данные, подтвердили, что у механизатора, хорошо относящегося к своим обязанностям, трактор выходит из строя в 3,2-3,6 раза реже, чем у безответственного.

Доказано, что машины, отработавшие свой срок службы, имеют остаточный ресурс, при котором их можно использовать в режиме ненагруженного резерва, что позволяет сократить потребность в технике в пиковые периоды и заменить отказавшие машины на время их ремонта.

Список литературы

1. Костомахин, М.Н. Тракторист и надежность трактора [Текст]: журн. / М.Н. Костомахин.: Москва, 2008. – с. 28-29.

2. Черноиванов, В.И. Методика оценки технико-экономической деятельности предприятий сферы технических услуг, с целью повышения их конкурентоспособности, выхода из кризиса и сертификации [Текст]: учеб. / В.И. Черноиванов, В.П. Лялякин, В.К. Фрибус.: Москва, 2008. – с. 120-124.

3. Костомахин, М.Н. Новая классификация отказов зерноуборочных комбайнов [Текст]: учеб. / М.Н. Костомахин.: Москва, 2008. - с. 162-166.

4. Фрибус, В.К. Методика мониторинга технической надежности машин [Текст]: учеб / В.К. Фрибус, С.М. Халфин, М.И. Силина.: Москва, 2005. – с. 20-23.

5. Костомахин, М.Н. Анализ качества и технического уровня отечественной сельскохозяйственной техники [Текст]: учеб. / М.Н. Костомахин, С.М. Халфин.: Москва, 2005. – с. 25-29.

ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ЗАДАЧ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Андрущак І.Є.,
д. т. н., проф.,
завідувач кафедри комп'ютерних технологій Луцького НТУ
Сіваковська О.М.,
к. т. н., асистент кафедри комп'ютерних технологій Луцького НТУ
Ліщина Н.М.
к. т. н., доц. кафедри комп'ютерних технологій Луцького НТУ

SCIENTIFIC JUSTIFICATION FOR MAIN TASKS OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEMS

Andrushchak I.,
Doctor of Engineering Sciences, professor of Computer Technology Department, Head of the Department, Lutsk National Technical University
Sivakovs'ka O.,
Candidate of Engineering Sciences, assistant of Computer Technology Department, Lutsk National Technical University
Lishchyna N.
Candidate of Engineering Sciences, associate professor of Computer Technology Department, Lutsk National Technical University

Анотація

Виділено основні управлінські задачі. Визначено провідні функції організаційно-технічних систем рільничих проектів, програм і портфелів. Проаналізовано конфігурацію технологічних комплексів машин для виконання механізованих робіт в проектах програм виробництва рільничої продукції. Розкрито конфігурацію систем підтримки прийняття рішень у рільництві через розв'язання чотирнадцяти управлінських задач.

Abstract

There have been emphasized main management tasks. Some guiding functions of organizational and technical systems for agricultural projects, program and portfolio have been determined. There have been analyzed the configuration of technological machines complexes for the realization of mechanized works in programs' projects of the product manufacturing in agriculture. The configuration of decision support systems in agriculture through the solving for fourteen management tasks have been determined.

Ключові слова: системи підтримки прийняття рішень, конфігурація, управління, проекти, програми, портфелі, задачі, виробництво.

Keywords: decision support systems, configuration, management, projects, programs, portfolio, tasks, manufacturing.

Як функції, так і задачі, що забезпечують їх виконання, є основою для обґрунтування конфігурації організаційно-технічних систем та управління конфігурацією їхніми складовими СППР. Управлінські задачі розв'язуються в усіх основних процесах управління проектами ініціювання, планування, виконання, контролю та закриття [1]. Окрім того, вони також розв'язуються на всіх етапах життєвого циклу проектів, програм і портфелів. Розв'язуються управлінські задачі у нерозривній єдності з функціями, що виконуються організаційно-технічними системами [2].

Обґрунтування основних управлінських задач розпочнемо стосовно виконання організаційно-технічною системою першої функції – це узгодження обсягів вирощування сільськогосподарських культур (предметно-рослинної (*Пк*) групи чинників) з обсягами (площею полів) землекористування того чи іншого сільськогосподарського товаровиробника (*Пг*). Цю задачу з позиції управління програмами можна віднести до управління архітектурою програми [3]. Не вдаючись до глибокого аналізу структури процесу управління архітектурою програм, викладеної у відомому стандарті П2М [4], зазначимо, що, як формулювання відповідної задачі, так і методологія її розв'язання стосовно програм виробництва рільничої продукції має свої особливості. Зокрема, ці особливості зумовлюються наявністю досвіду управління такими програмами, а також наявністю системних знань щодо можливості і доцільності реалізації програм вирощування і збирання тих чи інших культур на заданих полях (полях з відомими властивостями ґрунтового середовища). Особливості формулювання даної управлінської задачі визначається ринковим попитом на той чи інший вид сільськогосподарської продукції, обсягами та властивостями земельних ресурсів сільськогосподарських товаровиробників, а також їх технічним потенціалом та фінансовим станом [5]. У цьому разі можливі сценарії реалізації скінченної множини окремих програм виробництва тих чи інших видів рільничої продукції визначаються виходячи з наявності максимального значення показників цінності. Інакше кажучи, задача управління архітектурою програм виробництва рільничої продукції (узгодження предметно-ґрунтової (*Пг*) та предметно-рослинної (*Пк*) груп чинників) полягає у тому, щоб домогтися максимального значення такого показника їх цінності, як прибуток (*ПР*):

$$F(Пг \leftrightarrow Пк) = ПР \rightarrow \max . \qquad (1)$$

Цей вираз є цільовою функцією задачі узгодження предметно-ґрунтової (Пг) та предметно-рослинної (*Пк*) груп чинників. Ця задача розв'язується не чисто математично, а на основі процесу управління архітектурою рільничих програм, яким має передбачатися дослідження відповідної функції на екстремум. Для такого дослідження слід створити відповідну комп'ютерну програму, яка б мала бути складовою СППР [6].

Другою функцією організаційно-технічних систем рільничих проектів, програм і портфелів є визначення технології виробництва рільничої продукції. Виконання цієї функції вимагає розв'язання відповідної задачі. Сутність цієї задачі полягає у тому, що сільськогосподарські товаровиробники, вирощуючи і збираючи на кожному полі урожай сільськогосподарських культур, вибирають відповідні технології. У цьому разі зміна технології зумовлює зміну виконання робіт у рільничих проектах, є основою для зміни структури машинних агрегатів та потреби у ресурсному забезпеченні.

Основою для вибору технології виробництва рільничої продукції, як було зазначено раніше, є вимоги до її якості. Потреба у мінімізації вмісту у рільничій продукції шкідливих для здоров'я людини хімічних елементів вимагає від сільськогосподарських товаровиробників звернути увагу на застосування мінеральних та органічних добрив і хімічних та біологічних препаратів для захисту рослин, що зумовлює певні технологічні відміни у виробництві рільничої продукції.

Важливою підставою для обґрунтування рільничих технологій є також енергозатрати на виробництво. Великі енерговитрати зумовлюють зниження конкурентоздатності продукції, що може вплинути на її ліквідність [7]. Все це вимагає розв'язання задачі вибору ефективної технології виробництва рільничої продукції [8]. Ця задача розв'язується стосовно кожного виду рільничої продукції, що виробляється на тому чи іншому полі. Як і попередня задача, задача вибору технології (виконання функції узгодження технологічної (*Тл*) групи чинників із предметно-рослинною (*Пк*)) розв'язується на основі функціонала прибутковості:

$$F(Тл_{\gamma k} \leftrightarrow Пк_{\gamma k}) = ПР_{\gamma k} \rightarrow \max, \qquad (2)$$

де $Тл_{\gamma k}, Пк_{\gamma k}$ – відповідно технологічна та предметно-рослинна групи чинників показників цінності рільничої програми для γ-о поля з k-ю культурою;

$ПР_{\gamma k}$ – прибуток з γ-о поля з k-ю культурою.

Третя основна задача з управління проектами, програмами та портфелями виробництва рільничої продукції стосується виконання організаційно-технічною системою такої функції, як узгодження технічної групи (*Тн*) чинників показників цінності із множиною основних груп чинників, означених виразом *Тн = f(О, Пг, Ам, В, Пк, Тл* (3).

Ця задача є складною. Вона складається із множини задач стосовно визначення параметрів машинних агрегатів як для кожного окремого рільничого проекту, так і технологічних комплексів машин для виконання програм і портфелів, що формуються для виробництва усієї номенклатури рільничої продукції тим чи іншим сільськогосподарським товаровиробником. З огляду на складність даної задачі, означимо її складові.

До першої складової належить задача з визначення раціональних параметрів машинних агрегатів для виконання окремих проектів. У цьому разі за заданої технології виконання механізованих проектних робіт узгоджується технічна група $(Тн_{\gamma k\rho})$ чинників з множиною груп чинників, означених виразом (3):

$$F[Тн_{\gamma k\rho} \leftrightarrow (Пт_{\gamma k\rho}, Ам_{\gamma k\rho}, B_{\gamma k\rho}, Пк_{\gamma k\rho}, Тл_{\gamma k\rho})] = Ц_{\gamma k\rho} \to \max, \quad (4)$$

де $\gamma k\rho$ – означення дії груп чинників стосовно γ-о поля з k-ю культурою для ρ-о виду проекту;

$Ц_{\gamma k\rho}$ – показники цінності рільничого проекту ρ-о виду, що виконується на γ-о полі з k-ю культурою.

Результати розв'язання задачі стосовно визначення відповідності між характеристиками проектного середовища (множиною зазначених груп чинників) для виконання ρ-о проекту є першим кроком на шляху обґрунтування (визначення) параметрів (конфігурації) машинного парку того чи іншого сільськогосподарського товаровиробника [9]. Визначивши параметри (конфігурацію) машинних агрегатів для якісного і своєчасного виконання механізованих робіт у кожному окремому рільничому проекті із скінченної їх множини, яка відображає архітектуру програми виробництва рільничої продукції, визначають раціональну конфігурацію технологічного комплексу машин (технічну групу ($Тн$) чинників цінності цієї програми) для вирощування і збирання k-ї культури:

$$F[Тн_k \leftrightarrow (O_k, Пт_k, A_k, B_k, Пк_k, Тл_k)] = ПР_k \to \max. \quad (5)$$

Визначивши конфігурацію технологічних комплексів машин для виконання механізованих робіт в усіх проектах програм виробництва рільничої продукції на основі k-ї культури, обґрунтовують параметри (конфігурацію) парку машин для виробництва рільничої продукції усіх видів φ-м сільськогосподарським товаровиробником. У цьому разі відбувається узгодження технічної ($Тн$) групи чинників цінності рільничих програм з усіма іншими групами:

$$F[Тн_\varphi \leftrightarrow (O_\varphi, Пт_\varphi, Ам_\varphi, B_\varphi, Пк_\varphi, Тл_\varphi)] = ПР_\varphi = \sum_k ПР_k \to \max. \quad (6)$$

Наступні задачі стосуються виконання організаційно-технічними системами таких функцій, як узгодження трьох груп ресурсних чинників (*C, M, E*) з усіма іншими групами чинників показників цінності рільничих програм сільськогосподарських товаровиробників (7, 8, 9).

$$С = f(О, Пґ, Пк, Ам, В, Тл, Тн); \quad (7)$$

$$М = f'(О, Пґ, Пк, Ам, В, Тл, Тн); \quad (8)$$

$$Е = f''(О, Пґ, Пк, Ам, В, Тл, Тн). \quad (9)$$

Ця функція виконується завдяки розв'язанню трьох відповідних задач стосовно визначення кількості виконавців, обсягів матеріальних та енергетичних ресурсів як для кожного ρ - о рільничого проекту, так і їх скінченних множин, що входять до програм вирощування і збирання усіх сільськогосподарських культур заданим сільськогосподарським товаровиробником. Визначаючи потребу у виконавцях, матеріальних та енергетичних ресурсах для окремих рільничих проектів, узгоджуються відповідні групи ресурсних чинників із іншими групами чинників показників цінності цих проектів. Критерієм відповідності між згаданими групами чинників у цьому разі є показники цінності, які відображають якість і своєчасність виконання рільничих проектів:

$$F[C_{\text{ук}\rho} \leftrightarrow (\text{Пґ}_{\text{ук}\rho}, Пк_{\text{ук}\rho}, A_{\text{ук}\rho}, B_{\text{ук}\rho}, Тл_{\text{ук}\rho}, Тн_{\text{ук}\rho})] = Ц_{\text{ук}\rho} \to \max; \quad (10)$$

$$F[M_{\text{ук}\rho} \leftrightarrow (\text{Пґ}_{\text{ук}\rho}, Пк_{\text{ук}\rho}, A_{\text{ук}\rho}, B_{\text{ук}\rho}, Тл_{\text{ук}\rho}, Тн_{\text{ук}\rho})] = Ц_{\text{ук}\rho} \to \max; \quad (11)$$

$$F[E_{\text{ук}\rho} \leftrightarrow (\text{Пґ}_{\text{ук}\rho}, Пк_{\text{ук}\rho}, A_{\text{ук}\rho}, B_{\text{ук}\rho}, Тл_{\text{ук}\rho}, Тн_{\text{ук}\rho})] = Ц_{\text{ук}\rho} \to \max. \quad (12)$$

Розглядаючи забезпечення виконання організаційно-технічними системами функції узгодження зазначених трьох груп ресурсних чинників із іншими основними групами чинників цінності програм виробництва *k*-ї сільськогосподарської продукції, приходимо до висновку, що у цьому випадку згаданими системами мають розв'язуватися задачі обґрунтування (визначення) потреби у виконавцях, матеріальних і енергетичних ресурсах за критерієм прибутковості відповідної сільськогосподарської продукції:

$$F[C_k \leftrightarrow (O_k, \text{Пґ}_k, Ам_k, B_k, Тл_k, Тн_k)] = ПР_k \to \max; \quad (13)$$

$$F[M_k \leftrightarrow (O_k, \text{Пґ}_k, Ам_k, B_k, Тл_k, Тн_k)] = ПР_k \to \max; \quad (14)$$

$$F[E_k \leftrightarrow (O_k, \text{Пґ}_k, Ам_k, B_k, Тл_k, Тн_k)] = ПР_k \to \max. \quad (15)$$

Як бачимо, для визначення потреби у ресурсах для виробництва *k*-ї рільничої продукції враховується організаційно-масштабна група чинників, яка передбачає відповідний розрахунок стосовно множини полів, на яких вирощується та збирається тим чи іншим сільськогосподарським товаровиробником *k*-а культура.

Знаючи потребу у ресурсах для виробництва *k*-ї рільничої продукції φ-м сільськогосподарським товаровиробником, можна знайти цю потребу для програми виробництва рільничої продукції усіх видів:

$$F[C_{\varphi} \leftrightarrow (O_{\varphi}, \Pi r_{\varphi}, Ам_{\varphi}, B_{\varphi}, Тл_{\varphi}, Тн_{\varphi})] = ПР_{\varphi} = \sum_{k} ПР_{k} \to \max; \quad (16)$$

$$F[M_{\varphi} \leftrightarrow (O_{\varphi}, \Pi r_{\varphi}, Ам_{\varphi}, B_{\varphi}, Тл_{\varphi}, Тн_{\varphi})] = ПР_{\varphi} = \sum_{k} ПР_{k} \to \max; \quad (17)$$

$$F[E_{\varphi} \leftrightarrow (O_{\varphi}, \Pi r_{\varphi}, Ам_{\varphi}, B_{\varphi}, Тл_{\varphi}, Тн_{\varphi})] = ПР_{\varphi} = \sum_{k} ПР_{k} \to \max. \quad (18)$$

Таким чином, для виконання семи функцій узгодження між дванадцятьма основними групами чинників показників цінності рільничих проектів, програм і портфелів організаційно-технічні системи повинні розв'язати щонайменше чотирнадцять управлінських задач, які визначають конфігурацію СППР.

Література

1. ISO-21500-2012. Руководство по управлению проектами [Электронный ресурс]. – [Введ. 2012-09-01]. – Режим доступа : https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:21500:ed-1:v1:en. 151.
2. Саати Т. Принятие решений. [Текст] / Т. Саати // Метод анализа иерархий: пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.
3. Сухонос М. К. Концептуальна модель життєвого циклу програми [Текст] / М. К. Сухонос, А. Ю. Старостіна, А. О. Богославець // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 1 (1173). – С. 82–86.
4. Руководство по управлению инновационными проектами и программами P2M : версия 1.2 [Текст] / пер. на рус. язык под ред. С. Д. Бушуева. – К. : Наук. Світ, 2009. – Т. 1. – 173 с.
5. Бурков В. Н. Экономические механизмы управления производством [Текст] / В. Н. Бурков. – М. : Консалтинговая фирма РОЭЛ-консалтинг, 1996. – 32 с.
6. MIL-HDBK-61. Military Handbook: Configuration Management Guidance [Text] / Department of defense USA. – 1997. – 201 p.
7. Trojanowska M. Forecast models of electric energy consumption by village recipients over a long–term horizon based on fuzzy logic [Text] / M. Trojanowska, J. Maopolski // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – Lublin-Rzeszów, 2011. – Vol. 11. – S. 327–334.
8. Концептуальна модель управлінсько-інформаційної системи рільництва [Текст] / О. В. Сидорчук, С. Г. Жуль, Л. Л. Сидорчук, М. А. Демидюк, О. М. Сіваковська // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк, 2014. – Вип. 45. – С. 517–520.
9. Сидорчук О. В. Підстави розроблення управлінсько-інформаційних систем рільництва [Електронний ресурс] / О. В. Сидорчук, С. Г. Жуль, О. М. Сіваковська // Управління проектами: стан та перспективи: зб. тез доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції. – Миколаїв, 2013. – Режим доступу : http://conference.nuos.edu.ua.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БАД С ПОЛИПРЕНОЛАМИ

Шамова М.М.,
Кандидат технических наук
Томский сельскохозяйственный институт, филиал ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, Россия, г. Томск
Австриевских А.Н.
Доктор технических наук, профессор
Научно-производственная объединение «Артлайф», Россия, г. Томск

INNOVATIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES: FOOD SUPPLEMENTS WITH POLYPRENOLS

Shamova M.M.,
Candidate of Engineering Sciences
Tomsk Agrarian University,
Branch of Federal State Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agrarian University"
Avstrievskikh A.N.
Doctor of Engineering Sciences, Prophessor
Artlife LLC., Tomsk, Russia

Аннтотация

Статья посвящена проблеме использования натурального биологически активного сырья – полипренолов пихты сибирской для обогащения пищевых добавок.

Известно, что использование полипренолов ограничено и используется только в фармацевтической промышленности, задачей разработки БАД было создание продуктов питания, которые корректировали бы проблемы питания и здоровья человека.

Abstract

The article is devoted to the problem of using of natural biologically active raw materials (polyprenols of Siberian fir) for enriching of dietary supplement products.

It is known that the use of polyprenols is limited and is mostly in the pharmaceutical industry, the task of developing dietary supplement products was the creation of food products that would correct the problems of nutrition and human health.

Ключевые слова: полипренолы, биологически активные добавки, комплексная добавка, обогащение.

Keywords: polyprenols, biologically active supplement, complex supplement, enrichment.

Полипренолы – это важнейшие вещества для жизни клетки. Участие в долихолфосфатном цикле делает их незаменимыми и физиологичными для организма человека, когда речь идёт о повреждении клеток и, соответственно, органов и тканей. Их регенерирующее, восстанавливающее и защитное действие на печень, нервную и сердечно-сосудистую систему превосходит эффективность аналогичных препаратов в несколько раз. При этом, полипренолы совершенно безопасны для организма человека даже в высоких дозах и при длительном применении они не проявляют побочных эффектов.

Полипренолы представляют собой группу биополимеров, содержащих 8–18 изопреновых единиц и имеет следующую структурную формулу:

CH3

|

H–(–CH2–C =CH–CH2–)n–OH, где n — число изопреновых звеньев от 8 до 18.

В результате изопреноидного обмена в организме человека образуются три главных метаболита:

1. Дигоксин – эндогенный ингибитор мембранной Na^+- K^+- АТФ-азы.
2. Убихинон – мембранный антиоксидант и вещество, способствующее прохождению электронов через мембрану и улавливанию свободных радикалов.

3. Долихол – важное вещество в N-гликозилировании белков. [7, с.239]

При многих заболеваниях, протекающих с повреждением клеточных мембран затруднено нормальное действие долихолфосфатного (ДФЦ) цикла в клетках, увеличивается вывод долихола из организма и образовывается его дефицит. Длина цепочки углеродных атомов молекул полипренолов хвойных составляет С55-С110, что близко к длине долихола в организме животных и человека, поэтому полипренолы замещая недостающий долихол, способствуют поддержанию иммунного статуса клетки, обеспечивают восстановление, стабильность мембран, а также синтез молекул белка.

Целью создания комбинированных БАД на основе полипренолов было получение высокоэффективных комплексов направленного действия, обладающих взаимопотенцирующими фармакодинамическими свойствами, обеспечивающими пролонгирование эффекта после окончания курса приема.

Преимущества БАД на основе полипренолов:

- Высокая безопасность и отсутствие побочных эффектов;
- Возможность длительного приема, в том числе для пожилых лиц;
- Оптимальные дозировки активных компонентов, высокая эффективность за счет синергизма действия.

БАД «Олеопрен Кардио» является комплексной добавкой для оздоровления сердечно-сосудистой системы. Благодаря синергизму входящих в состав компонентов, БАД способствует сохранению целостности сосудистой стенки, снижению уровня липопротеинов низкой и очень низкой плотности в крови, обладает антиагрегационным эффектом, защищает клетки миокарда от повреждающего действия свободных радикалов и активирует регенерацию и восстановление функций сердечной мышцы после повреждений (инфаркты, оперативные вмешательства). БАД питает миокард посредством доставки длинноцепочных жирных кислот в митохондрии кардиоцитов. За счет полипренолов и поддержки долихолфосфатного пути восстановления клеток и стабилизации клеточных мембран, препарат стимулирует регенеративный потенциал миокарда и клеток сосудистой стенки (активация восстановления мембран и защита молодых кардиоцитов). Новый подход и инновационные технологии позволяют добиться следующего действия:

- восстановления и стабилизации мембран кардиоцитов и клеток сосудистой стенки, снижения цитолиза и гибели клеток, торможения процессов ишемии миокарда.
- блокирование окислительного стресса, снижение повреждающего действия на клетку свободных радикалов и снижение цитолиза и гибели клеток, повышение кровоснабжения и энергообеспечения миокарда.
- стимулирование роста и защита молодых кардиоцитов.
- улучшение питания и повышение энергетического потенциала сердечной мышцы.

В состав продукта кроме полипренолов входит L-карнитин, ликопин, токоферол ацетат, коэнзим Q10.

Ликопин обладает антиоксидантными свойствами. Как показали многочисленные исследования, ликопин, способен значительно снижать риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы и рака простаты.

Ликопин помогает нормализовать холестериновый обмен, активизирует процесс пищеварения. Ликопин нормализует аппетит, подавляет болезнетворную кишечную микрофлору, предотвращает развитие атеросклероза, содержит в норме кислотно–щелочное равновесие, способствует снижению веса. Имеет антибактериальные и противогрибковые свойства, укрепляет стенки сосудов и капилляров, благотворно воздействует на кожу лица, питает и омолаживает, особенно это касается сухой, морщинистой и пигментированной кожи. Эффективен как профилактическое средство против различных расстройств печени.

Так как он является мощным антиоксидантом, то способен уничтожить свободные радикалы, разрушающие мембраны клеток, повреждающие ДНК, и вызывающие различные заболевания. Как показали исследования, пациенты с высоким уровнем холестерина или с простудными заболеваниями (с и без терапии, снижающей уровень жиров) могут иметь низкий уровень ликопина в крови. Содержание ликопина в крови не всегда снижается

из – за табакокурения и употребления алкоголя, в отличии от других каротиноидов. На это влияет процесс старения.

Некоторые исследования показали, что ликопиновая диета снижает риск ряда хронических заболеваний, например, сердечно – сосудистых, рака, и связанную с возрастом дистрофию жёлтого пятна. Как антиоксидант ликопин предотвращает окисление низкоуровневого липопротеина, то есть плохого холестерина, именно он и приводит к атеросклерозу и заболеваниям коронарных артерий.

L-Карнитин - это важный переносчик жирных кислот в организме. У всех млекопитающих аминокислота карнитин вырабатывается в печени. Хотя почки и мозг также производят некоторое количество карнитина, в печени синтезируется большая его часть. Он вырабатывается из лизина с помощью метионина и некоторого другого субстрата и затем расходится по различным тканям организма, где он выполняет важную роль в каждой клетке.

Карнитин переносит жирные кислоты в митохондрии каждой клетки и может быть охарактеризован как третий участник эстафетной гонки. В мембране митохондрии карнитин дожидается переносчика жирных кислот – Кофермента А, который, подходя к молекуле карнитина, передает ей кислоту. Затем карнитин проходит через внутреннюю мембрану митохондрии и передает эту кислоту другой молекуле Кофермента А, которая ожидала ее внутри митохондрии.

Коэнзим Q10 – жирорастворимое витаминоподобное вещество. Q10 встречается в нашем организме буквально повсюду, с чем связано его второе официальное название “убихинон” (от лат. ubique – везде, повсюду). Внутри клеток Q10 в основном содержится в митохондриях таких энергопотребляющих органов как сердце, печень, почки, поджелудочная железа.

Сегодня известны две основные функции Q10 в организме. Он участвует в выработке энергии в любой из наших клеток. При синтезе АТФ на конечном этапе окисления субстратов в клетках электроны с помощью Q10 переносятся из матрикса митохондрий в межмембранное пространство по дыхательной цепи на кислород.

Другая важнейшая функция Q10 антиоксидантная. Q10 – единственный жирорастворимый антиоксидант, который может вырабатываться самим организмом, а также постоянно регененерировать из окисленной формы с помощью ферментных систем. Непосредственное (прямое) антиоксидантное действие Q10 заключается в улавливании свободных радикалов. Опосредованное (непрямое) антиоксидантное действие Q10 состоит в предупреждении образования феноксил-радикалов альфа-токоферола, т.е. в недопущении возможного прооксидантного действия альфа-токоферола. [2, с. 78]

БАД «Олеопрен Нейро» является комплексной добавкой для восстановления нервной ткани после инсультов и нейротравм. БАД улучшает когнитивные функции. Благодаря синергизму входящих в состав компонентов «Олеопрен Нейро» способствует делению и созреванию стволовых клеток, взаимодействию между клетками, способен поддержанивать сохранность миелиновой оболочки нервов. БАД восстанавливает и поддерживает уровень фосфатидилсерина в клетках мозга. «Олеопрен Нейро» это комплексный препарат, компоненты которого положительно воздействуют на активацию мозговых клеток, улучшение памяти, замедление процесса старения мозга. «Олеопрен Нейро» активно способствует улучшению кровоснабжения мозга, повышению умственной работоспособности и ассоциативных процессов, снижению психоэмоционального напряжения, агрессивности, конфликтности, повышению социальной адаптации, улучшению настроения, облегчению засыпания и нормализации сна. БАД уменьшает вегето-сосудистые расстройства (в том числе и в климактерическом периоде) и выраженность общемозговых расстройств при ишемическом инсульте и черепно-мозговой травме, уменьшает токсическое действие алкоголя и лекарственных средств, угнетающих функцию ЦНС.

В состав входи запатентованный комплекс Memree Plus-30L (*Фосфатидилсерин, Фосфатидная кислота), глицин, токоферол ацетат.*

Фосфатидилсерин (Мемри плюс 30L/ MemreePlus). Мемри плюс представляет собой запатентованную смесь соевого фосфатидилсерина и фосфатидной кислоты, которая эффективно применяется для укрепления когнитивного здоровья, снижения стресса и повышения эффективности восстановления после физических нагрузок.

Исследования доказали, что с возрастом концентрация фосфатидилсерина в клетках нашего мозга начинает снижаться. Несмотря на то, что фосфатидилсерин содержится в таких пищевых продуктах, как молочные продукты и мясные субпродукты, как правило, чем старше человек, тем меньше он потребляет в пищу данные продукты. Прием дополнительного количества фосфатидилсерина может помочь восстановить его уровень в клетках нашего мозга.

Благотворное воздействие фосфатидилсерина на когнитивные функции организма человека широко изучается. Многочисленные исследования доказали, что фосфатидилсерин способствует активизации деятельности мозга, которая имеет свойство с возрастом постепенно ухудшаться. В частности, согласно данным исследований, фосфатидилсерин улучшает память и усиливает способность сосредотачивать внимание. Кроме того, фосфатидилсерин - единственное вещество, чья эффективность для когнитивного здоровья официально подтверждена.

Согласно данным исследований, пищевые добавки MemreePlus оказывают влияние на стрессовые реакции, снижая уровень содержания корти-

зола и смягчая дистресс. Участники двойного слепого исследования в течение трех недель принимали либо пищевую добавку MemreePlus, либо плацебо. После этого им было предложено пройти тест Триера на социальный стресс. В рамках тестирования осуществлялось измерение уровня содержания кортизола в слюне и сыворотке, а также уровень ощущаемого стресса. У участников было выявлено значительное снижение уровня кортизола и дистресса после прохождения теста.

Глицин – оказывает седативное, мягкое транквилизирующее (противотревожное) и антидепрессивное действие. Уменьшает чувство тревоги, страха, психоэмоционального напряжения, проявления алкогольной абстиненции. Глицин повышает умственную работоспособность, заостряет внимание, улучшает память и ассоциативные процессы. Эта незаменимая аминокислота помогает улучшить настроение, нормализовать засыпание, легче пережить стресс, избежать «ударов» его последействия (поддерживает уровень артериального давления в норме), защитить от токсического действия психотропных препаратов. Глицин способствует уменьшению вегето-сосудистых расстройств (в том числе и в климактерическом периоде) и выраженности общемозговых расстройств при ишемическом инсульте и черепномозговой травме.

Глицин относится в группе препаратов, улучшающих обменные процессы в головном мозге. Он входит в состав многих биологически активных веществ, в том числе в состав белков тканей человека. Глицин также является нейромедиатором, то есть участвует в передаче информации по нервным волокнам. Рецепторы к глицину имеются во многих участках головного мозга и спинного мозга, они тормозят выделение из нейронов нейромедиаторов, передающих возбуждающие импульсы в центральную нервную систему.

БАД «Олеопрен Гепа» - это комплексный препарат, сочетающий в себе действие нескольких, наиболее эффективных в настоящее время компонентов, используемых в качестве гепатопротекторов во всём мире. Кроме того в его составе содержится смесь полипренолов высокой очистки. В результате, БАД «Олеопрен Гепа» имеет разнонаправленное действие на печень и на разные звенья патогенеза патологии печени. Он представляет собой уникальный и единственный в своём роде препарат, не имеющий в настоящее время аналогов на рынке.

В составе БАД «Олеопрен Гепа» присутствуют в оптимальных дозировках три основных действующих вещества: полипренолы, силимарин и эссениальные фосфолипиды. Наиболее важным из них является смесь полипренолов.

В экспериментальных исследованиях изучена гепатопротекторная активность полипренолов на модели токсического поражения печени, индуцированного дихлорэтаном или ацетаминофеном у крыс. Терапия полипре-

нолами значительно улучшала функциональное и морфологическое состояние печени у лабораторных животных, подвергнутых воздействию гепатотоксических агентов.

Клинические исследования эффективности и безопасности применения полипренолов были проведены с участием больных алкогольной болезнью печени. Сравнительное исследование пренолов с использованием препарата сравнения выполнено на клинических базах Санкт-Петербурга. Срок лечения составил 12 недель в рекомендуемых дозировках. На фоне монотерапии полипренолами была отмечена ранняя по сравнению с препаратом сравнения положительная динамика в отношении выраженности цитолитического синдрома (снижение активности АЛТ и АСТ). Приём полипренолов сопровождался нормализацией липидного спектра крови, что выражалось в повышении концентрации липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) и снижении индекса атерогенности в 1,6 раза. Кроме этого, лечение полипренолами способствовало значительному повышению уровня общих антиоксидантов сыворотки крови: через 6 недель – на 94%, через 8 недель – на 175%. У больных в группе сравнения уровень общих антиоксидантов повысился незначительно. Во время исследования не было выявлено побочных действий препарата ни в одном случае.

Клинические исследования показали эффективность полипренолов в терапии больных с неалкогольным стеатогепатитом. Через 12 недель монотерапии полипренолами отмечено снижение выраженности проявлений диспепсического (тяжесть в правом подреберье, метиоризм, неустойчивый стул) и астенического (слабость, утомляемость, нарушения сна) синдромов у всех больных. При исследовании биохимических параметров активности воспаления в печени выявлено снижение выраженности цитолитического синдрома в виде снижения уровней АЛТ и АСТ. Отмечено также снижение активности ферментов холестаза. Выявлено положительное влияние полипренолов на липидный спектр сыворотки крови в виде нормализации исходно имеющейся дислипидемии, а именно: достоверно снизился уровень холестерина.

В составе БАД «Олеопрен Гепа» содержится токоферола ацетат (витамин Е). Он включается в метаболизм долихола и необходим для нормального функционирования транспортной цепи по перемещению свободных радикалов. Недостаток токоферола может повлечь нарушения работы этой цепи и возникновение молекулярно-деструктивных процессы в патогенезе многих заболеваний, в том числе печени.

Силимарин (Silybum marianum) –экстракт расторопши пятнистой, тысячелетиями использовалась для лечения заболеваний печени. Благотворное влияние этого растения на печень обусловлено силимарином - веществом, входящим в состав расторопши. Силимарин оказывает положительное действие на печень, защищая ее от воздействия токсичных веществ, ал-

коголя и других неблагоприятных факторов. Взаимодействует со свободными радикалами в печени и переводит их в менее токсичные соединения, прерывая процесс перекисного окисления липидов; препятствует дальнейшему разрушению клеточных структур. В поврежденных гепатоцитах стимулирует синтез структурных и функциональных белков и фосфолипидов (за счет специфической стимуляции РНК-полимеразы А), стабилизирует клеточные мембраны, предотвращает потерю компонентов клетки (трансаминаз), ускоряет регенерацию клеток печени. Силимарин представляет собой смесь четырех флавонолигнанов — силибина, или силибинина (основной изомер, на его долю приходится 60–70%), силикристина, силидианина и изосилибина.

Эссенциальные фосфолипиды в составе БАД «Олеопрен» - это один из трёх основных действующих компонентов БАД. Препараты фосфолипидов в настоящее время широко представлены на рынке лекарственных препаратов и зарекомендовали себя как эффективные гепатопротекторы.

Фосфолипиды являются основным структурным компонентом всех клеточных мембран. Эссенциальные фосфолипиды - это сложные вещества природного происхождения. Они представлены двумя группами соединений: фосфадиацил-глицеринами (фосфатидилэтаноламин, фосфатидилхолин (лецитин), фосфатидилсерин) и сфингомиелинами.

Эссенциальные фосфолипиды - основные элементы в структуре клеточной оболочки и клеточных органелл (митохондрий). В механизме гепатопротекторного действия важная роль принадлежит заместительному эффекту.

Эссенциальные фосфолипиды улучшают функциональное состояние печени. При нарушении метаболизма печени. Они обеспечивают поступление готовых к усвоению высокоэнергетичных фосфолипидов, которые идеально сочетаются с эндогенными фосфолипидами по химической структуре. Фосфолипиды, в основном, проникают в клетки печени, внедряясь в их мембраны.

Под влиянием эссенциальных фосфолипидов улучшаются клинико-биохимические показатели, характерные для жировой дистрофии печени, хронических гепатитов различной этиологии, цирроза печени. При этих заболеваниях нарушается детоксикационная функция печени, а также снижается резистентность гепатоцитов к токсическим воздействиям и функция антиоксидантной системы организма. Применение эссенциальных фосфолипидов ведет к нормализации структурно-функциональной целостности клеточных мембран гепатоцитов и позволяет восстановить нормальный метаболизм клетки. Лечение эссенциальными фосфолипидами приводит к значительному улучшению биохимических показателей, таких, как сывороточные АЛТ, АСТ, а также к уменьшению некроза и воспаления. Положительная динамика показателей (уменьшение внутридолькового некроза, пор-

тального воспаления, общее улучшение самочувствия) по сравнению с исходным уровнем наблюдалась у пациентов, принимавших препараты эссенциальных фосфолипидов.

Таким образом, препарат «Олеопрен Гепа» оказывает комплексное воздействие на основные звенья патогенеза при заболеваниях печени. Компоненты состава эффективно дополняют и усиливают действие друг друга.

Список литературы

1. Австриевских, А.Н. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения / А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев, В.М. Позняковский. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005.-416с.
2. Позняковский, В.М. Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки / В.М. Позняковский, О.В. Чугунова, М.Ю. Тамова. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 143с.
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.10 года №559-р «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года».
4. Технический регламент ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического, лечебного и диетического профилактического питания»: утв. решением Совета Евразийской экономический комиссии от 5 июня 2012г. №34. – 26 с.
5. Рощин В.И. Полипренолы древесных растений – распространение, технологии, медицина [Элекронный ресурс]/ В.И. Рощин. – URL:http://lib.knigi-x.ru/23raznoe/6584-1-2-oglavlenie-vvedenie-poliprenoli-obschie-svedeniya-stroenie-rasprostranenie-zhivih-sistemah-svoystva-stanovl.php
6. Roschin V.I. Chemical composition of lipid fraction of green pine and spruce needles. In edition Study and application of therapeutic-prophylactic medications based on natural biologically active compounds. Edited by V.G. Bespalov and V.B. Nekrasova, SPb. Eskulap, 2000, pp.114-116
7. Walinska K. Comprasion of the influence of the polyprenol structure on model membranes Desalination, 163. – 2004. - pp. 239-245

ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОЙ ПОДХОД К ПЛАНИРОВАНИЮ ТУРИСТОМ ОТДЫХА (НА ПРИМЕРЕ РЕГИОНА ЮЖНЫЙ ТИРОЛЬ, АВСТРИЯ)

Ключиков В.В.,
студент 4-го курса факультета «Прикладная математика и информационные технологии» Финансового университета при Правительстве Российской Федерации

A GAME THEORY APPROACH OR PLANNING OF JOURNEY BY THE TOURIST (BASED ON THE EXAMPLE OF SOUTH TIROL, AUSTRIA)

Klyuchikov V.V.
student of the 4 course of the Faculty of Applied Mathematics and Information Technology, Financial University under the government of the Russian Federation

Аннотация

Рассматривается вопрос об оптимизации затрат туриста при приобретении путевки на этап зимнего горнолыжного сезона. Для анализа используется теоретико-игровой подход. В качестве иллюстрирующего примера рассматривается горнолыжный сезон региона Южный Тироль, долина Этцталь (Зёльден), Австрия.

Abstract

It is dealt with the question about the optimization of tourist expenses when purchasing a voucher for the winter season. The game theory approach is used for the detailed analysis. As an illustrative example it was chosen a winter season of South Tirol, Ötztal valley (Sölden), Austria.

Ключевые слова: парная антагонистическая игра с нулевой сумой, игроки, чистые стратегии, выигрыши, платёжная матрица, Зёльден, горнолыжный сезон, этапы горнолыжного сезона, цены.

Keywords: zero-sum game, players, peer strategies, payoffs, payoff matrix, Sölden, ski season, stages of ski season, prices.

На сегодняшний день путешествия являются одним из приоритетных вариантов отдыха. Большинство россиян в возрасте старше 18 лет, имеющих какой-либо источник дохода (наличие работы или спонсора, оплачивающего путевку), предпочитают летний отдых в теплых странах на курортах Испании, Греции, Турции, Доминиканской республики и других. Однако

после зимних Олимпийских Игр в Сочи в 2014 году все большей популярностью стал пользоваться зимний горнолыжный отдых в горах Южного Тироля (Австрия и Италия), северных Альп (Франция, Швейцария, Италия), Андорры, Болгарии. Все большим спросом пользуется сегодня и Сочи, курорт Роза Хутор: в сезоне 2014-2015 Розу Хутор посетили около 640 тысяч любителей зимних видов спорта, а в сезонах 2015-2016 и 2016-2017 – 800 тысяч.

Некоторые любители горнолыжного спорта в России стали выбирать Сочи после резкого роста курса Евро в виду введенных экономических санкций со стороны Евросоюза и США. Но все же иностранные горнолыжные курорты, которые входят в список лучших и надежных в мире, остаются более предпочтительным вариантом.

Регион Южный Тироль, долина Этцталь (Ötztal) (Зёльден), Австрия, является одним из крупнейших горнолыжных курортов Европы и мира. Популярен среди туристов из Австрии и Германии. Также известен тем, что в Зёльдене в начале ноября проводится первый этап кубка мира по горнолыжному спорту.

Общий поток туристов каждый год увеличивается в основном за счет гостей из Европейского союза. Среди россиян этот регион пользовался спросом до начала 2014 года, курс евро резко вырос (см. табл. 1) [7].

Таблица 1.

Общая посещаемость Южного Тироля в зимних сезонах 2010/11 - 2016/17 и количество приезжих из РФ.

Сезон	Количество туристов, чел	Из РФ, чел
2010/2011	5 058 891	75 278
2011/2012	5 263 082	85 136
2012/2013	5 384 244	92 048
2013/2014	5 336 404	92 527
2014/2015	5 567 233	60 167
2015/2016	5 819 984	47 948
2016/2017	5 880 190	51 454

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод, что резкий скачок курса валюты резко сократил число туристов из России, однако, как курс стал более-менее стабильным (не наблюдались резкие скачки), число россиян в данный регион медленно растет.

Можно также отметить цены на ски-пасс (пропуск для подъема в гору на фуникулере для дальнейшего спуска) в регионе Зёльден и курс евро на 1 января каждого сезона.

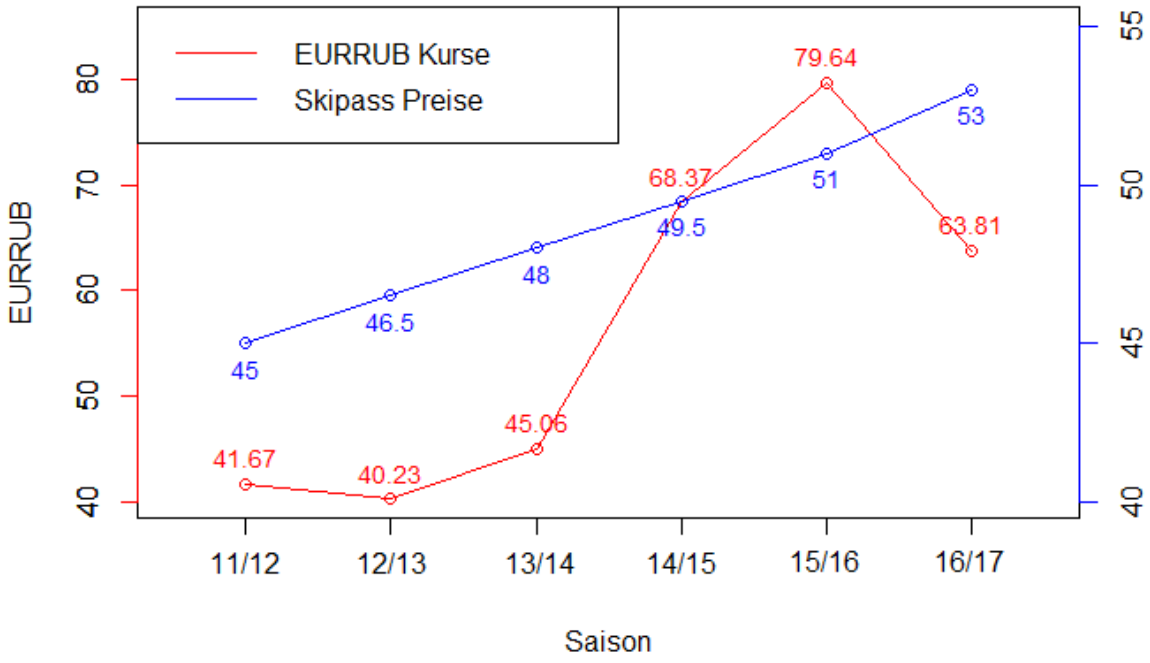


Рисунок 1. График динамики курса евро на 1 января (красный) и стоимость ски-пасс в Зёльдене на 1 день в евро (синий).

В Зёльдене горнолыжный сезон делится на 5 этапов: открытие сезона (с середины ноября до Рождества (25 декабря)), 1 главный сезон (25 декабря – 9 января), середина сезона (10 -20 января), 2 главный сезон (20 января до начала апреля), закрытие горнолыжного сезона (до начала последней декады апреля). Дата начала и окончания горнолыжного сезона может меняться в зависимости от погодных условий и степени готовности горнолыжных склонов.

В данной регионе стоимость турпакетов в летнее время немного ниже, чем в зимнее, и поток туристов достигает пика именно в зимнее время, особенно в период высокого сезона: в сезоне 2017/2018 высокий сезон будет 23.12.2017 – 05.01.2018 и 20.01.2018 – 06.04.2018 [6].

Турист может приобрести тур двумя способами: самостоятельно или через туроператора. При этом первый способ становится все более популярным: если в 2016 году треть россиян предпочитало самостоятельно организовывать свои путешествия, а не покупать путевки у туристических фирм, то в конце 2017 – почти половина, и тренд – на усиление онлайн-покупок. И затраты при приобретении туристических услуг будут различными.

По состоянию на сентябрь 2017 года, туристическая компания на начало сезона продает путевку как горящую и устанавливает цену в 900 € для полного пакета, и 830 € за предоставление отеля и оформление визы. Остальные расходы (авиаперелет, поезда, трансфер до отеля и ски-пасс на неделю) турист берет на себя. В общей сложности цена дополнительных услуг обойдется туристу в 150€. На первый основной сезон турагенство вы-

ставляет цены в 1350€ и 1000€ соответственно (иные расходы при приобретении туристом неполного пакета услуг составляют 200€). На середину сезона цены 1000€ и 900€ плюс затраты туриста 160€. На второй главный сезон турагентство ввиду популярности среди туристов во всем мире повышает цены до 1270€ и 950€. Транспортные расходы, которые берет на себя турист при приобретении части туристических услуг у турфирмы, практически не изменяются и составляют 130€. На конец сезона, в виду большого интервала времени до потенциальной поездки, турагентство желает привлечь туристов ценой в 1100€ и 800€. Иные расходы туриста составят те же 130€.

Если турист желает самостоятельно планировать поездку, то на ранний сезон отели устанавливают цены на оставшиеся номера гораздо выше, чем на поздние. На открытие сезона общие расходы составят 1300€. На главный сезон, выпадающий на католические праздники Австрии, суммарные затраты составят в среднем 1160€. После праздников средняя суммарная цена поездки незначительно падает до 1150€. На второй главный сезон, в самый активный период среди любителей зимних видов спорта, затраты могут составить 1190€. А на закрытие сезона организации желают получить максимальную прибыль, чтобы в дальнейшем покрыть расходы на подготовку к летнему и следующему зимнему сезоны, резко увеличивают цены до суммарных 1275€.

Считается, что цены на поездку на каждый из этапов известны. Задачей туриста является получить максимально качественные услуги, заплатив при этом как можно меньше. Однако фирмы, предоставляющие рекреационные услуги (отели, авиакомпании, такси, автобусы) стараются получить за предоставление услуг максимальную прибыль. Цены каждой из составляющей, организующих группу компаний по предоставлению рекреационных услуг, зависят от этапа сезона: во время праздников, а также во время «высокого» сезона цены могут быть завышены в виду повышенного спроса со стороны туристов.

Целью данной статьи является анализ минимизации затрат потенциального туриста при приобретении путевки на этап зимнего горнолыжного сезона на примере региона Южный Тироль, долина Этцталь (Зёльден) Австрия.

Отметим, что родственные вопросы на примере субъектов Крайнего Севера России рассматривался в [4].

Поскольку цель туриста с одной стороны и цель всех агентств и служб в совокупности с другой стороны являются противоположными, то данные конфликтные отношения можно рассматривать как парную антагонистическую игру с нулевой суммой выигрышей ([1], [2], [3]).

Для облегчения чтения статьи напомним основные составляющие парной антагонистической игры.

Каждый из игроков-антагонистов A и B имеет множество чистых стратегий соответственно $S_A^P = \{A_1, A_2, ..., A_m\}$ и $S_B^P = \{B_1, B_2, ..., B_n\}$ [1].

Из выигрышей $F_A(A_i, B_j) = F_A(i, j) = a_{ij}$ игрока A, представляющих собой числовые значения его выигрыш-функции F_A, определенной на декартовом произведении $S_A^P \times S_B^P = \{(A_i, B_j) : A_i \in S_A^p, B_j \in S_B^p\}$, формируют платёжную матрицу (матрицу выигрышей игрока A или *матрицу игры*):

$\boldsymbol{A}$ =

B_j / A_i	B_1	B_2	…	B_n
A_1	a_{11}	a_{12}	…	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	…	a_{2n}
…	…	…	…	…
A_m	a_{m1}	a_{m2}	…	a_{mn}

Показателем эффективности стратегии A_i называется минимальный выигрыш игрока A при этой стратегии:

$$\alpha_i = \min_{1 \le j \le n} a_{ij};\ i = 1, 2, ..., m \qquad (1)$$

Максимином, или нижней ценой игры в чистых стратегиях, называется наибольший из показателей эффективности стратегии A_i:

$$\alpha = \max_{1 \le i \le m} \alpha_i = \max_{1 \le i \le m} \min_{1 \le j \le n} a_{ij} \qquad (2)$$

Стратегия A_i, показатель эффективности которой совпадает с максимином $\alpha_i = \alpha$, называется максиминной.

Показателем неэффективности стратегии B_j называют максимальный проигрыш игрока B при этой стратегии:

$$\beta_j = \max_{1 \le i \le m} a_{ij}; \qquad j = 1, 2, ..., n \qquad (3)$$

Минимаксом, или верхней ценой игры в чистых стратегиях, называется наименьший из показателей эффективности стратегии B_j, $j = \overline{1, n}$:

$$\beta = \min_{1 \le j \le n} \beta_i = \min_{1 \le j \le n} \max_{1 \le i \le m} a_{ij} \qquad (4)$$

Стратегия B_j, показатель неэффективности которой совпадает с минимаксом $\beta_j = \beta$, называется минимаксной.

Игра имеет решение в чистых стратегиях тогда и только тогда, когда верхняя и нижняя цены игры совпадают.

$$\alpha = \beta \qquad (5)$$

---

[1] В обозначении S_A^p и S_B^p буква "*p*" - первая буква английского *pure* – чистый. Она указывает на то, что рассматриваемые в данной статье стратегии $A_1, A_2, \ldots, A_m$ являются *чистыми*, а не смешанными, т.е. выбираются игроком *A определенным* образом без примесей случайности и неопределенности.

Выигрыш a_{kl}, соответствующий ситуации равновесия (A_k, B_l), $k = 1,\ldots, m$, $l = 1,\ldots, n$, т.е. значение выигрыш-функции игрока A на аргументе (A_k, B_l), называется седловой точкой матрицы игры. Таким образом, элемент a_{kl}, являющийся седловой точкой матрицы игры, является минимальной в k-й строке и максимальной в l-м столбце. Игра, которая содержит хотя бы один такой элемент, называется игрой с седловой точкой.

Стратегии A_k и B_l соответственно игроков A и B, создающие равновесную ситуацию (A_k, B_l), или, другими словами, соответствующие седловой точке a_{kl}, называются оптимальными

В рассматриваемой конфликтной ситуации можно выделить две стороны (двух игроков):

- Игрок A - турист (T), который стремится минимизировать расходы на поездку, рассчитывая при этом получить наиболее качественные услуги. В случае некачественного предоставления услуг имеется возможность получения денежной компенсации в виде страховой выплаты, условия получения которой, как правило, прописываются в договоре с организатором туристического путешествия.
- Игрок B - группа организаций ($ГО$), которые связаны с предоставлением рекреационных услуг. В данную группу входят отели, различные транспортные компании (авиакомпании, ж/д компании, автобусные компании), некоторые дополнительные услуги (предоставление ски-пасс для пользования горнолыжными склонами). Целью для всех компаний, входящих в группу является получение максимальной прибыли путем установления таких цен, чтобы минимизировать зависимость от стадии сезона.

Обычно, в конце лета-начале осени предстоящего зимнего сезона фиксируется наибольший выбор отелей. Поэтому цены на услуги, которые устанавливаются каждой организацией, входящей в $ГО$, будут браться по состоянию на начало сентября 2017 года.

В качестве множества чистых стратегий туриста рассмотрим следующий набор:

- A_1 - приобретение полного пакета услуг у турагента/туроператора.
- A_2 – приобретение отдельных услуг у турагента/туроператора (бронирование отелей, авиабилеты и ЖД-билеты, виза), а остальные услуги (такси от ЖД станции до отеля, ски-пасс, питание, аренда экипировки, страховка) оплачивает турист самостоятельно.
- A_3 – самостоятельная организация поездки. Турист сам выбирает отель, составляет план действий: выбор авиа- и ЖД-рейса, выбор отеля, покупка ски-пасс и, если необходимо, аренда оборудования.

В качестве стратегий групп рекреационных компаний будут рассматриваться установление цен на каждый из этапов зимнего сезона. В качестве примера будет рассмотрен зимний сезон 2017/2018.

- B_1 – 16 ноября 2017 – 22 декабря 2017 (открытие сезона);

- B_2 – 23 декабря 2017 – 5 января 2018 (1-й главный сезон);
- B_3 – 6 января 2018 – 19 января 2018 (середина сезона);
- B_4 – 20 января 2018 – 6 апреля 2018 (2-й главный сезон);
- B_5 – 7 апреля 2018 – 22 апреля 2018 (закрытие сезона). [5]

При организации поездки через туристические агентства можно получить различные скидки. Например, при покупке на ближайшие даты можно купить путевку как «горящую», а в случае покупки на более поздние даты (например, на конец сезона) можно получить скидку в следствие непопулярности закрытия зимнего сезона, а также низкого спроса на текущие даты (по состоянию на сентябрь).

При самостоятельной организации поездки турист не получает каких-либо скидок. Более того, при покупке на открытие сезона цены гораздо выше, чем на закрытие сезона. Такой политики придерживаются любые отели, авиа- и железнодорожные компании, автобусные парки при выставлении цен с целью получения максимальной прибыли.

В Австрии в период с 24 декабря по 5 января – период католических и национальных праздников (Рождество, Новый год, День Трех святых королей). В Германии и Австрии в выходные и праздничные дни практически никто не работает. В следствие этого компании устанавливают завышенные цены.

Так как игроки A и B действуют осознанно, т.е. выбирают для себя наиболее эффективные стратегии определенным образом, то можно считать указанные стратегии чистыми. В конечном итоге, каждый игрок выбирает ту или иную стратегию, ориентируясь на текущую рыночную и экономическую ситуацию (курс евро к рублю, забастовки в стране, где предполагается отдых и т.д.), устанавливаемые цены на тот или иной этап сезона.

В качестве выигрыша игрока A (и соответственно проигрыша игрока B) будем рассматривать затраты первого на организацию отдыха. Игрок A всегда стремится минимизировать свои затраты, а игрок B – максимизировать свою прибыль [4].

Таким образом, выигрышами туриста будут его суммарные затраты на поездку при условии, что он выберет одну из стратегий без учета каких-либо дополнительных издержек (покупка сувениров, питание, дополнительные экскурсии). Например, при частичной самостоятельной организации поездки (стратегия A_2) на второй главный сезон (стратегия B_4), когда оплата отеля и авиарейс суммарно стоят 950€, а такси до отеля и ски-пасс на 7 дней обойдется в 130€, затраты игрока A составят:

$F_A(A_2, B_4) = a_{24} = -950 - 130 = -1180$ €

Тогда матрица выигрышей туриста, выраженных в евро, при организации поездки примет вид:

B_j / A_i	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	α_i
A_1	-900	-1350	-1000	-1270	-1100	-1350
A_2	-980	-1200	-1060	-1180	-930	-1200
A_3	-1300	-1160	-1150	-1190	-1275	-1300
β_j	-900	-1160	-1000	-1180	-930	**α = -1200** / **β = -1180**

Используя формулы (1) и (3) найдем показатели эффективности стратегий игрока A, проставленные в столбце «α_i» и показатели неэффективности стратегий игрока B, проставленные в строке «β_j». Далее, используя формулы (2) и (4) найдем нижнюю и верхнюю цены игры: $\alpha = -1200$ и $\beta = -1180$.

Так как показатель эффективности стратегии A_2 совпадает с максимином (нижней ценой игры): $\alpha_2 = -1200 = \alpha$, то данная стратегия является максиминной стратегией игрока A. Так как показатель эффективности стратегии B_4 совпадает с минимаксом (верхней ценой игры): $\beta_4 = -1180 = \beta$, то данная стратегия является минимаксной стратегией игрока B.

Так как равенство (5) не выполняется, то матрица игры не содержит седловых точек. Следовательно, в данной игре нет решения в чистых стратегиях.

Результаты проведенного анализа допускают следующую экономическую интерпретацию.

Покупая часть услуг у туроператора, то есть выбирая стратегию A_2, турист гарантирует себе наименьший выигрыш в -1200€, независимо от того, какие цены будут установлены группой компаний, предоставляющих рекреационные услуги. Иначе говоря, турист гарантирует себе наибольшие затраты 1200€, т. е. затраты, больше которых турист не понесет при любых ценах туроператора/группы компаний.

Выбирая стратегию B_4, группа фирм по предоставлению рекреационных услуг гарантирует себе наибольший проигрыш в -1180€ при любом решении туриста, то есть проигрыш, больше которого группа компаний не понесет при любом выборе туриста. В реальной ситуации это означает, что, установив цены в $ГО_4$, группа компаний гарантирует себе наименьший доход в 1180€, т. е. доход, меньше которого эта группа не получит при любом решении туриста.

Для более адекватной модели необходима более подробная характеристика туриста, а именно знание иностранного языка, умение кататься на горных лыжах или сноуборде, опыт путешествия, опыт самостоятельного планирования маршрутов и т.п. Очевидно, что опытный в плане независимых

от туроператоров путешествий человек с большей долей вероятностей будет планировать поездку самостоятельно. Неопытный турист, либо турист, не владеющий в достаточной мере английским и (или) немецким языком, скорее всего, предпочтет в полной или некоторой мере воспользоваться услугами турагентов.

Параллельно с выше отмеченным, полезно также иметь информацию о предпочтениях туриста. Если он хочет провести в Зёльдене новогодние или рождественские праздники (7 января), то выгоднее будет выбор в пользу туроператоров, если же есть желание отдохнуть с минимальными затратами при самостоятельной организации, то лучше всего отдыхать в середине сезона (в период 6 – 19 января).

В заключение хочу поблагодарить профессора Лабскера Л.Г за научное руководство по подготовке статьи.

Литература

1. *Лабскер Л.Г., Бабешко Л.О*. Игровые методы в управлении экономикой и бизнесом. – М.: ДЕЛО, 2001. – 465 с.

2. *Лабскер Л.Г., Ященко Н.А.* Теория игр в экономике. Практикум с решениями задач. – М.: КНОРУС, 2014. – 259 с.

3. *Лабскер Л. Г., Ященко Н. А.* Теория игр в экономике, финансах и бизнесе. – М.: КНОРУС, 2017. – 526 с.

4. *Мясникова В. А.* Определение оптимальной туристической стратегии с помощью матрицы выигрышей (на примере субъектов Крайнего Севера России) // Современные трансформации индустрии туризма и гостеприимства в России: сборник научных трудов по материалам I международной научно-практической конференции 30 ноября 2016 г.Сочи: НОО «Профессиональная наука», 2016. – С. 130 – 139.

5. *Preise & Saisonzeiten*. Ötztal. Sölden. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.soelden.com/urlaub/RU/SD/WI/urlaubsplanung/skigebiet/skipasspreise/tarife_winter/index.html. Дата обращения: 20.12.2017

6. *Skipasspreise Winter 2017/18.* Ötztal. Sölden [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.soelden.com/skipasspreise_winter. Дата обращения: 04.10.2017

7. *Tirol Tourism Research.* Statistik Tirol [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ttr.tirol. Дата обращения: 04.10.2017

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗРАХУНКУ ТЕРМОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ ФУНДАМЕНТНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Макаренков Є.А.,
Кандидат технічних наук, доцент
Дніпровського Національного університету імені О. Гончара,
Україна, м. Дніпро
Матяш М.В.,
Кандидат технічних наук, доцент
Дніпровського Національного університету імені О. Гончара,
Україна, м. Дніпро
Сясев В.О.
Кандидат технічних наук, доцент
Дніпровського Національного університету імені О. Гончара,
Україна, м. Дніпро

MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATING THE THERMALLY STRESSED STATE OF FOUNDATION STRUCTURES

Makarenkov E.,
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Oles Honchar Dnipro National University,
Dnipro, Ukraine
Matyash M.,
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Oles Honchar Dnipro National University,
Dnipro, Ukraine
Siasiev V.
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Oles Honchar Dnipro National University,
Dnipro, Ukraine

Анотація

Розроблена математична модель на базі методу скінчених елементів для розрахунку термонапруженого стану фундаментних просторових конструкцій складного профілю великої протяжності в різноманітних умовах промислової експлуатації енергетичного обладнання.

Розглянута квазістатична просторова задача визначення термонапружного стану.

В основу розв’язку задачі покладено принцип незалежності теплових і механічних впливів, а саме: окремо розв’язується задача теплопровідності,

потім для знайденого поля температур у фіксований момент часу визначається термонапружений стан.

Abstract

A mathematical model is developed on the basics of the method of finite elements for calculating the thermally stressed state of foundation spatial structures of a complex profile of a large extent in various conditions of industrial exploitation of power equipment.

The quasi-static spatial problem of determining the thermally stressed state.

The principle of independence of thermal and mechanical influences is based on the principle of independence of the thermal and mechanical effects, namely, the heat conduction problem was solved separately, then the thermally stressed state was determined for the detected temperature field at a fixed time.

Ключові слова: термонапружений стан, фундаментна конструкція, стаціонарне рівняння теплопровідності, граничні умови першого і третього роду, матричний вид системи алгебраїчних рівнянь, дискретна модель, метод скінченних елементів.

Keywords: thermally stressed state, foundation construction, stationary heat equation, boundary conditions of the first and third king, matrix form of the system of algebraic equations, discrete model, finite element method.

Постановка проблеми

Фундаменти під енергоблоки представляють собою складну просторову конструкцію великої протяжності, що складається з набору гнучких колон, жорстких поперечних балок і поперечних монолітних стін. Колони і стіни з'єднують між собою верхні і нижні будівлі.

Дослідження термонапруженого стану фундаментів має велике значення тому що збільшення сезонних осад фундаменту на один, два міліметри може призвести до розцентровки валопровода турбогенератора, а це, в свою чергу, може викликати аварійне зупинення енергоблока.

Визначення критичного термонапруженого стану елементів, дозволяє прогнозувати порушення робочих режимів експлуатації фундаментної конструкції в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розв'язок подібної трьох вимірної задачі нестаціонарної теплопровідності методом скінчених елементів наведено в роботі [1]. У ній розглянуто метод та алгоритм розв'язку задачі з використанням восьми вузлового скінченного елементу, проведене порівняння чисельних та аналітичних даних.

В роботі [2] представлені основні особливості методичного забезпечення розробленого на основі методу скінченних елементів для розрахунку динаміки системи турбоагрегат-фундамент-основа при сейсмічних впливах. Дослідженню напружено-деформованого стану полімерних зразків вмонтованих у фундаментні рами циліндрів низького тиску ТЕС присвячена робота

[3]. В цій роботі використані результати розв'язку задачі теорії пружності Мічела. Модель фундамента турбоагрегату потужністю 300МВт для дослідження впливу статичного та динамічного навантажень розглянута в роботі [4]. Зокрема в ній запропонована кінцево-елементна модель фундаменту турбоагрегату на основі програмного комплексу solid worus simulation, показано результати чисельних розрахунків напружено-деформованого стану фундаменту. Подібна задача розглядається в роботі [5] де наведені результати досліджень напружено-деформованого стану діючих конструктивних елементів енергоблоків ТЕС «Західенерго» з використанням методу скінченних елементів. В роботі [8] розглянута задача виникнення термонапруженого стану в різних елементах конструкцій застосованих в машинобудуванні. Надана математична постановка внутрішньої задачі для неоднорідного рівняння теплопровідності про поширення тепла в скінченному циліндрі із заданою початковою температурою.

В статті [9] отримано аналітичний розв'язок нестаціонарної задачі визначення термонапруженого стану з граничними умовами третього роду для двозв'язної області довгого елементу конструкції типу циліндру.

Формулювання мети дослідження

Мета роботи полягає в отриманні математичної моделі розрахунку термонапруженого стану фундаментних просторових конструкцій складного профілю.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розглянута квазістатична просторова незв'язана задача визначення термонапруженого стану. Передбачається, що фізико-математичні характеристики матеріалу ортотропні. В основу розв'язку задачі покладено принцип незалежності теплових і механічних впливів, а саме: окремо розв'язувалась задача теплопровідності, потім для знайденого поля температур у фіксований момент часу визначено термопружний стан.

Визначення температурного поля зводилося до розв'язку стаціонарного рівняння теплопровідності у декартовій системі координат [7]:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_x^t \frac{\partial t(x,y,z)}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda_y^t \frac{\partial t(x,y,z)}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda_z^t \frac{\partial t(x,y,z)}{\partial z}\right)+Q=0, \qquad (1)$$

де $t\,(x, y, z)$ – температура, x, y, z – координатні осі, λ_x^t, λ_y^t, λ_z^t – коефіцієнти теплопровідності в напрямку осей координат x, y, z відповідно, Q – внутрішнє джерело або стік, обумовлене складними фізико-хімічними процесами, що відбуваються при зміні агрегатного стану бетону. В якості граничних умов задавалися умови першого і третього роду:

$$t=\Theta_n \text{ на } S_1, \qquad \lambda_n^t(x,y,z)\frac{\partial t(x,y,z)}{\partial n}+\alpha[t(x,y)-\Theta]=0 \text{ на } S_2, \qquad (2)$$

де Θ_n – температура на поверхні досліджуваного об'єкту, α, Θ – відповідно коефіцієнти теплообміну і температура навколишнього середовища, S_1 і S_2 – ділянки поверхні досліджуваного об'єкту, n –вектор нормалі до поверхні, $n=[n_1, n_2, n_3]$. Об'єднання поверхонь S_1, S_2 утворює повну граничну

поверхню розглянутої конструкції. Коефіцієнти теплопровідності є функціями координат і не залежать від часу.

Рівняння (1) з граничними умовами (2) може бути застосовано до ізотропних і анізотропних матеріалів. У векторній формі диференціальне рівняння (1) записується наступним чином

$$\mathrm{div}(\lambda^t \cdot \mathrm{grad}\, t) + Q = 0. \quad (3)$$

Для розв'язку рівняння (3) з граничними умовами (2) був використаний метод скінчених елементів (МСЕ) в поєднанні з методом Галеркина [9]. Розв'язок цієї задачі еквівалентний розв'язку інтегрального рівняння (4):

$$\int_V N_\beta^{(e)}[\mathrm{div}(\lambda^t \cdot \mathrm{grad}\, t) + Q]dV - \int_S N_\beta^{(e)}\left(\lambda^t \frac{\partial t}{\partial n}\right)dS - - \int_S N_\beta^{(e)}[\alpha(t-\Theta)]dS = 0, \quad (4)$$

де $N_\beta^{(e)}$ - базисні функції (функції форми), які визначаються видом і геометричними розмірами обраних скінчених елементів, β =1 … *m*, *m* – кількість вузлів скінченого елемента з індексом (*e*), *V* – об'єм скінченого елемента, *S* – поверхня елемента.

Для всієї конструкції в цілому співвідношення (4) записувалось у вигляді:

$$\sum_{e=1}^{E}\left\{\int_V [N^{(e)}]^T[\mathrm{div}(\lambda^t \cdot \mathrm{grad}\, t) + Q]dV - \int_S [N^{(e)}]^T\left(\lambda^t \frac{\partial t}{\partial n}\right)dS - - \int_S [N^{(e)}]^T[\alpha(t-\Theta)]dS\right\} = 0, \quad (5)$$

тут *E* –число елементів, *T* – індекс транспонування.

Перш, ніж приступити до розв'язку, необхідно обрати функції форми $N^{(e)}$ та перетворити інтеграли у співвідношенні (5) таким чином, щоб вони містили похідні від невідомої функції не вище першого порядку. Скоротити порядок диференціальних співвідношень можливо, використовуючи теорему Гауса [9]. В результаті відповідних перетворень рівняння (5) набуде вигляду:

$$\int_V [N_{\beta,i}(\lambda^t \mathrm{grad}\, t)]dV - \int_V N_\beta Q dV + \int_S [N_\beta \alpha(t-\Theta)]dS = 0,$$

тут $N_{\beta,i}$ – похідні функцій форми за координатами.

Дискретна модель для розв'язку поставленої задачі МСЕ представляє собою кубічний елемент, до якого прив'язувалася локальна система координат *x*', *y*', *z*' з початком у центрі ваги елемента О ($x_{цт}$, $y_{цт}$, $z_{цт}$).

Визначення температурних полів в елементах зводилося до розв'язку системи алгебраїчних рівнянь, яка у матричному виді записувалась як

$$[K^{(e)}]\{t_i\} = \{f^{(e)}\},$$

тут матриця жорсткості $[K^{(e)}]$ має вид:

$$[K^{(e)}] = \int_{V^{(e)}} [B^{(e)}]^T[D^{(e)}][B^{(e)}]dV + \int_{S^{(e)}} \alpha[N^{(e)}]^T[N^{(e)}]dS \quad (6)$$

і визначає матрицю теплопровідності.

Вектор правих частин для елементу

$$[f^{(e)}] = \int_{V^{(e)}} Q[N^{(e)}]^T dV + \int_{S^{(e)}} \alpha\Theta[N^{(e)}]^T dS$$

визначає вектор теплового навантаження. Вектор вузлових значень температур - $\{t_i\}$.

У співвідношенні (6) $[N^{(e)}]$ представляє собою матрицю функцій форм для елементу з номером (e), $[B^{(e)}]$ – матриця, отримана диференціюванням матриці $[N^{(e)}]$.

$$[D^{(e)}] = \begin{vmatrix} \lambda_x^T & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_y^T & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_z^T \end{vmatrix}.$$

Для розв'язку задачі був обраний скінчений елемент з розмірами $2a$, $2b$, $2c$. Матриця функцій форми для нього записувалась як [9]:

$$N = \begin{vmatrix} N_1 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ N_8 & 0 & 0 \\ 0 & N_1 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & N_8 & 0 \\ 0 & 0 & N_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & N_8 \end{vmatrix}$$

де елементами є наступні співвідношення:

$N_1 = \frac{1}{8abc}(b+x)(a-y)(c-z),$	$N_5 = \frac{1}{8abc}(b+x)(a-y)(c+z),$
$N_2 = \frac{1}{8abc}(b+x)(a+y)(c-z),$	$N_6 = \frac{1}{8abc}(b+x)(a+y)(c+z),$
$N_3 = \frac{1}{8abc}(b-x)(a+y)(c-z),$	$N_7 = \frac{1}{8abc}(b-x)(a+y)(c+z),$
$N_4 = \frac{1}{8abc}(b-x)(a-y)(c-z),$	$N_8 = \frac{1}{8abc}(b-x)(a-y)(c+z).$

Фактичні значення елементів матриць [N] і [B] залежать від виду елементу, що використовується, і типу задачі, що розглядається.

Термонапружений стан розглянутої конструкції при коефіцієнтах Ляме λ, μ і коефіцієнт лінійного теплового розширення α_t, залежних від температури і, також, від координат, описувався рівнянням рівноваги, яке у векторній формі має вид [4]:

$$\mu \cdot \Delta\overline{u} + (\lambda+\mu)\,\mathrm{grad}\,\mathrm{div}\,\overline{u} + 2\,\mathrm{grad}\,\mu \cdot \Pi_\epsilon + \mathrm{grad}\,\lambda \cdot \mathrm{div}\,\overline{u} -$$
$$- \mathrm{grad}(3\lambda+2\mu)\alpha_t \cdot t = 0,$$

тут $\overline{u} = \begin{Bmatrix} u \\ v \\ w \end{Bmatrix}$ – вектор переміщень, $\lambda = \frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)}$, $\mu = \frac{E}{2(1+\nu)}$, E – модуль пружності, ν – коефіцієнт Пуассона, Π_ϵ - тензор деформацій.

Граничні умови на поверхні можуть задаватися або у переміщеннях

$$u = \varphi_i(x, y, z),$$

або у напруженнях

$$\sigma_{ij} n_j = F_i(x, y, z),$$

де σ_{ij} (i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3) – компоненти тензора напружень, F_i – складові вектора поверхневих сил.

Фізичні рівняння закону Гука записувалися для ортотропних матеріалів у відповідності до [6].

Для визначення напружено-деформованого стану розглянутої просторової конструкції був використаний МСЕ, тому дозвільні рівняння були отримані за допомогою теореми про потенційну енергію [4].

Після відповідних перетворень [4] була отримана система алгебраїчних рівнянь, яка у матричному виразі має вид:

$$[K]\{U\} = \{F\}, \tag{7}$$

де

$$[K] = \sum_{e=1}^{E}[K^{(e)}], \qquad \{F\} = -\sum_{i=1}^{E}\{f^{(e)}\},$$

$[K]$ – глобальна матриця жорсткості, $\{F\}$ – вектор правих частин системи (7),

$$[K^{(e)}] = \int_{V^{(e)}}[B^{(e)}]^T[D^{(e)}][B^{(e)}]dV,$$

$$\{f^{(e)}\} = \int_{V^{(e)}}\left([B^{(e)}]^T[D^{(e)}]\{\varepsilon_0\} - [N]^T\begin{Bmatrix}\chi^{(e)}\\ y^{(e)}\\ z^{(e)}\end{Bmatrix}\right)dV - \int_S[N]^T\begin{Bmatrix}P_x\\ P_y\\ P_z\end{Bmatrix}dS,$$

де $[B]$ – матриця, яка отримана диференціюванням матриці $[N]$, $\{P_x, P_y, P_z\}^T$ – вектор поверхневих навантажень. Матриця $[D]$, яка має розмірність 6x6, представляє собою матрицю, елементами якої є пружні константи матеріалу, які визначаються з закону Гука:

$$[D^*]\{\sigma\} = [D]\{\varepsilon\}[D^*] - [D]\{\varepsilon_0\}[D^*],$$

де $[D^*]$ - обернена до $[D]$ матриця, $\{\varepsilon\} = [D^*][\sigma]\{\varepsilon_0\}$,

$\{\varepsilon_0\}^T = [\alpha_{xx}\Delta t, \alpha_{yy}\Delta t, \alpha_{zz}\Delta t, 0,0,0]$.

Висновок

Пропонована математична модель дозволяє розв’язувати задачі визначення термо-напруженого стану фундаментів під турбоагрегати великої потужності. Це може бути використано для оптимізації проектних робіт з розробки фундаментів атомних електростанцій і підвищення надійності їх роботи.

Список літератури

1. Бреславський, Д.В. Розробка алгоритмічного та програмного забезпечення для розв’язку трьох вимірних нестаціонарних задач теплопровідності методом скінчених елементів/Д.В. Бреславський, С.О. Пащенко//Вісник НТУ «ХПІ» Серія: «Динаміка та міцність машин» - 2012.-№ 67. – С. 31-38.
2. Гонтаровський, П.П. Методика розрахунку динаміки систем турбоагрегат-фундамент-основа енергоблоків при сейсмічних діях/П.П. Гонтаровський, Н.Г. Гармаш, М.Г. Шульженко//Вісник НТУ «ХПІ» Серія: «Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування». – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. - № 8 (1180). –С. 153-160.
3. Карпенко, Т.М. Відновлення фундаментних рам двигунів та генераторів за допомогою композитного матеріалу «MULTIMETAL STAHL 1018»/Т.М. Карпенко, А.О. Іщенко, О.В. Бондаренко//Вісник приазовського державного технічного університету Серія: Технічні науки. - 2016. – Вип 32. –С. 82-90.

4. Коваленко, А.Д. Термоупругость/А.Д. Коваленко. –К.: Высшая школа, 1975. -150 с.

5. Кушнір, Р. Оцінювання напруженого стану та експлуатаційного ресурсу елементів діючого енергетичного обладнання/ Р. Кушнір, О. Гачкевич, В. Дробенко// «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій»: Тези доповідей. – Львів: КІМПАТРІ ЛТД. – 2014. – 112с.

6. Лехницкий, С.Г. Теория упругости анизотропного тела/ С.Г. Лехницкий. – М.: Наука, 1977. – 416 с.

7. Лыков, А.В. Теория теплопроводности./ А.В. Лыков. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.

8. Макаренков. Е.А. Температурное поле теплоизолированного по торцам цилиндра при конвективном теплообмене на образующих/ Е.А.Макаренков, А.В.Сясев// Вісник Дніпропетровського університету Серія: Механіка.- 2015.- Вип 19.- С.9-14.

9. Макаренков. Е.А. Решение задачи теплопроводности для полого цилиндра/Е.А. Макаренков, А.В. Сясев, В.Ю. Клим// Вісник Херсонського технічного університету.-2016.-Вип 3(58).-С.366-371.

10. Москалева, Т.В. Модель фундамента турбоагрегату потужністю 300 МВт для дослідження впливу статичного та динамічного навантажень/ Т.В. Москалева, М.В. Полушіна// «Вибрацііів техниці та технологіях» НГУ. – 2015. - № 4 (80). – С. 151-155.

11. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов/ Л. Сегерлинд. – М.: Мир, 1979. – 392 с.