



ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Издается с 2001 г.
Выходит 4 раза в год

РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
ШАХВЕРДИЕВ А.Х.

Заместитель главного редактора –
ГЛАЗКО В.И.
РОСТАНЕЦ В.Г.

Ответственный секретарь –
ПОРОТНИКОВА М.В.

АЛЕКСЕЕВ А.С.
АЛЕКСЕЕВ В.Н.
АНТОНОВ А.В.
АРЕНС В.Ж.
БАТЛЕР Р. (США)
БОБРОВ А.В.
БУРАК П.И.
ВОЛКОВ Ю.Г.
ЕПИФАНЦЕВ С.Н.
ЖДАНОВ М.С. (США)
ЗОЛОТАРЕВ В.А.
ИВАНИЦКАЯ Л.В.
КАЗАРЯН С.Б. (США)
МОЖАЕВ Е.Е.
ПАНИН А.Н.
ПИСЬМЕНСКИЙ Г.И.
САВЕЛЬЕВ В.Н.
ТАГАНОВ А.В.
УТЯМЫШЕВ И.Р.
ХАЧАТРЯН К.Г. (США)
ЧЕНЬ ЦЗЯНЬПИН (Китай)
ЧЖАО ПЕНДА (Китай)
ШЕВЧЕНКО Ю.А.
ШОГЕНОВ Б.А.
ЯКУШИНА О.А.
ЯННАКОПУЛОС П. (Греция)

РЕДАКЦИОННЫЙ
СОВЕТ

ГЕЙХМАН И.Л.
КЕРВАЛИШВИЛИ П.Д. (Грузия)
МЕЛУА А.И.
НОВИКОВ В.С.
ПЕТРОСЯН В.С.
РАХМАНИН Ю.А.
СТЕПАШИН С.В.
ТЫМИНСКИЙ В.Г. (ФРГ)

Журнал зарегистрирован в Министерстве по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций РФ.
Рег. свид. ПИ № 77-11708

Все права защищены. Никакая часть этого издания не может быть воспроизведена в какой-либо форме без письменного разрешения издателя.
Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов.
© РАН 2023 г.

119002, Москва, пер. Сивцев Вражек, 29/16
тел.: +7 (495) 954-26-11

Тираж 500 экз.
Отпечатано в издательстве «Маска»
Москва, ул. Малая Юшуньская, д. 1, корп. 1



Журнал включен
в перечень ВАК
РФ по 10 группам
специальностей

РИНЦ

doi

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ

ПОВЫШЕНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ
РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ
ЗАЛЕЖЕЙ С
ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ
ЗАПАСАМИ НА
МЕСТОРОЖДЕНИЯХ
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
С.В. АРЕФЬЕВ 3

ВОЗМОЖНЫЙ СПОСОБ
ЗАЩИТЫ ОПТИКИ
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
ОТ МИКРОМЕТЕОРНОЙ
ЭРОЗИИ
В.Т. ФЕДОРОВ,
М.Н. КОКОВЕВ 12

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ
ФОРМИРОВАНИЯ
Ө-ПИНЧА В ЛАБОРАТОРНЫХ
И ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ
Б.Ю. БОГДАНОВИЧ,
А.В. НЕСТЕРОВИЧ 17

НОВЫЙ СПОСОБ
ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СЫРЬЯ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА ПЕКТИНА
М.Н. КОКОВЕВ 23

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
АГРАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
И.В. ВАСИЛЬЕВА,
Е.Е. МОЖАЕВ,
А.Н. ИДРИСОВ 29

УПРАВЛЕНИЕ

О СИНЕРГЕТИЧЕСКОМ
УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМ
МЕДИЦИНСКИМ ОБЪЕКТОМ
В ПАРАДИГМЕ СТРАТЕГИИ
СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ
С.А. ГОЛЬДШТЕЙН,
Е.М. ГРИЦЮК,
С.С. ПЕЧЕРКИН 37

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

ВЕРОЯТНЫЙ
МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ
ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ
НА ПРОДУКЦИОННЫЙ
ПРОЦЕСС ЗЕЛЕННЫХ
РАСТЕНИЙ
А.И. ПОПОВ,
В.Н. ЗЕЛЕНКОВ,
Т.В. ТЕПЛЯКОВА,
М.В. МАРКОВ 46

СНИЖЕНИЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
НАГРУЗКИ НА
ПРЕДПРИЯТИЯХ,
ИСПОЛЬЗУЮЩИХ
ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ
МАСЛОЖИРОВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
В.И. ВОДЯННИКОВ,
С.И. НИКОЛАЕВ,
И.Ю. ДАНИЛЕНКО,
А.К. КАРАПЕТЯН,
С.В. ЧЕХРАНОВА,
В.В. ШКАЛЕНКО 59

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ
СТРОЕНИЕ БУЗАЧИНСКОГО
АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА
(ЗАПАДНЫЙ КАЗАХСТАН)
К.А. КОЖАХМЕТ,
А.Б. ЖАЙХАНОВ,
Б.Х. НУГМАНОВ,
Н.Ж. КЫЛЫШБАЕВА,
Ф.К. НУРБАЕВА 64

БЕЗОПАСНОСТЬ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
СРЕДА КАК ОБЪЕКТ УГРОЗ
БЕЗОПАСНОСТИ
В ДУХОВНОЙ СФЕРЕ
А.В. ОПАЛЕВ 71

ЭКОНОМИКА

МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБОСНОВАНИЕ
ПРИМЕНЕНИЯ
ИНСТРУМЕНТОВ
КОНТРОЛЛИНГА В СИСТЕМЕ
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ
ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
А.Н. СЕКИСОВ 76

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ
ЭКОЛОГО-СОЦИО-
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ
РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ
Е.Ф. ШАМАЕВА 84

ДИСКУССИЯ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ОСОБЕННОСТЕЙ
ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ
И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЙ
В.В. ТЕТЕЛЬМИН 91

ИСТОРИЯ НАУКИ

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ
ТРУДЫ К.Д. УШИНСКОГО
И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ
РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
(К 200-ЛЕТИЮ СО ДНЯ
РОЖДЕНИЯ ВЕЛИКОГО
РОССИЙСКОГО ПЕДАГОГА)
Л.Д. ШАЛЫГИН,
А.Ф. ЛОГИНОВ,
Ю.К. ЦЕЕВ 100

МОДЕЛЬ КРЕСТЬЯНСКОЙ
«УТОПИИ» ПО ЧАЯНОВУ
М.В. КИРИЛИНА 108

ХРОНИКА

К 45-ЛЕТИЮ ОБРАЗОВАНИЯ
БАЗОВОЙ КАФЕДРЫ №
333 ИМ. ПРОФЕССОРА
Б.С. ЛОБАНОВА – СИСТЕМ
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ
БОРЬБЫ ИНСТИТУТА
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И
ИНФОРМАТИКИ РТУ МИРЭА
ПРИ АО «ЦНИРТИ ИМ.
АКАДЕМИКА А.И. БЕРГА»
А.А. КРАВЦОВ,
А.В. РУСАЛЕЕВ 112



SCIENTIFIC & PUBLIC JOURNAL

BULLETIN

OF RUSSIAN ACADEMY OF NATURAL SCIENCES

Published since 2001
4 issues per year

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief –
A.H. SHAHVERDIEV

Deputy Editor-in-Chief –
V.I. GLAZKO
V.G. ROSTANETS

Executive Secretary –
M.V. POROTNIKOVA

A.S. ALEKSEEV
V.N. ALEKSEEV
A.V. ANTONOV
V.ZH. ARENS (USA)
R. BUTLER
A.V. BOBROV
P.I. BURAK
Y.G. VOLKOV
S.N. EPIFANTSEV
M.S. ZHDANOV (USA)
V.A. ZOLOTAREV
L.V. IVANITSKAYA
S.B. KAZARIAN (USA)
E.E. MOZHAEV
A.N. PANIN
G.I. PISMENSKY
V.N. SAVELYEV
A.V. TAGANOV
I.R. UTJAMYSHEV
K.G. KHACHATRYAN (USA)
CHEN JIANPING (CHINA)
ZHAO PENGDA (CHINA)
YU.L. SHEVCHENKO
B.A. SHOGENOV
O.A. YAKUSHINA
P. YANNAKOPOULOS (GREECE)

EDITORIAL COUNCIL

I.L. GEYKHMAN
P.D. KERVALISHVILI (GEORGIA)
A.I. MELUA
V.S. NOVIKOV
V.S. PETROSYAN
YU.A. RAKHMANIN
C.V. STEPASHIN
V.G. TYMINSKY (GERMANY)

All rights reserved. No part of this publication
may be reproduced in any form or by any means
without permission in writing
from the publisher.

© RANS 2023

ISSN 1682-1696

✉ Editorial Board Address
29/16, Sivcov Vrazhek, 119002,
Moscow, Russia, tel.: +7 (495) 954-26-11

CONTENTS

TECHNOLOGIES

IMPROVING THE EFFICIENCY
OF THE DEVELOPMENT
OF OIL DEPOSITS
WITH HARD-TO-RECOVER
RESERVES IN THE FIELDS
OF WESTERN SIBERIA
S.V. AREFIEV 3

POSSIBLE WAY TO PROTECT
SPACECRAFT OPTICS FROM
MICROMETEOR EROSION
V.T. FEDOROV,
M.N. KOKOEV 12

ANALYSIS OF THE
PROCESSES OF Θ -PINCH
FORMATION IN LABORATORY
AND NATURAL CONDITIONS
B.YU. BOGDANOVICH,
A.V. NESTEROVICH 17

A NEW WAY OF GRINDING
RAW MATERIALS FOR PECTIN
PRODUCTION
M.N. KOKOEV 23

THE USE OF DIGITAL
TECHNOLOGIES
IN THE ACTIVITIES
OF AGRICULTURAL
ENTERPRISES
I.V. VASILYEVA,
E.E. MOZHAEV,
A.N. IDRISOV 29

MANAGEMENT

ABOUT SYNERGETIC
MANAGEMENT OF COMPLEX
MEDICAL OBJECT IN THE
PARADIGM OF SYSTEM
INTEGRATION STRATEGY
S.L. GOLDSTEIN,
E.M. GRITSYUK,
S.S. PECHERKIN 37

AGRICULTURE

PROBABLE MECHANISM
OF INFLUENCE OF HUMIC
SUBSTANCES ON THE
PRODUCTION PROCESS
OF GREEN PLANTS
A.I. POPOV,
V.N. ZELENKOV,
T.V. TEPLYAKOVA,
M.V. MARKOV 46

REDUCTION OF THE
ENVIRONMENTAL LOAD
IN ENTERPRISES USING
BY-PRODUCTS OF THE OIL
AND FAT INDUSTRY
V.I. VODYANNIKOV,
S.I. NIKOLAEV,
I.YU. DANILENKO,
A.K. KARAPETYAN,
S.V. CHEKHRANOVA,
V.V. SHKALENKO 59

HYDROGEOLOGY

HYDROGEOLOGICAL
STRUCTURE OF BUZACHI
ARTESIAN BASIN
(WESTERN KAZAKHSTAN)
K.A. KOZHAKHMET,
A.B. ZHAIKHANOV,
B.KH. NUGMANOV,
N.ZH. KYLYSHBAYEVA,
F.K. NURBAYEVA..... 64

SAFETY

THE EDUCATIONAL
ENVIRONMENT AS AN OBJECT
OF SECURITY THREATS IN THE
SPIRITUAL SPHERE
A.V. OPALEV 71

ECONOMY

METHODOLOGICAL
SUBSTANTIATION OF
THE APPLICATION OF
CONTROLLING TOOLS IN
THE HR MANAGEMENT SYSTEM
OF A PROJECT ORGANIZATION
A.N. SEKISOV 76

METHODOLOGICAL ASPECTS
OF BUILDING AN ECOLOGICAL,
SOCIO-ECONOMIC MODEL FOR
ASSESSING THE DYNAMICS OF
REGIONAL DEVELOPMENT
E.F. SHAMAIEVA 84

DISCUSSION

ENERGY ANALYSIS OF GLOBAL
WARMING FEATURES AND ITS
CONSEQUENCES
V.V. TETELMIN 91

HISTORY OF SCIENCE

PEDAGOGICAL WORKS
OF K.D. USHINSKY AND
THEIR IMPORTANCE FOR THE
DEVELOPMENT OF MEDICAL
EDUCATION (TO THE 200TH
ANNIVERSARY OF THE BIRTH
OF THE GREAT RUSSIAN
TEACHER)
L.D. SHALYGIN,
A.F. LOGINOV,
YU.K. TSEEV 100

THE MODEL OF PEASANT
«UTOPIA» BY CHAYANOV
M.V. KIRILLINA 108

CURRENT EVENTS

TO THE 45TH ANNIVERSARY
OF THE FORMATION OF THE
BASIC DEPARTMENT № 333
NAMED AFTER PROFESSOR
B.S. LOBANOV – ELECTRONIC
WARFARE SYSTEMS INSTITUTE OF
RADIO ELECTRONICS AND COMPUTER
SCIENCE OF RTU MIREA AT THE JOINT-
STOCK COMPANY "CENTRAL RESEARCH
RADIO ENGINEERING INSTITUTE NAMED
AFTER ACADEMICIAN A.I. BERG
A.A. KRAVCOV,
A.V. RUSALEEV 112

УДК 622.276.4/553.982

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-3-11

Научная статья

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ С ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С. В. АРЕФЬЕВ
ПАО «ЛУКОЙЛ»

Предлагаются методы мониторинга скважин с целью дальнейшего повышения эффективности разработки и добычи трудноизвлекаемых запасов нефти (ТРИЗ). Рассмотрены различные варианты формирования нижнемелового комплекса на примере месторождений, расположенных на Сургутском и Нижневартовском сводах. В результате детального изучения геологического строения ряда месторождений Западной Сибири, главным образом с учётом эксплуатационных скважин, были установлены особенности залегания отложений юрского и мелового периодов и их низов – ачимовской толщи: в том числе в связи с особенностями ранее сформированных аномальных разрезов баженовской свиты. По результатам анализа структурных карт и карт общих толщин определено наличие интенсивных тектонических движений при формировании отложений аномального разреза баженовской свиты и ачимовской толщи. Анализ изменения толщин ачимовской толщи по месторождениям указал на компенсацию суммарных толщин баженовской свиты и её аномального разреза, за счет увеличения толщины ачимовских отложений, а также на постепенное выполаживание положительных структур, в результате поочередного погружения смежных блоков по конседиментационным разломам, что позволяет считать ачимовскую толщу компенсационной. Приведены примеры мониторинга работы скважин, разрабатываемых залежи ТРИЗ с помощью технологии динамического маркерного мониторинга профиля и состава притока горизонтальных скважин. Показана возможность использования результатов мониторинга для оптимизации системы разработки месторождений. Реализация предложенного подхода позволяет оперативно в динамике контролировать, оптимизировать работу добывающих и нагнетательных скважин, систему разработки месторождения, а также повысить коэффициент извлечения нефти за счет геолого-технических мероприятий, в том числе технологий повышения нефтеотдачи пластов и интенсификации добычи нефти.

Ключевые слова: трудноизвлекаемые запасы нефти, система разработки, низкопроницаемые коллектора, трассерные исследования, блоковое строение, повышение нефтеотдачи, горизонтальные скважины, гидроразрыв пласта, маркированный пропант, маркерный мониторинг, оптимизация разработки месторождений

© 2023, С. В. Арефьев

Поступила в редакцию 30.09.2023

Original article

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE DEVELOPMENT OF OIL DEPOSITS WITH HARD-TO-RECOVER RESERVES IN THE FIELDS OF WESTERN SIBERIA

S.V. AREFIEV
PJSC LUKOIL

The article proposes well monitoring methods to further improve the efficiency of development and production of hard-to-recover oil reserves (HTR). Various options, on formation of the Lower Cretaceous complex, are considered for example of fields of the Surgut and Nizhnevartovsk vaults. As a result of a detailed study of the geological structure of a number of fields in Western Siberia, mainly considering production wells, the peculiarities of the Jurassic and Cretaceous deposits and their lower parts - the Achimov formation - were formulated, including considered specifics of the previously formed anomalous sections of the Bazhenov formation. Based on the results of the analysis, of structural and total thickness maps, the presence of intensive tectonic movements, during the formation of deposits of the anomalous section of the Bazhenov Formation and the Achimov Formation, was determined. The analysis of the Achimov strata thickness changes in the fields, indicated compensation of the total thicknesses of the Bazhenov Formation and its anomalous section by increasing the thickness of the Achimov deposits, as well as gradual flattening of positive structures as a result of alternate dipping of adjacent blocks along consedimentary faults. All this allows us to consider the Achimov strata as compensatory one. Examples are given on dynamic marker monitoring of flow profiles and composition for horizontal wells in reservoirs with HTR. The feasibility is shown to use monitoring results for optimizing of field development system. Implementation of the proposed approach makes it possible to monitor and optimize the operation of production and injection wells, the field development system, as well as to increase the oil recovery factor due to geological and technical measures, including enhanced oil recovery and oil production stimulation technologies.

KEYWORDS: hard-to-recover oil reserves, development system, low-permeability reservoirs, tracer studies, block structure, enhanced oil recovery, horizontal wells, hydraulic fracturing, marked propane, marker monitoring, optimization of field development

ВВЕДЕНИЕ

Эффективная стратегия разработки месторождений углеводородов подразумевает принятие обоснованных технологических решений на всех этапах жизненного цикла проектов сегмента Upstream – проектирование систем разработки, управление выработкой запасов и повышение нефтеотдачи.

Известно, что одним из ключевых факторов достижения оптимальных технологических показателей, в том числе высокого коэффициента извлечения нефти при требуемой рентабельности, является эффективное проектирование систем разработки. При этом, если в задачах оперативного управления разработкой еще можно вносить изменения в технологические режимы работы скважин, формирование системы поддержания пластового давления (ППД), проведение геолого-технологических мероприятий, то проектирование систем разработки является фактором, повлиявшим на который на средних и поздних стадиях становится крайне сложно.

В условиях разработки трудноизвлекаемых запасов углеводородов роль своевременного и качественного принятия решений на начальном этапе реализации проектов возрастает еще больше. Наряду с множеством вариативных параметров, используемых в задачах проектирования систем разработки, таких как соотношение добывающих и нагнетательных скважин, сетка скважин, архитектура скважин, метод вторичного вскрытия и прочие решения, одним из ключевых факторов является выбор схемы размещения горизонтальных стволов добывающих скважин относительно регионального стресса.

На месторождениях Западной Сибири в условиях низкопроницаемых коллекторов проведение гидроразрыва пласта (ГРП) является практически основным способом для эффективной и рентабельной эксплуатации пластов. На данных объектах на постоянной основе бурят скважины с горизонтальным окончанием и муфтами ГРП. При этом актуальной задачей, влияющей на формирование эффективной зоны дренирования запасов, является обоснование расположения ствола и формируемых при многостадийном ГРП (МГРП) искусственных трещин относительно максимальных напряжений.

В данной работе представлены результаты исследования горизонтальных скважин с МГРП для обеспечения устойчивой выработки запасов нефти и повышения охвата пласта воздействием в условиях одного из участков нефтяного месторождения. Ключевой задачей в рамках данной работы являлось определение эффективности выработки запасов в долгосрочном периоде в скважинах, пробуренных на залежах с ТРИЗ. Для оценки профиля и состава притока по горизонтальным скважинам применена технология динамического маркерного мониторинга, являющаяся одним из передовых отраслевых стандартов

промыслово-геофизического контроля за добычей и разработкой [25].

Неотъемлемой частью исследований, для понимания эффективной разработки трудноизвлекаемых запасов, является изучение детальной корреляции разрезов скважин месторождения путем последовательного палеопрфилирования.

Большинство известных в настоящее время месторождений Западной Сибири представлено отложениями баженовской, абалакской и ачимовской свит, характеризуются сложным строением и наличием трудноизвлекаемых запасов. Исходя из анализа литературных данных дальнейшие перспективы добычи нефти связаны именно с баженовской свитой, а также расположенной непосредственно над ней ачимовской толщей. Эффективная разработка отложений баженовской свиты и ачимовской толщи возможна только при наличии объективных представлений о их геологическом строении [4].

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ТРИЗ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Аномальный разрез баженовской свиты (АРБ) и клиноформы Западной Сибири, в окончании которых выделяют ачимовскую толщу, обычно рассматривались отдельно, хотя немаловажной представляется увязка особенностей формирования указанных сложнейших объектов на стыке юрского и мелового периодов, принимая во внимание, что переход от одного объекта к другому в тектоническом плане редко происходил гладко. Поскольку эти объекты содержат залежи нефти, проблемы их геометризации напрямую связаны с установлением особенностей осадконакопления каждого объекта, содержащего продуктивные пласты.

Учитывая перспективность неокомского комплекса для поиска новых залежей УВ и необходимость детализации строения ранее выявленных залежей, изучение строения и условий формирования этих отложений является весьма важной задачей. В связи с этим были рассмотрены различные варианты формирования нижнемелового комплекса на примере месторождений, расположенных на Сургутском и Нижневартовском сводах. В разрезе над, собственно, баженовской свитой на месторождениях, расположенных в пределах Нижневартовского свода, отложения представлены мегионской свитой, на Сургутском своде – сортымской.

В результате детального изучения геологического строения ряда месторождений Западной Сибири, главным образом с учетом эксплуатационных скважин, были установлены различные особенности залегания этих свит и их низов – ачимовской толщи, в том числе в связи с особенностями ранее сформированных аномальных разрезов баженовской свиты:

– клиноформное залегание ачимовской толщи над баженовской свитой;

– в виде компенсационной пачки в смежных с аномальным разрезом в блоках при клавишном погружении;

– залегание ачимовской толщи над баженовской свитой.

Рассмотрим эти условия на примере конкретных месторождений. Блоковое залегание пород ачимовской толщи на месторождении им. А. Усольцева, судя по всему, это наиболее распространенный вариант формирования ачимовских отложений. Об обусловленности формирования ачимовской толщи блоковой тектоникой свидетельствует характер изменения толщин при сравнении в блоках, где толщины АРБ максимальны, толщины ачимовской свиты минимальны, и наоборот. Западная часть территории погружалась менее интенсивно, нежели восточная, что обуславливало здесь минимальные толщины ачимовской толщи, где аномальный разрез баженовской свиты отсутствовал.

Наличие интенсивных тектонических движений при формировании отложений аномального разреза баженовской свиты и ачимовской толщи требует анализа территории с помощью структурных карт и карт общих толщин. Отмеченные ранее положительные структуры не отражены в рельефе территории в раннемеловом времени. Области максимальных абсолютных отметок кровли ачимовской толщи на структурной карте можно видеть в западной и северо-западной частях изучаемой территории (рис. 1А). Областям максимумов абсолютных отметок соответствуют зоны минимальных значений на карте толщин ачимовской толщи (рис. 1Б). Локальные поднятия, обозначенные на карте, соответствуют разбуренным структурам.

Толщины надачимовских отложений зоны максимальных значений расположены на западе изучаемой территории. Схожую картину накопления отложений, но в отраженном виде, мы могли наблюдать при формировании ачимовской толщи. Вновь обратим внимание на обозначенные структуры: на карте толщин ачимовской толщи им соответствуют области максимальных значений. На карте толщин надачимовских отложений тем же областям соответствуют зоны минимальных значений. Это объясняется разноскоростными тектоническими погружениями, происходившими в момент формирования указанных отложений.

Основное же свойство этих движений состоит в том, что в одном и том же месте поднятие может смениться опусканием, и наоборот [4].

ПЕРЕДОВЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ СКВАЖИН НА ЗАЛЕЖАХ С ТРИЗ

В настоящее время внимание специалистов направлено на поиск рентабельных технологий добычи нефти из запасов, содержащихся в плотных терригенных коллекторах с низкой и ультранизкой проницаемостью. Разработка таких коллекторов требует внедрения современных технологий, таких как бурение

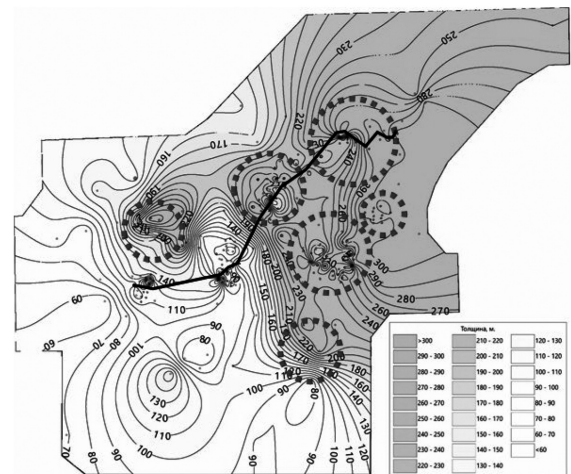
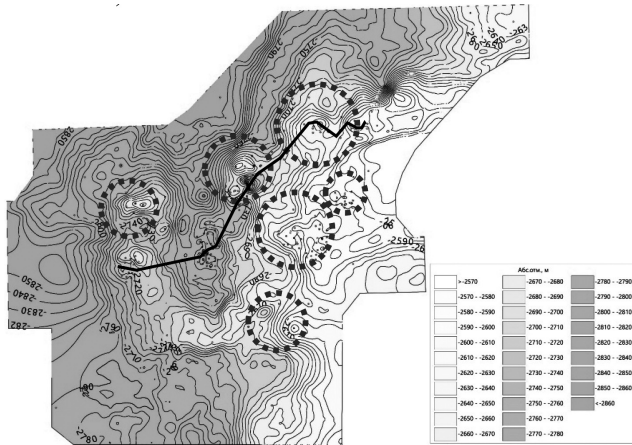
горизонтальных скважин (ГС) в сочетании с многостадийным гидроразрывом пласта (МГРП). Технология, рассчитанная на варьирование длины горизонтального участка ствола, количество стадий, объема пропанта и других параметров процесса ГРП, позволяет ввести в разработку ранее нерентабельные запасы, увеличить темпы их выработки. Рассматриваемые варианты представляют собой линейные ряды добывающих и нагнетательных скважин, ориентированные вдоль преимущественного направления развития трещин. При этом горизонтальные участки (ГУ) скважин размещаются вдоль или поперек этого направления, а закачка воды производится в наклонно-направленные или горизонтальные скважины.

Попытки адаптировать имеющиеся традиционные технологии, эффективные при разработке рентабельных запасов нефти, зачастую показывают неудовлетворительные результаты. Разработка ТРИЗ требует применения высокотехнологичных и более дорогостоящих методов добычи УВ. Совершенно справедливо специалисты сетуют на отсутствие для разработки залежей ТРИЗ инновационных технологий повышения нефтеотдачи пласта (ПНП) и интенсификации добычи нефти (ИДН), полноценных геолого-гидродинамических и моделей содержащих нелинейные особенности законов фильтрации в сложных средах. Анализ и мониторинг состояния разработки залежей с трудноизвлекаемыми запасами требует особого внимания к геомеханическому поведению коллекторов, проявляющих не только упругие или обратимые изменения среды, которые характеризуются модулем Юнга и коэффициентом Пуассона, но также необходимостью учитывать коэффициенты необратимого изменения ФЭС коллекторов, особенно при ГРП [1, 3, 5, 6, 8-19, 20-24, 26-29].

В последние годы добывающие компании все чаще используют трассерные методы для получения данных по работе интервалов горизонтальных стволов. В значительной мере интерес к подобным технологиям обусловлен возможностью получать данные на протяжении длительного периода времени при радикальном уменьшении требуемых ресурсов, что открывает новые возможности по управлению скважиной и увеличению накопленной добычи.

Одним из таких методов мониторинга работы скважин, разрабатывающих залежи с ТРИЗ, является технология динамического маркерного мониторинга профиля и состава притока горизонтальных скважин, которая в последнее время активно применяется на месторождениях Западной Сибири.

Технология маркерных исследований скважин основана на применении квантовых маркер-репортеров, являющихся высокоточными индикаторами притока пластового флюида и размещаемых в полимерной оболочке керамического пропанта (рис. 2).



Условные обозначения:

- - разбуренные структуры
- - линия профиля

А

Б

РИС. 1.

А – структурная карта кровли ачимовской толщи, демонстрирующая максимум абсолютных отметок на востоке; Б – карта толщин ачимовской толщи, демонстрирующая области максимальных значений на востоке изучаемой территории

В условиях активного развития технологий бурения, заканчивания и интенсификации добычи отмечается тенденция роста объемов горизонтального бурения и, как следствие, увеличения стадийности многозональных гидроразрывов пласта. При этом все больше прослеживается тенденция применения различных трассерных методов исследования для получения данных по работе интервалов горизонтальных стволов. Главным преимуществом подобных технологий является возможность получать данные на протяжении длительного периода времени со значительным уменьшением требуемых ресурсов, что открывает новые возможности по управлению работой скважины и пласта, приводит к увеличению накопленной добычи.

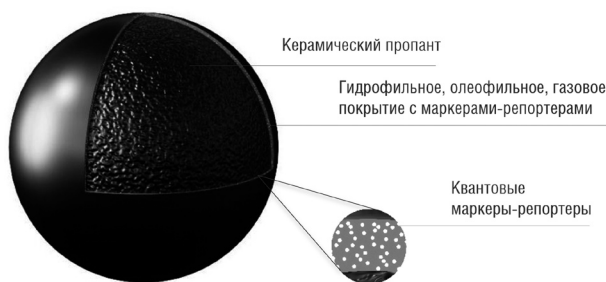
Трассерные технологии исследования скважин основаны на размещении индикаторов притока по горизонтальному стволу (рис. 3). При наличии контакта

с целевым пластовым флюидом (нефть, вода, газ) трассерные частицы попадают в него и движутся вместе с потоком. С устья скважины осуществляется отбор проб флюида, после чего проводится их анализ на количественное определение трассеров каждого кода. По результатам анализа интерпретируются данные о распределении притока нефти и воды по каждому интервалу [2].

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ
ЗАЛЕЖЕЙ С ТРИЗ НА ОСНОВЕ МАРКЕРНОЙ
ДИАГНОСТИКИ

Применение технологии маркерной диагностики для горизонтальных скважин получило широкое распространение на месторождениях Западной Сибири. Для примера использовались результаты маркерных исследований не только для единичной маркированной скважины, а для группы скважин. На основе полученных данных появляется возможность управления профилем притока, а также регулирования системы заводнения. Использование технологии на протяжении нескольких лет позволило накопить большое количество информации, а также сформировать базу данных, которая способна вместить всю необходимую информацию о работе скважин. Так, на основе результатов маркерной диагностики работы интервалов горизонтального ствола скважин, появляется возможность оперативного принятия решений по контролю и управлению за разработкой месторождений.

Одним из ключевых аспектов управления и контроля разработки является гидродинамическое моделирование, основная цель которого заключается



Маркированный полимернопокрытый пропант GEOSPLIT®

РИС. 2.

Маркированный полимернопокрытый пропант с квантовыми маркерами-репортерами



Рис. 3.

Применение технологии динамического маркерного мониторинга профиля и состава притока по горизонтальному стволу

в обосновании геолого-технических мероприятий в средне- и долгосрочной перспективах. Основным недостатком является потребность в большом количестве ресурсов на создание, оптимизацию и актуализацию моделей, в то время как особенностью машинного обучения является быстрая скорость обработки значительного объема поступающей оперативной информации и вычислений.

Наиболее простым и распространенным методом статистического анализа данных для качественной оценки гидродинамической связи между парами добывающей и нагнетательной скважин принято считать определение ранговой корреляции Спирмена или Кендалла. Более точным методом являются результаты машинного обучения. Преимущество данного подхода заключается в меньшей ресурсоемкости, а также в быстром прогоне тысячи многовариантных сценариев с целью поиска оптимального из них. При этом маркерная диагностика позволяет создать большое количество динамических data-сетов, на основе которых машинное обучение и создание прогнозной модели на базе нейронных сетей происходит быстрее, чем было бы без нее.

По рассчитанным данным была построена карта коэффициента ранговой корреляции Спирмена, на которой стрелками показаны доминирующие направления потоков фильтрации и выявленная гидродинамическая связь между нагнетательными и добывающими скважинами ближайшего окружения (рис. 4). Результаты исследования выявили

связь между следующими парами исследуемых скважин:

- 1) нагнетательная скважина №3Н оказывает существенное влияние на добывающие скважины №1Д и №21Д;
- 2) с увеличением приемистости на скважине №8Н отмечается увеличение обводненности добывающей скважины №1Д и увеличение дебита на скважине №21Д;
- 3) увеличение закачки на нагнетательной скважине №2Н оказало существенное влияние на добывающие скважины: №1Д (отмечается увеличение обводненности) и №16Д (увеличение дебита жидкости).

Для оценки гидродинамической связи не только между скважинами, но и портами маркированных скважин применен подход комплексирования результатов маркерной диагностики и определения коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Результаты расчета показали, что добывающие скважины в северо-восточной части участка находятся в тесной гидродинамической связи. В центральной и южной частях пласта система поддержания пластового давления находится на стадии формирования.

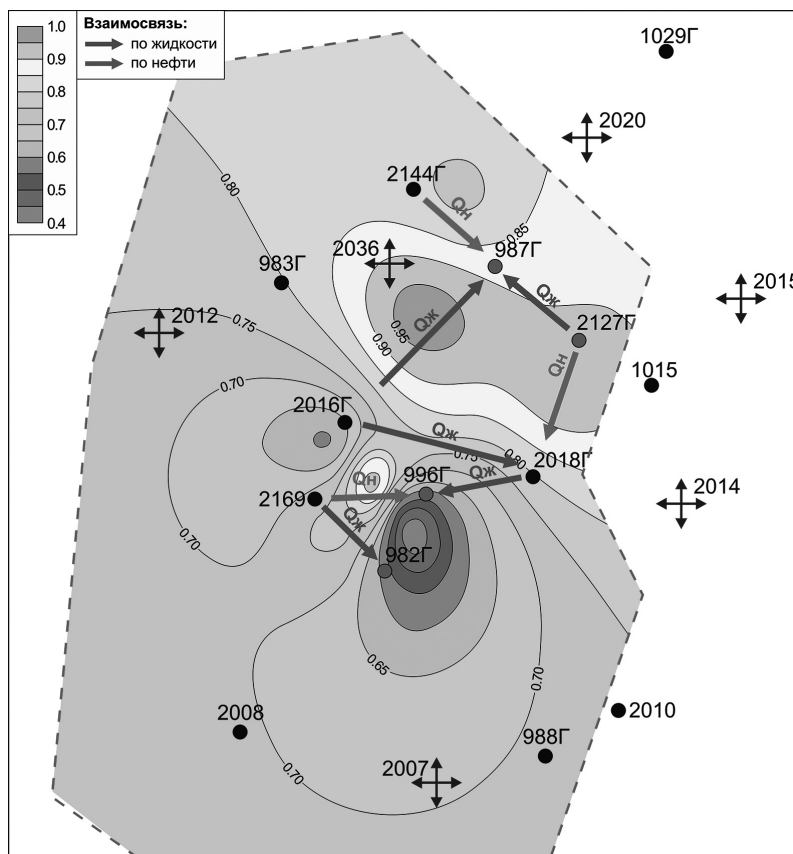


Рис. 4.

Карта корреляционных значений Спирмена. Оценка взаимосвязи между нагнетательными и добывающими скважинами

Сравнительный корреляционный анализ демонстрирует наличие тесной гидродинамической связи между притоками жидкости в «носочной» части горизонтальных стволов маркированных скважин №1Д и 21Д. Такая картина может быть обусловлена положительным влиянием нагнетательных скважин окружения №3Н и 7Н. Интерференция скважин также подтверждается результатами маркерных исследований.

Монотонная связь с отрицательными коэффициентами корреляции может быть интерпретирована как результат снижения забойного и пластового давлений в зоне отбора скважин, что в свою очередь обусловлено слабым влиянием нагнетательных скважин окружения. Таким образом, сравнительный корреляционный анализ динамики демонстрирует наличие тесной гидродинамической связи между скважинами, расположенными в северной и восточной частях исследуемого участка пласта [7].

ВЫВОДЫ

Проанализированы различные варианты формирования нижнемелового комплекса на примере месторождений, расположенных на Сургутском и Нижневартовском сводах.

Проведено детальное изучение геологического строения ряда месторождений Западной Сибири. Установлены особенности залегания отложений юрского и мелового периодов и их низов – ачимовской толщи: в том числе в связи с особенностями ранее сформированных аномальных разрезов баженовской свиты.

С помощью структурных карт и анализа карт общих толщин, определено наличие интенсивных тектонических движений и других особенностей при формировании отложений аномального разреза баженовской свиты и ачимовской толщи. Результаты исследований позволяют считать ачимовскую толщу компенсационной.

Показаны практика и преимущества динамического маркерного мониторинга профиля и состава притока, состояния и работы горизонтальных скважин в условиях добычи трудноизвлекаемых запасов нефти.

Показаны возможность и алгоритм использования результатов масштабного динамического маркерного мониторинга скважин для дополнительного контроля и оптимизации системы разработки месторождений.

Предложено использовать масштабный динамический маркерный мониторинг для контроля, оптимизации работы добывающих и нагнетательных скважин, системы разработки месторождений, геолого-технических мероприятий, в том числе технологий повышения нефтеотдачи пластов и интенсификации добычи нефти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение аналитических инструментов в процесс разработки месторождений является неоспоримо перспективным направлением. Выполненная работа указывает на возможность комплексирования метода маркерной диагностики, результатов машинного обучения, коэффициентов ранговой корреляции для оценки взаимовлияния не только нагнетательных и добывающих скважин, но и влияние нагнетательных скважин на конкретные порты маркированных добывающих скважин при помощи исторических данных работы, а также карт расположения скважин.

Применение подхода комплексирования результатов маркерной диагностики и аналитических инструментов открывает ряд возможностей для исследования и оперативного принятия решений по оптимизации системы разработки:

- выявление нагнетательных скважин, оказывающих наибольшее влияние не только на добывающие, но и на конкретные порты добывающих маркированных скважин;
- выявление и предотвращение возможных прорывов нагнетаемых вод и преждевременного обводнения скважины;
- увеличение степени равномерности выработки участка.

Оценка взаимовлияния скважин, полученная в результате выполнения работы, легко реализуется и показывает достаточно высокие коэффициенты достоверности, основанные на сравнении прогнозных и фактических данных, в то же время, при сопоставлении с геолого-гидродинамической моделью, отмечается сходимость результатов. Реализация предложенного подхода позволяет оперативно в динамике контролировать систему разработки месторождения, оптимизировать работу добывающих и нагнетательных скважин, а также повысить коэффициент извлечения нефти.

ЛИТЕРАТУРА

1. **АРЕФЬЕВ С.В.** Особенности и перспективы разработки трудноизвлекаемых запасов месторождения им. А. Усольцева // Нефтяное хозяйство. 2023. № 3. С. 36-41. DOI:10.24887/0028-2448-2023-3-36-41.
2. **АРЕФЬЕВ С., МАКИЕНКО В., ШЕСТАКОВ Д., ГАЛИЕВ М., ОВЧИННИКОВ К., МАЛЯКО Е., НОВИКОВ И.** Сопоставление результатов применения различных трассерных технологий профиля притока в одной скважине / SPE-196829-RU, доклад на Российской нефтегазовой технической конференции SPE, 22–24 октября, 2019, Москва, Россия.
3. **ГОРБУНОВ А.Т., МОСКВИН В.Д., БРУСЛОВ А.Ю., СТАРКОВСКИЙ А.В., РОГОВА Т.С. и др.** Способ обработки призабойной зоны добывающей скважины. Патент на изобретение RU 2023143 С1, 15.11.1994. Заявка № 5034187/03 от 25.03.1992.

4. Гутман И.С., Арефьев С.В. и др. Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция. Корреляция разрезов скважин сложнопостроенных объектов и геологическая интерпретация ее результатов. 2022. Раздел 5.4. С. 146–172.
5. Дроздов А.Н., Горелкина Е.И. Разработка технологии «Умной» закачки водогазовых смесей с применением насосно-эжекторных систем // Бурение и нефть. 2022. №2 С. 34–39.
6. Дроздов А.Н., Горелкина Е.И. Способ для водогазового воздействия на пласт и повышения дебитов нефтяных скважин и устройство для его осуществления. Патент на изобретение 2787173 С1, 29.12.2022. Заявка №2022108764 от 01.04.2022.
7. Дукарнаев М.Р., Малявко Е.А., Сапрыкина К.М., Семенова Е.Е., Васечкин Д.А., Урванцев С.И. Комплексирование результатов динамического маркерного мониторинга, метода ранговой корреляции и гибридных цифровых моделей для оценки взаимовлияния скважин // Бурение и нефть. 2021. № 10. С. 32–37.
8. Сулейманов Б.А. Теория и практика увеличения нефтеотдачи пластов. Москва-Ижевск: ИКИ. 286 с.
9. Шахвердиев А.Х. Некоторые концептуальные аспекты системной оптимизации разработки нефтяных месторождений // Нефтяное хозяйство. 2017. № 2. С. 58–63.
10. Шахвердиев А.Х., Арефьев С.В. Концепция мониторинга и оптимизации процесса заводнения нефтяных пластов при неустойчивости фронта вытеснения // Нефтяное хозяйство. 2021. № 11. С. 104–109. DOI:10.24887/0028-2448-2021-11-104-109.
11. Шахвердиев А.Х., Арефьев С.В. Влияние фактора времени на показатели процесса разработки нефтяных месторождений // Вестник РАЕН. 2021. Т. 21. № 4. С. 45–52. DOI: 10.52531/1682-1696-2021-21-4-45-52.
12. Шахвердиев А.Х., Арефьев С.В., Давыдов А.В. Проблемы трансформации запасов углеводородного сырья в нерентабельную техногенную категорию трудноизвлекаемых // Нефтяное хозяйство. 2022, апрель. С. 38. DOI:10.24887/0028-2448-2022-4-38-43.
13. Шахвердиев А.Х., Арефьев С.В., Давыдов А.В. Трудноизвлекаемые запасы недонасыщенных нефтью коллекторов // Геология и недропользование. 2022. № 10. С. 76–85.
14. Шахвердиев А.Х., Арефьев С.В., Давыдова А.В. Трудноизвлекаемые запасы недонасыщенных нефтью коллекторов: научная статья (ЕСОЭН) // Геология и недропользование. 2022. № 5 (9), октябрь. С. 78–86.
15. Шахвердиев А.Х., Арефьев С.В., Денисов А.В., Юнусов Р.Р. Методика восстановления оптимального режима функционирования системы пласт – скважина с учетом неустойчивости фронта вытеснения // Нефтяное хозяйство. 2020. № 6. С. 52–57.
16. Шахвердиев А.Х., Арефьев С.В., Поздышев А.С., Ильязов Р.Р. О включении высокообводненных запасов недонасыщенных нефтью коллекторов в категорию трудноизвлекаемых // Нефтяное хозяйство. 2023 №4 С. 34–39. DOI:10.24887/0028-2448-2023-4-34-39.
17. Шахвердиев А.Х., Арефьев С.В., Полищук А.А., Вайнерман Б.П., Юнусов Р.Р., Денисов А.В. Актуализация геологической модели залежи с целью оптимизации заводнения при добыче остаточных запасов нефти застойных зон // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2020. № 5. С. 28–41.
18. Шахвердиев А.Х., Максимов М.М., Рыбicka А.П., Галушко В.В. Способ определения местоположения застойных и слабодренлируемых зон нефтяной залежи. Патент на изобретение RU 2105136 С1, 20.02.1998. Заявка № 97114425/03 от 03.09.1997.
19. Шахвердиев А.Х., Мандрик И.Э. Влияние технологических особенностей добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов на коэффициент извлечения нефти // Нефтяное хозяйство. 2007. № 5. С. 76–79.
20. Шахвердиев А.Х., Панахов Г.М. Способ разработки нефтяной залежи. Патент на изобретение RU 2244110 С1, 10.01.2005. Заявка № 2003110568/03 от 13.06.2002.
21. Шахвердиев А.Х., Панахов Г.М., Аббасов Э.М. Синергетические эффекты при системном воздействии на залежь терморехимическими методами // Нефтяное хозяйство. 2002. № 11. С. 61–65.
22. Шахвердиев А.Х., Панахов Г.М., Аббасов Э.М., Цзян Р., Бахтияров С. Высокоэффективная технология повышения нефтеотдачи и интенсификации добычи нефти на основе внутрипластовой генерации CO₂ // Нефтяное хозяйство. 2014. № 5. С. 90–95.
23. Шахвердиев А.Х., Панахов Г.М., Сулейманов Б.А., Аббасов Э.М., Чукчев О.А., Галеев Ф.Х. Способ гидроразрыва пласта. Патент на изобретение RU 2122111 С1, 20.11.1998. Заявка № 97109098/03 от 16.06.1997.
24. Шахвердиев А.Х., Шестопапов Ю.В., Мандрик И.Э., Арефьев С.В. Альтернативная концепция мониторинга и оптимизации заводнения нефтяных пластов в условиях неустойчивости фронта вытеснения // Нефтяное хозяйство. 2019. № 12. С. 118–123.
25. Шестаков Д.А., Бадрtdинов И.Г., Галиев М.М. Исследование оптимального расположения горизонтальных скважин с МГРП относительно регионального стресса в условиях Имилорского месторождения с применением технологии динамического маркерного мониторинга // Нефтегазовая

вертикаль. 2021. №21–22. С. 86–96.

26. **ВАХТИЯРОВ, S.I., ПАНАКHOV, G.M., SHAKHVERDIEV A.KH., ABBASOV E.M.** Oil recovery by in-situ gas generation: Volume and pressure measurements. PROCEEDINGS of ASME fluids Engineering Division Summer Meeting 2006, FEDSM2006.2006. N 1. SYMPOSIA. P. 1487–1492. DOI: 10.1115/FEDSM2006-98359.
 27. **ВАХТИЯРОВ S.I., ПАНАКHOV G.M., SHAKHVERDIEV A.KH., ABBASOV E.M.** Polymer/surfactant effects on generated volume and pressure of CO₂ in EOR technology, 2007 // Proceedings of the 5th Joint ASME/JSME Fluids Engineering Summer Conference, FEDSM 2007. 1
 28. **SHAKHVERDIEV A.KH., ПАНАHOV G.M., RENQI J., ABBASOV E.M.** High efficiency in-situ CO₂ generation technology: the method for improving oil recovery factor, Petroleum Science and Technology. 2022. DOI: 10.1080/10916466.2022.2157010.
 29. **SHAKHVERDIEV A.KH., SHESTOPALOV YU. V.** Qualitative analysis of quadratic polynomial dynamical systems associated with the modeling and monitoring of oil fields. / Lobachevskii Journal of Mathematics. 2019. T. 40. №10. С. 1695–1710.
- REFERENCES
1. **AREFIEV S.V.** Features and prospects of development of hard-to-recover reserves of the field named after A. Usoltsev. *Neftyanoye khozyaystvo*. 2023;3:36–41. (In Russian).
 2. **AREFIEV S., MAKIENKO V., SHESTAKOV D., GALIEV M., OVCHINNIKOV K., MALYAVKO E., NOVIKOV I.** Comparison of the results of applying different flow profile tracer technologies in a single well. SPE-196829-RU, paper presented at the SPE Russian Oil and Gas Technical Conference, October 22–24, 2019, Moscow, Russia. (In Russian).
 3. **GORBUNOV A.T., MOSKVIN V.D., BRUSLOV A.Y., STARKOVSKY A.V., ROGOVA T.S., SULTANOV T.A., BALIKOYEVA M.A., SHAKHVERDIEV A.H., PALIY V.O.** Method of treatment of bottom-hole zone of a producing well. Patent for invention RU 2023143 C1, 15.11.1994. Application N 5034187/03 of 25.03.1992. (In Russian).
 4. **GUTMAN I.S., AREFIEV S.V. ET. AL.** West Siberian oil and gas bearing province. Correlation of well sections of complexly constructed objects and geologic interpretation of its results., 2022;5.4:146-172. (In Russian).
 5. **DROZDOV A.N., GORELKINA E.I.** Development of technology of "Smart" injection of water-gas mixtures with the use of pump-ejector systems. *Burennye i nefi'*. 2022;2:34–39. (In Russian)
 6. **DROZDOV A.N., GORELKINA E.I.** Method for water-gas influence on the reservoir and increase of oil well flow rates and the device for its implementation. Invention Patent 2787173 C1, 29.12.2022. App. N 2022108764 dated 01.04.2022. (In Russian).
 7. **DULKARNAEV M.R., MALYAVKO E.A., SAPRYKINA K.M., SEMYONOVA E.E., VASECHKIN D.A., URVANTSEV S.I.** Complementing the results of dynamic marker monitoring, the method of rank correlation and hybrid digital models to assess the mutual influence of wells. *Burennye i nefi'*. 2021;10:32–37. (In Russian).
 8. **SULEYMANOV B.A.** Theory and practice of oil recovery increase. Moscow-Izhevsk:IKI, 286.
 9. **SHAKHVERDIEV A.H.** Some conceptual aspects of system optimization of oil fields development. *Neftyanoye khozyaystvo*. 2017;2:58–63. (In Russian)
 10. **SHAKHVERDIEV A.KH., AREFIEV S.V.** Concept of monitoring and optimization of oil reservoir flooding process at instability of the displacement front. *Neftyanoye khozyaystvo*. 2021;11:104–109. (In Russian).
 11. **SHAKHVERDIEV A.KH., AREFIEV S.V.** Influence of time factor on the process indicators of oil fields development. *Vestnik RAYEN*. 2021;21;4:45–52. (In Russian).
 12. **SHAKHVERDIEV A.KH., AREFIEV S.V., DAVYDOV A.V.** Problems of transformation of hydrocarbon reserves in the unprofitable technogenic category of hard-to-recover. *Neftyanoye khozyaystvo*. April. 2022:38 (In Russian).
 13. **SHAKHVERDIEV A.KH., AREFIEV S.V., DAVYDOV A.V.** Hard-to-recover reserves of under-saturated oil reservoirs. *Geologiya i nedropol'zovaniye*. 2022; 10:76–85. (In Russian).
 14. **SHAKHVERDIEV A.KH., AREFIEV S.V., DAVYDOV A.V.** Hard-to-recover reserves of under-saturated oil reservoirs: scientific article (ESOEN). *Geologiya i nedropol'zovaniye*. October. 2022;5;(9):78–86. (In Russian).
 15. **SHAKHVERDIEV A.KH., AREFIEV S.V., DENISOV A.V., YUNUSOV R.R.** Methodology of restoration of the optimal mode of operation of the reservoir – well system taking into account the instability of the displacement front. *Neftyanoye khozyaystvo*. 2020;6:52–57. (In Russian).
 16. **SHAKHVERDIEV A.KH., AREFIEV S.V., POZDYSHEV A.S., ILYAZOV R.R.** On the inclusion of highly watered reserves of under-saturated reservoirs in the category of hard-to-recover. *Neftyanoye khozyaystvo*. 2023;4:34–39. (In Russian).
 17. **SHAKHVERDIEV A.KH., AREFIEV S.V., POLISHCHUK A.A., VAINERMAN B.P., YUNUSOV R.R., DENISOV A.V.** Updating the geological model of the deposit in order to optimize waterflooding in the production of residual oil reserves of stagnant zones. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geologiya i razvedka*. 2020. № 5. С. 28–41. (In Russian)
 18. **SHAKHVERDIEV A.KH., MAXIMOV M.M., RYBITSKAYA L.P., GALUSHKO V.V.** Method for determining the location of stagnant and weakly drained zones of

- an oil deposit. Patent for invention RU 2105136 C1, 20.02.1998. Appl. N 97114425/03 of 03.09.1997. (In Russian).
19. **ШАКХВЕРДИЕВ А.КН., МАНДРИК, I.E.** Influence of technological peculiarities of hard-to-recover hydrocarbon reserves extraction on the oil recovery factor. *Neftyanoye khozyaystvo*. 2007;5:76–79. (In Russian).
 20. **ШАКХВЕРДИЕВ А.КН., ПАНАКHOV G.M.** Method of oil deposit development. Patent for invention RU 2244110 C1, 10.01.2005. Appl. N 2003110568/03 of 13.06.2002. (In Russian).
 21. **ШАКХВЕРДИЕВ А.КН., ПАНАHOV G.M., АBBASOV E.M.** Synergetic effects in systemic impact on the deposit by thermo-rheochemical methods. *Neftyanoye khozyaystvo*. 2002;11:61–65. (In Russian).
 22. **ШАКХВЕРДИЕВ А.КН., ПАНАКHOV G.M., АBBASOV E.M., JIANG R., БАКHTIYAROV S.** Highly efficient technology for enhanced oil recovery and oil production intensification based on in-situ CO₂ generation. *Neftyanoye khozyaystvo*. 2014;5:90–95. (In Russian).
 23. **ШАКХВЕРДИЕВ А.КН., ПАНАКHOV G.M., SULEIMANOV B.A., АBBASOV E.M., CHUKCHEEV O.A., GALEEV F.H.** Method of hydraulic fracturing. Patent for invention RU 2122111 C1, 20.11.1998. Appl. N 97109098/03 of 16.06.1997. (In Russian).
 24. **ШАКХВЕРДИЕВ А.КН., SHESTOPALOV Y.V., МАНДРИК I.E., АРЕФЬЕВ S.V.** Alternative concept of monitoring and optimization of oil reservoir flooding in conditions of instability of the displacement front. *Neftyanoye khozyaystvo*. 2019;12:118–123. (In Russian).
 25. **SHESTAKOV D.A., BADRTDINOV I.G., GALIEV M.M.** Study of the optimal location of horizontal wells with MGRP relative to the regional stress in the conditions of Imilorskoye field using dynamic marker monitoring technology. *Neftegazovaya vertikal'*. 2021;21–22:86–96. (In Russian).
 26. **БАКHTIYAROV, S.I., ПАНАКHOV, G.M., ШАКХВЕРДИЕВ А.КН., АBBASOV E.M.M.** Oil recovery by in-situ gas generation: Volume and pressure measurements. PROCEEDINGS of ASME fluids Engineering Division Summer Meeting 2006, FEDSM2006,2006, 1, SYMPOSIA, 1487–1492.
 27. **БАКHTIYAROV S.I., ПАНАКHOV G.M., ШАКХВЕРДИЕВ А.КН., АBBASOV E.M.** Polymer/surfactant effects on generated volume and pressure of CO₂ in EOR technology, 2007. Proceedings of the 5th Joint ASME/JSME Fluids Engineering Summer Conference, FEDSM 2007;1.
 28. **ШАКХВЕРДИЕВ А.КН., ПАНАКHOV G.M., RENQI J.M., RENQI J., АBBASOV E.M.** High efficiency in-situ CO₂ generation technology: the method for improving oil recovery factor, *Petroleum Science and Technology*. 2022.
 29. **ШАКХВЕРДИЕВ А. КН., SHESTOPALOV YU. V.** Qualitative analysis of quadratic polynomial dynamical systems associated with the modeling and monitoring of oil fields. *Lobachevskii Journal of Mathematics*. 2019;40;10:1695–1710.

Арефьев Сергей Валерьевич,
к.г.-м.н., начальник Управления разработки нефтяных и газовых месторождений Западно-Сибирского и Пермского регионов ПАО "Лукойл"

✉ 101000, г. Москва, Сретенский бул-р, д. 11
101000, Moscow, Sretensky Bulvar, 11,
тел: +7 (495) 627-44-44, e-mail: lukoil@lukoil.com

УДК 629.19:504.5

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-12-16

Научная статья

ВОЗМОЖНЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ ОПТИКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ОТ МИКРОМЕТЕОРНОЙ ЭРОЗИИ

В.Т. Федоров¹, М.Н. Кокоев²¹ Концерн «Наноиндустрия»,² Кабардино-Балкарский
государственный университет
им. Х.М. Бербекова

В России имеется огромный потенциал для применения космических технологий в геологоразведке. Снимки из космоса служат ценным источником информации для геологических прогнозов. Как долго может служить оптика в космосе и обеспечивать качественные снимки, подвергаясь воздействию микрометеорного потока? В статье предложен новый способ защиты оптических приборов от микрометеорной эрозии. Способ базируется на применении самовосстанавливающейся поверхности тонкого слоя специальной жидкости, наносимой на защищаемую поверхность. Жидкость должна быть устойчива к солнечному и космическому излучениям. Реализация метода возможна благодаря совместному применению физики межфазных явлений и такого явления, как невесомость. Обсуждаются технические детали предложения.

Ключевые слова: геологоразведка, космос, оптика, микрометеорная эрозия, защитная жидкость, излучение, невесомость

В России имеется огромный потенциал для применения космических технологий в геологоразведке. Материалы космической съемки позволяют исследовать большие и труднодоступные территории, особенно в арктической зоне России. В космической геологоразведке используются такие направления, как структурный анализ изучаемой поверхности для оценки глубинного залегания пород, изучение свойств полезных ископаемых посредством спектрального анализа, прогнозирование мест залегания пород, подсчет запасов, построение карт, актуализация и анализ геологических аномалий и изменений, отслеживание состояния экзогенных геологических процессов. Анализ спектральных снимков, которые содержат около 200 спектральных каналов в видимом и инфракрасном диапазонах, помогает определить тип и характеристики породы на поверхности с точными координатами на местности [2].

© 2023, В.Т. Федоров, М.Н. Кокоев
Поступила в редакцию 14.04.2023

Original article

POSSIBLE WAY TO PROTECT SPACECRAFT OPTICS FROM MICROMETEOR EROSION

V.T. FEDOROV¹, M.N. KOKOEV²¹ CONCERN “NANOINDUSTRY”,² KABARDINO-BALKAR STATE UNIVERSITY
NAMED AFTER H.M. BERBEKOV

There is a huge potential in Russia for the application of space technology in exploration, especially in the oil and gas sector. Images from space are a valuable source of information for geological predictions. How long can optics last in space and provide high-quality images when exposed to a micrometeor shower? The article proposes a new way to protect optical instruments from micrometeor erosion. The method is based on the use of a self-healing surface of a thin layer of a special liquid applied to the surface to be protected. Liquid resistant to solar and cosmic radiation. The implementation of the method is possible due to the physics of interfacial phenomena under microgravity conditions in space. The technical details of the proposal are being discussed.

KEYWORDS: geological exploration, space, optics, micrometeor erosion, protective liquid, radiation, microgravity

Наиболее известные космические системы для дистанционного зондирования Земли: Landsat 7, Landsat 8, Terra/Aster и WorldView-3 [5]. Например, Landsat 8 для съемки геологического района с углом поля зрения, равным 1,28 градуса, имеет главное зеркало диаметром 110 см с фокусным расстоянием 13,3 м.

Оптика для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) конструктивно может быть линзовой (рефрактор), зеркальной (рефлектор) и зеркально-линзовой. Вообще для ДЗЗ в отечественной практике применяются все упомянутые типы оптических приборов. Они сделаны по высшему классу точности. Поэтому стоят дорого, например метровое зеркало с основой из углепластика стоит около 1 млн долларов США.

Как долго может служить линзовая оптика и обеспечивать качественные снимки, подвергаясь воздействию микрометеорного потока? Для начала разберемся с терминами. Что такое метеороид, метеор и метеорит? *Метеороид* – объект значительно меньше

астероида, имеющий размеры обычно от 30 мкм и поперечником до одного метра. Иногда такая песчинка размером много меньше 1 миллиметра может выбить большой кратер в толстом стекле. Правда, вероятность такой встречи в космосе ничтожно мала. Тем не менее, космонавты Джанибеков и Савиных, в 1985 г. спасавшие станцию «Салют-7» после отсутствия на ней людей в течение 8 месяцев, по прибытию на станцию обнаружили на иллюминаторе с внешней стороны каверну от микрометеорита глубиной около 8 мм. А сами стекла иллюминаторов имели толщину всего 10 мм [4].

В 2017 г. Международный астрономический союз решил, что объекты меньше 30 мкм классифицируются как микрометеороиды и межпланетная пыль [11]. Центр малых планет, это подразделение NASA, термин «метеороид» не использует [14]. Метеороиды, которые сгорают в атмосфере, так называемые «падающие звезды», называются *метеоры*. Метеоры обычно сгорают в атмосфере на высоте от 76 до 100 км. Остатки не сгоревших метеороидов, которые долетели до поверхности Земли, называются *метеоритами*. Ежегодно в атмосферу Земли попадает около 15000 т космических тел – от песчинок до крупных камней [15].

Скорость соударения микрометеорного потока с космическим аппаратом (КА) от 10 до 72 км/с [13], если только метеороид не прибыл из межзвездного пространства. Тогда его скорость теоретически может быть еще больше. Скорость соударения с преградой зависит от сложения векторных скоростей микрометеорного потока и КА.

Микрометеорные частицы повреждают поверхность из любого материала, независимо от его механической прочности и твердости. Действительно, кинетическая энергия соударения большинства микрометеорных частиц с преградой такова, что ее достаточно не только для разрушения и испарения самой частицы, но и материала преграды в месте удара. Поэтому объем повреждений чаще определяется теплофизическими свойствами преграды, чем ее механической прочностью.

В зоне удара микрометеорных частиц, летящих со скоростью выше 10 км/с о стекло оптического прибора возникает давление более 15 ГПа (150 тыс. атмосфер) [16]. Стекло в месте удара превращается в порошок, состоящий из микронных осколков. Объем осколков обычно в 100...1000 раз может превышать объем микрометеора. Эти частицы в течение некоторого времени (от 15 минут до суток) сопровождают космический аппарат в виде пылевого облака, создавая оптические помехи для фотосъемки из-за отражения солнечного света. Постепенно диффундируя в окружающий космос, эти осколки становятся техногенной составляющей космического мусора на орбите.

Вероятность встречи метеорных частиц с КА является достаточно высокой только для весьма малых ча-

стиц с массой порядка 10^{-6} г (1 мкг) и при продолжительности полета более года. При уменьшении массы частиц до 10^{-11} ... 10^{-12} кг плотность микрометеорного потока резко возрастает в сотни и тысячи раз. Кроме того, на околоземной орбите скапливается все большее количество субмикронных высокоскоростных частиц искусственного происхождения, которые при столкновении с оптикой КА также повреждают ее поверхность [3].

Наиболее пагубно воздействие микрометеорных и техногенных частиц на объективы фотокамер, оптико-электронных приборов (ОЭП) астроориентации и навигации, иллюминаторов и солнечных батарей [3, 15]. Продолжительное действие метеорных частиц приводит к помутнению объективов и иллюминаторов. Метеорная бомбардировка внешних оптических поверхностей ведет к возрастанию рассеяния, которое может достигать у ОЭП астроориентации и навигации КА, работающего в видимом диапазоне спектра до 50% за 2 года с момента начала бомбардировки. Для ОЭП астроориентации и навигации КА, работающих в инфракрасном диапазоне, последствия матирующего воздействия на поверхности оптических деталей сказываются меньше. Поскольку чем больше длина электромагнитной волны, тем меньше сказывается матирующее действие поврежденной внешней поверхности оптики на качество изображения. Но для мультиспектральной съемки в интересах геологоразведки, включая всю видимую часть спектра, матирующее действие оптических поверхностей от микрометеорного потока сказывается весьма отрицательно.

Снижение рабочих характеристик оптических приборов КА ниже известного предела означает прекращение практического использования с целью ДЗЗ в интересах геологической разведки, метеорологии, экологии и др. Применение различных защитных экранов и шторок для защиты объективов решает проблему лишь отчасти, так как использование шторок противодействует эрозии только тогда, когда прибор не работает. Конечно, когда объектив фотокамеры смотрит прямо вниз (надир) и поле зрения объектива ограничено видимым горизонтом Земли, тогда метеорные потоки не могут попасть в объектив. Но при работе на высокой орбите, когда все поле зрения объектива или часть его не экранируется Землей, тогда метеорные частицы могут повредить поверхность объектива.

Новый способ защиты оптических приборов и других элементов КА от микрометеорной эрозии базируется на применении самовосстанавливающейся поверхности тонкого слоя специальной жидкости, наносимой на защищаемую поверхность. Реализация метода возможна благодаря совместному применению физики межфазных явлений и такого явления, как невесомость.

Дело в том, что специально подобранная жидкость в невесомости образует равномерный тонкий слой,

благодаря хорошему смачиванию защищаемой поверхности (просветляющее покрытие входной линзы объектива) в границах лиофобного периметра. Лиофобный периметр объектива или другой поверхности делают из несмачиваемого материала, например тефлона или другого подходящего материала. Толщины слоя защитной жидкости в интервале 0,5...1 мм достаточно для поглощения кинетической энергии микрометеорной частицы. Возможные конструкции для выпуска порции жидкости на защищаемую поверхность еще нужно разработать.

Энергия частицы расходуется на ее разрушение, на испарение материала частицы и защитной жидкости, а также на создание ударной волны в жидкости. Например, при массе каменно-железной метеорной частицы 1×10^{-10} г ее поперечный размер будет около 3 мкм. При толщине слоя защитной жидкости 1 мм размер частицы более чем в 300 раз превышает толщину защитной жидкости. Давление во фронте ударной волны уменьшается обратно пропорционально кубу расстояния от места удара метеорной частицы по жидкости. Следовательно, к защищаемой поверхности ударная волна подойдет сильно ослабленной и стекло объектива останется неповрежденным. Возмущение, вызванной ударом частицы, на абсолютно ровной поверхности жидкости, не влияет на качество изображения. Поскольку столь редкое явление как одновременный удар многих частиц по объективу маловероятен. Через доли секунды поверхность жидкости становится молекулярно гладкой за счет сил поверхностного натяжения. Часть осколков разрушенной микрометеорной частицы попадет в жидкость. При периодической регенерации защитной жидкости они остаются на фильтре тонкой очистки.

Исследованиями необходимо найти защитную жидкость, которая удовлетворяла бы всем жестким условиям длительной работы в открытом космосе. Защитная жидкость должна обладать следующими свойствами:

1. иметь давление паров не выше 10^{-7} Па, что исключало бы заметную потерю массы за долгое время работы в условиях высокого вакуума;
2. хорошо смачивать защищаемую поверхность, краевой угол смачивания просветляющего покрытия объектива должен стремиться к нулю [1, 6];
3. быть лиофобной из выбранного конструкционного материала с целью создания барьера для ограничения растекания жидкости. Кроме тефлона (фторопласта) должны быть аналоги;
4. обладать стойкостью к солнечному облучению и космическому излучению – не подвергаться термической деструкции, не быть склонной к полимеризации. Это самое трудное требование в поиске подходящей жидкости;
5. сохранять текучесть в широком интервале рабочих температур и иметь малую зависимость вязкости от температуры;

6. иметь минимальное поглощение в важной для данного прибора области оптического или инфракрасного излучения;

7. должна быть не токсичной и не горючей;

8. быть инертной по отношению к конструкционным материалам КА и продуктам разрушения микрометеоров;

9. должна сохранять служебные свойства при длительных сроках хранения в условиях работы КА на орбите.

В достаточной мере этим требованиям соответствуют некоторые кремнийорганические жидкости – олигоорганосилоксаны. Некоторые марки из них работают в высоковакуумных насосах [8, 9]. Многие из них сохраняют текучесть в диапазоне температур от 143 К до 573 К и выше. Большинство кремнийорганических жидкостей в нормальных условиях смачивают кварц, стекла и другие материалы, однако для определения углов смачивания указанными жидкостями стекол и просветляющих покрытий в широком интервале температур в условиях глубокого вакуума и интенсивного солнечного облучения необходимо проведение дополнительных исследований.

Показатель преломления кремнийорганических жидкостей для D-линии натрия (волна 589,3 нм) находится в интервале от 1,38 до 1,42. Для сравнения - показатель преломления для большинства оптических стекол различных марок лежит в интервале 1,45...1,9. Давление пара олигоорганосилоксанов при нормальной температуре находится в диапазоне 10^{-7} ... 10^{-9} Па [8, 10], что сравнимо с давлением в космосе на высоте 500 км – 9×10^{-7} Па. То есть олигоорганосилоксаны могут работать в космосе не испаряясь. Известны и другие синтетические жидкости, свойства которых представляют интерес для возможного использования их в космосе.

Устройство для защиты оптических поверхностей начинает работу после вывода КА на орбиту и завершения всех маневров, сопровождаемых разного рода ускорениями. В условиях невесомости на линзу объектива автоматически подается дозированное количество жидкости из емкости для хранения запаса. За счет смачивания жидкость растекается по поверхности линзы равномерным слоем заданной толщины в пределах лиофобного кольца. В условиях невесомости слой жидкости на всей поверхности строго одинаков по толщине и не зависит от ориентации защищаемой поверхности в пространстве.

Толщина защитного слоя определяется исключительно отношением количества жидкости к площади защищаемой поверхности. Для точного расчета количества защитной жидкости возможна поправка на объем мениска на линии ее контакта с лиофобным барьером. Вообще, особенности работы защитного слоя в условиях невесомости позволяют увеличить его толщину в случае необходимости до 2 мм. Верхний предел

возможной толщины защитного слоя ограничивается физическими характеристиками жидкости моментом возникновения капиллярных волн на его поверхности при случайном появлении вибрационных или иных ускорений.

Регенерация защитной жидкости заключается в очистке ее от микроскопических продуктов разрушения метеорных частиц, а также в удалении из нее следов высокомолекулярных соединений, которые могут возникать в олигоорганосилоксанах под действием жесткого солнечного ультрафиолета и длительного воздействия космического излучения. Периодическая медленная циркуляция защитной жидкости необходима также для предотвращения образования тонких полимерных пленок на межфазной границе «жидкость-твердое тело» под действием различных видов облучения. Незначительные потери защитной жидкости за счет ее испарения и полимеризации восполняются из бортовых запасов.

О каком количестве жидкости идет речь для защиты от микрометеорной эрозии одного объектива? Плотность кремнийорганической жидкости марки ХС-2-1 1100 кг/м³. Для получения защитного слоя толщиной 1 мм на объективе с входной линзой, например, диаметром 100 мм нужно всего 8,6 г жидкости. Очевидно, что оптимальную толщину защитного слоя и тип защитной жидкости для различных систем и устройств КА можно определить на основе проведения соответствующих НИР. Требуется изучения влияния длительного воздействия атомарного кислорода и других факторов открытого космоса на служебные свойства защитной жидкости.

Перед выполнением маневров КА на орбите, сопровождаемых ускорениями, защитные жидкости должны временно убираться с оптических поверхностей в закрытые резервуары для исключения их растекания за пределы защищаемых поверхностей и возможной потери. В условиях невесомости и вакуума обычный отсос жидкости невозможен. Поэтому отбор защитной жидкости с оптической поверхности перед выполнением маневров и для ее последующей регенерации должен проводиться устройством, работа которого основана на смачивании и пропитке пористого подвижного элемента, перемещающего жидкость в фильтр тонкой очистки. Для облегчения перемещения жидкости по циркуляционному тракту, систему регенерации предпочтительно включать в те периоды, когда температура защищаемых оптических и иных поверхностей способствует снижению вязкости жидкости.

Выводы:

1. В России имеется большой потенциал для применения космических технологий в геологоразведке. Снимки из космоса служат ценным источником информации для геологических прогнозов. Материалы

космической съемки позволяют исследовать большие и труднодоступные территории, особенно в Восточной Сибири и арктической зоне России.

2. Продолжительное действие метеорных частиц приводит к помутнению оптических поверхностей приборов космического аппарата. Наиболее пагубно воздействие микрометеорных потоков и техногенных частиц на объективы фотокамер, оптико-электронных приборов, астроориентации и навигации, иллюминаторов и панелей солнечных батарей. Надо изучить вопрос: как долго может служить оптика в космосе и обеспечивать качественные снимки, подвергаясь длительному воздействию микрометеорного потока?

3. Предложен новый способ защиты оптических приборов от микрометеорной эрозии. Способ базируется на применении самовосстанавливающейся поверхности тонкого слоя специальной жидкости, наносимой на защищаемую поверхность. Жидкость должна быть устойчива к солнечному и космическому излучениям и другим физическим факторам открытого космоса. Реализация метода возможна благодаря совместному применению физики межфазных явлений и такого уникального явления, как невесомость. Решение обсуждаемого способа возможно после проведения длительных исследований поверхностных и межфазных свойств олигоорганосилоксанов и других подобных жидкостей в условиях, имитирующих факторы открытого космоса.

ЛИТЕРАТУРА

1. АДАМСОН А.В. Физическая химия поверхности. М.: Мир, 1979. 568 с.
2. АКОВЕЦКИЙ В.Г. Космические мониторинговые наблюдения нефтегазопоявлений морских акваторий: геологические и геологические аспекты // Актуальные проблемы нефти и газа. 2018. Вып. 4(23). <https://russianspacesystems.ru/2021/07/29/kosmos-i-geologiya-perspektivnye-tekhn/> (дата обращения 27.10.2022).
3. БЕРЕГОВОЙ Г.Т., ЯРОПОЛОВ В.И., БАРАНЕЦКИЙ И.И. и др. Справочник по безопасности космических полетов. М.: Машиностроение, 1989. 336 с.
4. Как спасали "Салют". 2017. <https://topwar.ru/127699-kak-spasali-salyut.html?ysclid=19wmb0ki9c268301135> (дата обращения 27.10.2022).
5. Космос и геология: перспективные технологии для геологоразведки. Мультиспектральное дистанционное зондирование территории. <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/20/2430/html> (дата обращения 27.10.2022).
6. Кремнийорганические жидкости. <https://www.chem21.info/info/1325672/?ysclid=lgdymp5e2198205490> (дата обращения 27.10.2022).

7. МЕРЖЛЕВСКИЙ Л.А., ТИТОВ В.Н., ФАДЕЕНКО Ю.И., ШВЕЦОВ Г.А. Высокоскоростное метание твёрдых тел // Физика горения и взрыва. 1987. Т. 23. №5. С. 77–91.
8. Олигоорганосилоксаны. Свойства, получение, применение / Под ред. М.В. Соболевского. М.: Химия, 1985. 248 с.
9. ПАУЭР Б.Д. Высоковакуумные откачные устройства. Москва. Энергия. 1969. 528 с.
10. УЭСТОН ДЖ. Техника высокого вакуума. М.: Мир, 1988. 325 с.
11. BEECH M., STEEL D. "On the Definition of the Term Meteoroid" // *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*. 1995. №36 (3). P. 281–284.
12. Interagency Group (Space) Working Group on Orbital Debris. "Report on Orbital Debris". NASA. NASA Technical Reports Server: 1. hdl:2060/19900003319. February 1989.
13. JENNISKENS P. Sierra Nevada fireball // SETI Institute. Retrieved. 2014. Vol. 11. №16.
14. RUBIN A.E., GROSSMAN J.N. Meteorite and meteoroid: New comprehensive definitions // *Meteoritics & Planetary Science*. 45 (1). P. 114–122.
15. UTREJA L.R. Space debris – Status, concerns and solutions. IAF, International Astronautical Congress 40th. Malaga. Spain. Oct. 7–13. 1989. IAF Paper 89–625. 7 p.
16. VOLLRATH K., THOMER G. *Kurzzeitphysik*. Springer-Verlag. Wein. New York. 1967. Т. 2. P. 352.
8. Oligoorganosiloxanes. Properties, obtaining, application. Ed. M.V. Sobolevsky. Moscow: Khimiya, 1985:248. (In Russian).
9. POWER B.D. High vacuum pumping devices. Moscow: Energiya. 1969:528. (In Russian).
10. WESTON J. High vacuum technique. Moscow.: Mir, 1988:325. (In Russian).
11. BEECH M., STEEL D. On the Definition of the Term Meteoroid. *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*. 1995. 36(3): 281–284.
12. Interagency Group (Space) Working Group on Orbital Debris. "Report on Orbital Debris". NASA. NASA Technical Reports Server: 1. hdl:2060/19900003319. February 1989.
13. JENNISKENS P. Sierra Nevada fireball. *SETI Institute. Retrieved*. 2014;11;(16).
14. RUBIN A.E., GROSSMAN J.N. Meteorite and meteoroid: New comprehensive definitions. *Meteoritics & Planetary Science*. January 2010. 45(1):114–122.
15. UTREJA L.R. Space debris – Status, concerns and solutions. IAF, International Astronautical Congress 40th. Malaga. Spain. Oct. 7–13. 1989. IAF Paper 89–625. 7.
16. VOLLRATH K., THOMER G. *KURZZEITPHYSIK..* Springer-Verlag. Wein. new york. 1967;(2):352.

REFERENCES

1. ADAMSON A.V. Physical chemistry of the surface. Moscow: Mir, 1979:568. (In Russian).
2. AKOVETSKY V.G. Space monitoring observations of oil and gas manifestations of marine areas: geological and geological aspects. *Aktual'nyye problemy nefii i gaza*. 2018;4(23). <https://russianspacesystems.ru/2021/07/29/kosmos-i-geologiya-perspektivnyetekhn/> (Accessed 27.10.2022). (In Russian).
3. BEREGOVY G.T., YAROLOV V.I., BARANETSKY I.I. ET AL. Handbook on the safety of space flights. М.: Mashinostroenie, 1989:336. (In Russian).
4. How the Salyut was saved. 2017. <https://topwar.ru/127699-kak-spasali-salyut.html?ysclid=19wmb0ki9c268301135> (accessed 10/27/2022). (In Russian).
5. Space and geology: promising technologies for exploration. Multispectral remote sensing of the territory. <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/20/2430/html> (accessed 27.10.2022). (In Russian).
6. Silicone liquids. <https://www.chem21.info/info/1325672/?ysclid=lgdyymp5e2198205490> (accessed 10.27.2022). (In Russian).
7. MERZHLEVSKII L.A., TITOV V.N., FADEENKO YU.I., SHVETSOV G.A. High-speed throwing of solid bodies. *Fizika gorenija i vzryva*. 1987;23(5):77–91. (In Russian).

Федоров Виктор Тихонович,
д.т.н., советник директора Концерна «Наноиндустрия»

✉ 119334, г. Москва, ул. Бардина, д. 4, корп. 1,
119334, Moscow, st. Bardina, d. 4, building. 1
e-mail: fedorovsteer@gmail.com

Кокоев Мухамед Нурғалиевич,
д.т.н., профессор кафедры строительного производства
Кабардино-Балкарский госуниверситет им. Х.М. Бербекова,
советник РААСН

✉ 360004, КБР, Нальчик, ул. Чернышевского, 173,
360004, KBR, Nalchik, st. Chernyshevsky, 173
e-mail: kbagrostroy@yandex.ru

УДК 06.3

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-17-22

Научная статья

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ θ -ПИНЧА В ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

**Б. Ю. БОГДАНОВИЧ,
А. В. НЕСТЕРОВИЧ**

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Процессы, происходящие при образовании пинчевых разрядов, интенсивно изучались и изучаются в программах реализации управляемого термоядерного синтеза, однако до полного понимания механизмов во время разряда еще далеко. Имеются значительные достижения на пути реализации УТС в магнитных ловушках, однако до окончательного вывода о преимуществах этого решения также еще далеко. Данная работа направлена на совершенствования одной из задач физики плазмы, а именно – объяснение факта закручивания и сжатия плазменного потока в θ -пинче.

Одновременно дается анализ возможных причин формирования подобного типа потоков ионизованного воздуха в природных условиях, а именно, при смерчах и подобных явлениях (торнадо и других). В качестве одного из аргументов такого обобщения используется факт существования оглушительного треска на поверхности земли в основаниях смерча, что характерно только для потока водяных капель, обладающих высоким потенциалом, то есть вертикального тока. В качестве основы для анализа взяты результаты экспериментального и теоретического анализа периодического разряда в потоке жидкости (ПРПЖ), основательно изученного ранее.

Ключевые слова: физика плазмы, ионизация, поток жидкости, периодический разряд, разряд в потоке, пинч, плазмOID

Данная работа является развитием направления, связанного с интерпретацией ряда физических явлений, сопровождающих ионизацию газов (в частности, воздушной среды) в сильноточных разрядах. В качестве основного инструмента моделирования процессов использовано представление о наличии в общей массе образованных ионов незначительного количества ядер (атомов), имеющих магнитный заряд (предположительно, порядка нескольких частиц

Original article

ANALYSIS OF THE PROCESSES OF θ -PINCH FORMATION IN LABORATORY AND NATURAL CONDITIONS

B.YU. BOGDANOVICH, A.V. NESTEROVICH
NATIONAL RESEARCH NUCLEAR UNIVERSITY
«МЕРНИ»

The processes that occur during the formation of pinch discharges have been intensively studied and are being studied in programs for the implementation of controlled thermonuclear fusion, however, it is still far from a complete understanding of the mechanisms during the discharge. There are significant achievements on the way to the implementation of CTS in magnetic traps, but the final conclusion about the advantages of this solution is still far away. This work is aimed at improving one of the problems of plasma physics, namely, explaining the fact of twisting and compression of the plasma flow in the θ -pinch.

At the same time, an analysis is given of the possible reasons for the formation of this type of ionized air flows in natural conditions, namely, during tornadoes and similar phenomena (tornadoes and others). As one of the arguments for such a generalization, the fact of the existence of a deafening crack on the surface of the earth at the bases of a tornado is used, which is typical only for a stream of water droplets with a high potential, that is, a vertical current. As a basis for the analysis, the results of the experimental and theoretical analysis of a periodic discharge in a liquid flow (PDLF), which were thoroughly studied earlier, were taken.

KEY WORDS: plasma physics, ionization, liquid flow, periodic discharge, flow discharge, pinch, plasmoid

на 1000 ионов). Это предположение более всего относится к ионам двухатомных газов, входящих в состав воздуха (азот, кислород, водород). Можно предположить, что экспериментаторы, пытавшиеся ранее обнаружить такие частицы, ранее не могли этого осуществить в силу относительно малого количества таких магнитно-заряженных частиц, а также несовершенством инструментария (поиски велись десятки лет, начиная с 30-х годов прошлого века). В последние десятилетия понятие о «магнитных зарядах» опять было актуализировано разными исследователями ([2] библиография к [2, 4]). Авторы не исключают, что маг-

нитный заряд может присутствовать в протоне. Автор идеи о существовании магнитного заряда Дирак не исключал, что он может иметь чисто электромагнитную массу, его коллеги рассмотрели вариант с монополюмом, имеющим массу протона, далее утверждалось, что она может быть более нескольких масс протона, а затем появились предположения о массе, в 10^{16} раз больше массы протона. Окончательный ответ даст только эксперимент.

Изучение динамики частиц при формировании пинча (аналогично смерчу) может проводиться в лабораторных условиях, как это было осуществлено в работах по исследованию дуговых и пинчевых разрядов на установке с периодическим разрядом в потоке жидкости [2]. Схема и работа установки достаточно подробно описаны в ряде предыдущих публикаций (см. библиографию к [2]).

В целом, процесс формирования θ -пинча наглядно иллюстрируется на рис. 1. В лабораторной установке создается электрическое поле вертикального направления (как правило, ускоряющее электроны к заземленному аноду в виде пластин). Катодом является электрод в виде металлической трубки, находящейся под потенциалом около 7,5 кВ, по которой подается жидкость (как правило, вода). Струя жидкости периодически разрывается из-за гидростатического удара при протекании тока по ее поверхности с частотой до 50 Гц. В окружающем пространстве идет накопление зарядов и формирование кластеров с поперечным размером около 1 мм (расстояние анод-катод около 4 мм, диаметр струи около 0,3–0,5 мм). Процесс образования кластеров фиксирует быстродействующая кинокамера. Как результат – образование пинчей высотой до 4 мм, представляющих собой зоны светящегося воздуха, насыщенного парами воды, водорода, кислорода и азота (результат ионизации). Основание столба плазмы – типичный θ -пинч, о чем говорят отпечатки на аноде. Диаметр отпечатков – (30–200) мкм. В ряде

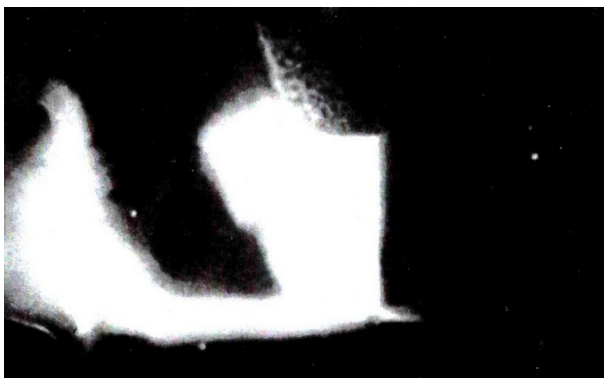


Рис. 1. Характерный пинчевой разряд (слева), образуемый при дуговом разряде по струе жидкости в импульсном режиме

случаев они представляют из себя кольца, окружающие центральную зону в виде перегретого металла.

Численный расчет параметров пинча может быть проведен по формулам для динамики магнитных зарядов, образуемых при ионизации в кластерах и ближней зоне [1]. В частности, для этого может быть использовано выражение для вычисления силы, действующей на частицы, имеющие как магнитный, так и электрический заряды (соответственно «g» и «e») (в научной литературе они носят название «дионы»):

$$\vec{F} = e\vec{E} + g\vec{H} + \left[\frac{\vec{v}}{c} \times (e\vec{H} - g\vec{E}) \right], \quad (1)$$

где E – напряженность электрического поля; H – напряженность магнитного поля; v – скорость частицы; c – скорость света в вакууме.

Формула (1) приведена в системе единиц [СГСМ], как в первоисточнике [3].

Будем считать, что магнитное поле в зоне пинчевого разряда создается в основном током электронов в приосевой области, описываемой формулой:

$$I(r) = I_0 \left(\frac{r}{R_0} \right), \quad (2)$$

где I_0 – известное (из эксперимента) значение тока электронов в потоке радиусом R_0 . При этом значение напряженности азимутального магнитного поля имеет постоянную величину $H_\theta = \frac{2I_0}{R_0}$. В этом случае интегрирование уравнения (1) дает следующие зависимости:

$$r(t) = r_0 \pm \frac{1}{6} G t^3 \quad (3)$$

где «+» соответствует частицам с «южной» полярностью», а «-» – с «северной», и

$$z(t) = z_0 \pm \left(\frac{DG}{24m} \right) t^4. \quad (4)$$

где «+» соответствует «южной» полярности», а «-» – «северной» полярности, m – масса частицы, имеющей магнитный заряд. Параметры D и G имеют следующий вид: $G = 2 \left(\frac{r}{R_0} \right) \left(\frac{g}{m} \right)^2 \frac{Ez}{c}$; $D = \frac{H_0 e}{c}$. Величины «g» и «e», в соответствии с законами квантовой физики, связаны соотношением [3].

$$g = 67,5e \quad (5)$$

Сравнивая соотношения (3) и (4) можно сделать вывод о том, что траектории «дионов» в пинче имеют характер раскручивающейся (для «южных» полярностей) или скручивающийся (для «северных») спиралей, причем смещение траекторий вверх или вниз относительно мало, если не учитывать электрическое поле, действующее на электрические заряды, а также гидродинамические факторы. При значении $I_0 = 1$ кА (данные эксперимента с ПРПЖ), имеем $H \approx 2 \times 10^3$

Эрстеда, $E_z \approx 2,5 \times 10^{12}$ [ед. СГСМ], имеем $G \sim 10^{17}$ [ед. СГСМ], откуда получаем $t \approx 4^3 \sqrt{r(t)}$ [мкс], т.е. при $r \sim 1$ см имеем $t \sim 4$ мкс (в частности, для «южных» дионов). Это близко к экспериментальным значениям.

Исходя из значений $r(t) = 50$ мкс (для дионов с «северным» полюсом) для минимального размера отпечатка и приравнявая значения центростремительной к центробежной сил, получим оценочное значение средней скорости дионов протонной массы, равное $v = 10$ км/с, что совпадает со значением, определенным для магнитных зарядов с учетом их взаимодействия со средой, правда, при допущении о их «ядерной активности».

Схема на рис. 2 представляет интерес не только для рассматриваемого варианта практической реализации в лабораторных условиях, но и в более крупном и более мелком масштабе.

В частности, имеются все основания полагать, что она применима к описанию смерчей (и т.п. явлений – торнадо и др.), о чем будет сказано ниже.

Рассмотрим механизм формирования пинча в смерче. Как принято считать, земля в целом заряжена отрицательно по отношению к атмосфере, хотя при грозе бывает наоборот, а иногда распределение потенциала носит слоистый характер. До высоты около 4 км напряженность электрического поля составляет около 130 В/м, хотя при грозе – до 1000 В/м. Это означает, что на высоте нижней кромки облаков (500 м) потенциал может иметь значение до 300 кВ.

Надо учесть, что при выпадении осадков капли дождя, формируясь при потенциале порядка (300–500) кВ, опускаясь к земле, отдают частично свой заряд облакам в нижней части, как это происходит в электростатическом генераторе Ван-де-Графа (до 30 МВ). Подтверждением этого являются измерения энергии фотонов при грозе (до 10 МэВ и выше).

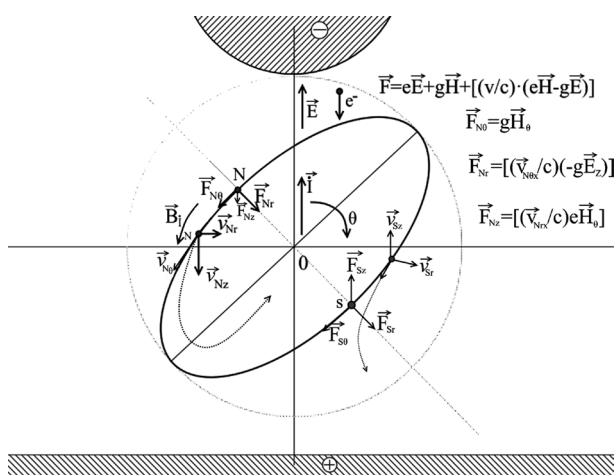


РИС. 2. Картина силовых линий и скоростей магнитных зарядов в вертикальном электрическом поле и магнитном поле вертикального тока (пояснения в тексте)

Это свидетельствует о том, что на землю попадают капли (и градины) с потенциалом до сотен киловольт, об этом говорит сильнейший треск и даже постоянный гул, который переходит в треск при попадании заряженных капель на землю во время смерча. Авторы наблюдали такое явление в лабораторных условиях, направляя струю воды от высоковольтного электрода – инжектора на конце шланга (расстояние до 5 м от заземленного коллектора). Это указывает на наличие вертикального тока в основании смерча (ток образуется зарядами, переносимыми каплями и градинами). Имеются основания считать, что зона локализации основания пинча (смерча) соответствует максимальной высоте облака над ним, т.к. максимальной высоте соответствует максимальный потенциал нижней кромки облака и, естественно, «провисание» потенциала, т.е. максимальная напряженность поля и, естественно, максимальная скорость падения капли.

Оценочные расчеты, использующие данные по размерам капель (для тумана – более 2 мкм), количество капель (до 100 в 1 см³), скорости капель в нижней части облака до 10 м/с, показывают, что для превышения азимутального магнитного поля для осесимметричного потока, образованного током в зоне пинча, над фоновым значением тока в периферийной зоне при значении магнитного поля Земли ($\sim 0,4 \times 10^{-4}$ Тл), в основании пинча (смерча) диаметром 2 метра значение плотности тока должно составлять 0,5 мА/см². По мере удаления от оси симметрии (в ближней зоне от пинча) индукция нарастает линейно с радиусом (пока «работает» расчетная модель).

Формирование θ -пинча происходит следующим образом (рис. 3).

Поток положительных зарядов на своем пути сильнейшим образом ионизует атмосферу, поскольку при потенциале каждой капли, например, порядка

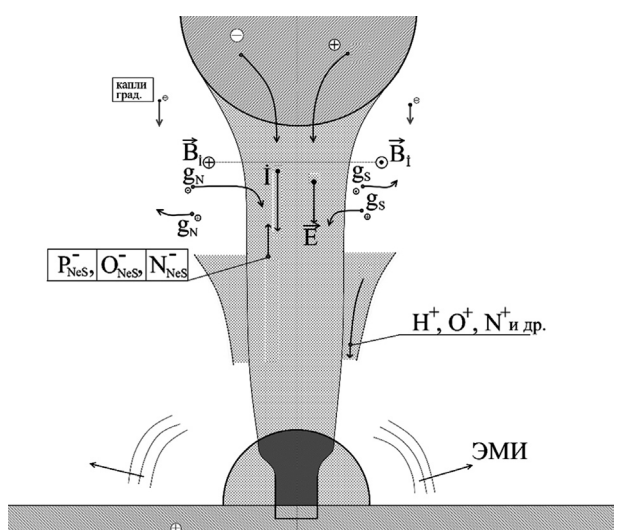


РИС. 3. Схема формирования смерча (пояснения в тексте)

25 кВ, соответствующей высоте (150–200) метров (напряженность поля Земли ~ 130 [В/м]), вокруг капли образуется локальная зона коронного разряда (лавиной ионизации). Это увеличивает проводимость атмосферы в «столбе плазмы», тем более, что при этом вероятно (в рамках рассматриваемой модели) появление кластеров, содержащих магнитные заряды [1]. Потоки ионов образуют азимутальное магнитное поле \vec{B}_I , способное ускорять образуемые в результате ионизации магнитные заряды N и S («северные» и «южные»). Благодаря наличию электрического поля напряженностью E возникает радиальная сила \vec{F}_N , являющаяся центробежной для частиц (предположительно, протонов), имеющих «южный» заряд. Поэтому поток этих частиц сжимается к оси, закручиваясь вокруг нее благодаря силе $\vec{F}_{N\theta}$, значение которой определено формулой ($F_{N\theta} = gH_{\theta}$). С другой стороны, магнитные заряды «северной» полярности испытывают действие силы, направленной от оси. Таким образом, формируется θ -пинч, поскольку траектории магнитных зарядов с «северной» полярностью имеют вид раскручивающихся спиралей, уходящих вверх, а магнитные заряды «северной» полярности движутся по траектории с «закрученной» спиралью, опускаясь вниз. Поток остальных частиц (молекул, атомов и др.) в силу законов газовой динамики имеют внешне вид конуса с вершиной на земле. Важно и то, что общее количество зарядов «южной» полярности увеличивается с уменьшением высоты (расстояния до земли). Это может объясняться накоплением данных частиц с уменьшением высоты столба ионизованного воздуха при приблизительно одинаковой вероятности ионизации по высоте. В то же время количество «северных» полюсов возрастает с высотой по той же причине (если длина пробега ядерно-активных монополей достаточно велика). Таким образом, несмотря на встречный характер азимутального движения полюсов, столб в целом вращается внизу быстрее, чем сверху, что и есть на самом деле.

В таком «столбе» электроны вращаются вместе с остальной плазмой, что еще больше сжимает поток в прианодной зоне.

То, что нижняя часть имеет меньше поперечный размер, чем верхняя, определяет динамику смерча в целом, а именно, вращение в одном (или в двух встречных) направлении. Сила магнитного поля вблизи оси намного больше, т.к. резко возрастает с уменьшением радиуса вращения, однако масса газа существенно меньше. Поток заряженных протонов (и других атомов), а также магнитозаряженных капель увлекает остальные частицы, в том числе, и в верхней части.

Поток электронов из грозового облака на Землю создает азимутальные встречные потоки магнитных зарядов при ионизации среды (gN и gS), которые образуют встречные потоки воздуха, только центральный поток (против часовой стрелки) является более

плотным и увлекает за собой остальных «участников» процесса, т.к. он локализован вблизи оси. Образованные после ионизации кластеры, содержащие ядра водорода, кислорода и азота, объединены электронными оболочками, в целом определяющими их заряд (отрицательный). Они направляются вниз вместе с электронной компонентой. Кластеры обозначены как ρ_{Nes}^- , v_{Nes}^- и N_{Nes}^- [1].

В зоне локализации пинча при соответствующих условиях возможна ядерная реакция, сопровождающаяся генерацией мягкого рентгеновского излучения.

Как известно, основная энергия смерча – энергия вращающегося потока воздуха с пылью и образованными в результате ионизации частицами. При вращении, как очевидно, с практически одинаковой угловой скоростью, смеси газов, осуществляется разделение по фракциям, как в центрифуге для разделения изотопов при получении ядерного горючего. В таком случае наиболее легкие газы (водород) локализованы ближе всего к оси вращения, что говорит о наибольшей концентрации. Если они вращаются достаточно долго, не исключена вероятность синтеза этих атомов, т.е. тепловое энерговыделение. Следуя этой логике, можно предположить и ядерные реакции, тем более, что их продукты фиксируются в лабораторных экспериментах [4].

В основании пинча и смерча создается зона повышенного давления, сопровождающаяся разлетом мелкодисперсной смеси паров воды и пыли, а также продуктов ионизации, что регистрируется видеосъемкой. Избыточное давление может объясняться переходом волны сжатия при попадании заряда капель на поверхность в волну разрежения, достигающую значительных амплитуд (ЭМИ, в том числе акустического диапазона).

Смесь газов с повышенной температурой устремляется вверх по законам гидродинамики и вращается со скоростью до 500 км/ч.

На рис. 4 показано, что вблизи от зоны локализации разряда по траектории, близкой к окружности, движутся плазмиды, которые могут испытывать действие силы азимутального направления.

Доказательством правильности модельных представлений является наличие продуктов ядерных реакций на поверхности образцов, подверженных действию пинчевых разрядов [4].

Еще одним аргументом может явиться уникальный факт проникновения предметов, имеющих хрупкую конструкцию (солоты, щепок) на большую глубину (несколько сантиметров и более) внутрь довольно прочных объектов (доски и т.п.). При этом сами увлеченные потоком воздуха элементы не деформируются. Это может объясняться тем, что данные предметы на значительную глубину (до нескольких долей мм) «пропитаны» слоем магнитных зарядов, являющихся ядерно-активными [4].

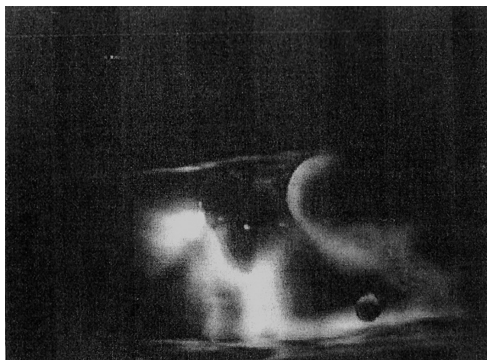


Рис. 4.

Движение образовавшегося при ПРПЖ кластера по касательной мимо оси разряда

Дополнительные доказательства участия магнитных зарядов в пинчевых разрядах получены на лабораторной установке, формирующей ПРПЖ (периодический разряд в потоке жидкости). Суть эксперимента состояла в регистрации наличия воздействия этих зарядов на объекты, находящиеся в зоне разряда и вблизи от нее. В частности, было установлено, что на поверхности диэлектрических пластин, установленных вертикально на расстоянии до 1 м от разряда, обнаруживаются точечные зоны проплавленного вещества (темные точки), за которыми имеются проплавленные зоны такого же размера (50–100 мкм) на металлических покрытиях кремниевых пластин (в частности, на позолоченной поверхности флэш-карты).

Структурный анализ флэш-карты проводился с помощью метода растровой электронной микроскопии (РЭМ) на электронном микроскопе DSM-960 «Ortiox» (Германия) с ускоряющим напряжением 5 и 10 кВ и предельным пространственным разрешением 100 нм (для проводящих образцов). Изображение поверхности формировалось вторичными электронами.

Элементный анализ проводился с помощью метода рентгеновской эмиссионной спектроскопии РЭС на растровом электронном микроскопе DSM-960 «Ortiox» с энергодисперсионным анализатором Amptec (США). Данный метод основан на возбуждении характеристического рентгеновского излучения в исследуемом материале при его облучении быстрыми электронами и позволяет исследовать интегральный элементный состав поверхностных слоев образца (глубина 1 мкм). Пространственное разрешение метода составляет ~1 мкм. Представленные рентгеновские эмиссионные спектры различных участков поверхности образца получены при ускоряющем напряжении электронного пучка 10 и 20 кВ.

Морфология поверхности флэш-карты установленные рентгеновские эмиссионные спектры на рис. 5. Внутри круглого дефекта образованы регулярные индиевые дорожки микронной толщины. Появление ин-

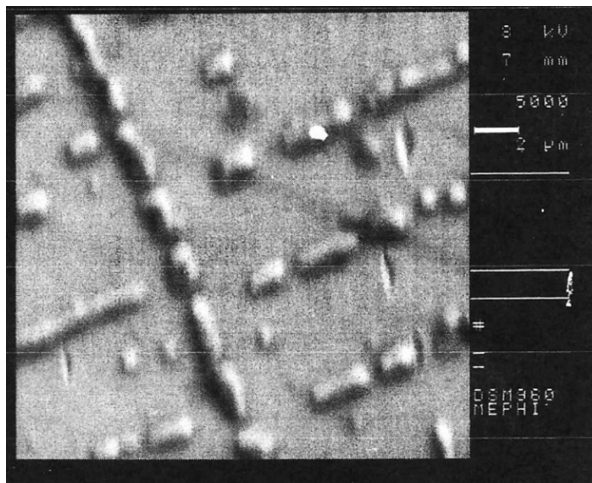


Рис. 5.

Поверхность флэш-карты с «отпечатком» после попадания на нее кластера, предположительно содержащего ядерно-активные элементы (магнитные заряды)

дия в технологических процессах при изготовлении флэш-карты данного типа абсолютно исключено.

Кроме индия, установлены никель, рутений, сурьма, кальций, хлор.

Образование дорожек из отдельных фрагментов типа «палочек», а также крестообразная конфигурация образованных фигур, может объясняться механизмом формирования кластеров, описанным в работе [1]. Суть процесса сводится к взаимодействию идентичных магнитных зарядов противоположной полярности («северных» и «южных»), каждый из которых имеет четное число квантов магнитного потока (2, 4, 6 и т.д.) (рис. 6). При этом возможно образование линейной конфигурации, как показано на рисунке, а также объемной, если число квантов более двух. Каждая пара монополей противоположной полярности объединена электронной «оболочкой», аналогично схеме для фуллеренов (многоатомных молекул-углерода, азота и др.). В процессе объединения монополей в цепочку предельное число электронов на пару монополей составляет 137, как предсказывает квантовая механика [1]. Поэтому в целом данная цепочка имеет отрицательный заряд, тогда как магнитный заряд в цепочке в целом может быть тем или иным, в зависимости от числа монополей (четное и нечетное). При сближении отдельных «палочек» на ближайших концах соседних палочек может наступить момент равновесия между силами притяжения крайних магнитных зарядов и интегральных сил отталкивания за счет кулоновского отталкивания электронных зарядов.

Каждая цепочка магнитно-заряженных «молекул» (или атомов, например, индия и никеля) имеет возможность «обрастать» нейтральными атомами, в соответствии с законами кристаллографии (физики твердого тела).

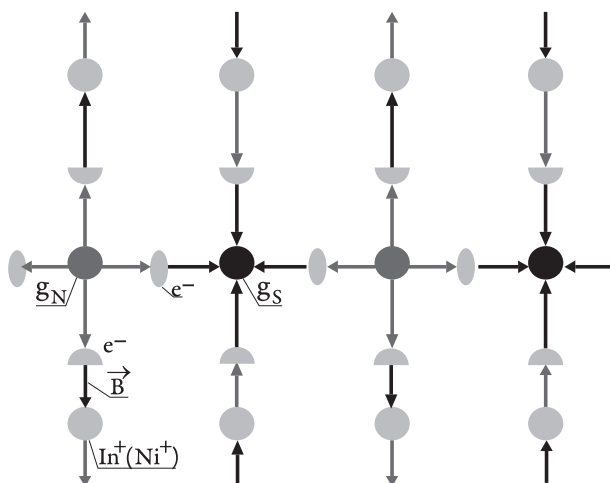


Рис. 6.

Схема, поясняющая структуру «нитей», содержащих цепочку магнитных зарядов чередующейся полярности («север» – «юг»)

Таким образом, образование кластеров с ядерно-активной оболочкой в пинчевых разрядах может иметь теоретическое обоснование. Это указывает на опасность поражения живых организмов при попадании в зону локализации таких пинчей.

Изучение природы таких явлений, как смерч (аналог пинчевого разряда в лаборатории) позволяет подойти к решению проблемы использования колоссальной энергии вращения в установках, сравнительно безопасных по сравнению с ядерными и термоядерными реакторами, хотя и не исключает полностью их участие в процессе.

Самостоятельный интерес представляет вопрос образования в зоне разряда сферических объектов различного диаметра (от 1 мм в диаметре и меньше). Если предположить, что они имеют оболочку в виде сетки по типу рис. 6, то их заряд имеет отрицательное значение (см. выше) и возможно их ускорение, в том числе с частицами внутри оболочки (атомы, ионы). Это своеобразный механизм «коллективного ускорения». Об этом свидетельствуют следы на поверхностях вблизи разряда.

ЛИТЕРАТУРА

1. **БОГДАНОВИЧ Б.Ю., НЕСТЕРОВИЧ А.В.** Механизм структурирования плазмидов в ионизированной газовой среде // Вестник РАЕН. 2022. Т. 22. № 3. С. 77–84.
2. **НЕСТЕРОВИЧ А.В.** Исследование воздействия пинчевых плазмидов в периодическом разряде в потоке жидкости на окружающую среду // Журнал технической физики. 2019. Т. 89. № 9. С. 1344–1351.
3. Сборник статей «Монополю Дирака». Под ред. Б.М. Болотовского, Ю.Д. Усачева. М.: Изд-во Мир, 1970.

4. **NESTEROVICH A.V.** Investigation of the elemental composition of samples after exposure to θ -pinches in the vicinity of periodic discharges in a flow of liquid. В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. IV International Conference «Laser and Plasma Research and Technologies, LaPlas 2018. 2019. С. 012039.

REFERENCES

1. **BOGDANOVICH B.YU., NESTEROVICH A.V.** The mechanism of plasmoid structuring in an ionized gaseous medium. *Vestnik RAEN*. 2022;22;(3):77–84. (In Russian).
2. **NESTEROVICH A.V.** Analysis of Action of Pinch Plasmoids in a Periodic Discharge in a Liquid Flow on Ambient Medium. *Zhurnal tekhnicheskoy fiziki*. 2019;89;(9):1344–1351. DOI <https://doi.org/10.1134/S1063784219090111>. (in Russian).
3. Selected articles “Dirac Monopole”. Editor B.M. Bolotovskiy, Yu.D. Usacheva. Moscow: Mir, 1970. (In Russian).
4. **NESTEROVICH A.V.** Investigation of the elemental composition of samples after exposure to θ -pinches in the vicinity of periodic discharges in a flow of liquid. In Proc.: Journal of Physics: Conference Series. IV International Conference «Laser and Plasma Research and Technologies, LaPlas 2018, 2019:012039.

Богданович Борис Юрьевич,
д.т.н., профессор, зав. НИЛ Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Нестерович Александр Владимирович,
д.ф.-м.н., профессор, зав. НИЛ Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

✉ 115409, г. Москва, Каширское ш., д. 31,
115409, Moscow, Kashirskoe sh., 31,
тел.: +7-916-534-96-30, e-mail: frontlines.07@gmail.com

УДК 664.292

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-23-28

Научная статья

НОВЫЙ СПОСОБ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕКТИНА

М.Н. КокоевКАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Х.М. БЕРБЕКОВА

После повсеместного запрещения применения этилированного бензина во всех странах стала важной задача избавиться от наличия свинца и других токсичных металлов, в том числе от радионуклидов, накопившихся в мегаполисах и прочих населенных пунктах за десятки лет гегемонии на АЗС этилированного бензина и годы ускоренного развития ядерных технологий. Натуральный пектин обладает хорошими комплексообразующими свойствами и способен вывести из организма токсичные тяжелые металлы. В том числе радионуклиды цезия-137 и стронция-90, период полураспада которых около 30 лет. Обсуждается новая технология измельчения растительного сырья, повышающая выход пектина. Дается формула для определения рабочего давления дезинтегратора специальной конструкции.

Ключевые слова: токсичные металлы, цезий-137, стронций-90, производство пектина, дезинтегратор, рабочее давление

ВВЕДЕНИЕ

Некоторые страны во время Второй мировой войны в рацион танкистов включали мармелад. Например, немецким танкистам давали мармелад, изготовленный с применением свекловичного пектина, обладающий наилучшей способностью связывать тяжелые металлы и выводить их из организма. Дело в том, что при стрельбе из танковой пушки, когда открывается казенник, часть продуктов сгорания порохового заряда попадает внутрь боевого отделения: угарный газ, оксиды азота, пары ртути капсюльной втулки и другие токсичные соединения. В то время на танковых пушках не было эжекторов для удаления пороховых газов из боевого отделения. Пектин, обязательно входящий в состав мармелада, полученный из свекловичного жома, обладает наилучшими комплексообразующими свойствами и способен вывести из организма токсичные тяжелые металлы [14]. Это

Original article

A NEW WAY OF GRINDING RAW MATERIALS FOR PECTIN PRODUCTION

M.N. KOKOEVKABARDINO-BALKAR STATE UNIVERSITY
NAMED AFTER H.M. BERBEKOV

After the widespread ban on the use of leaded gasoline in all countries, it became an important task to get rid of the presence of lead and other toxic metals, including radionuclides accumulated in residents of urban areas over decades of prevalence of unhealthy fuels and years of rapid development of nuclear technologies. Natural pectin is a good complexing agent and can remove toxic heavy metals from the body, including radionuclides of cesium-137 and strontium-90, the half-life of which is about 30 years. A new technology for mincing of raw vegetable materials, which increases the yield of pectin, is discussed. A formula is given to determine the operating pressure of a specially designed disintegrator.

KEYWORDS: toxic metals, cesium-137, strontium-90, pectin production, disintegrator, operating pressure

ценное свойство пектина. Сам пектин не усваивается человеком и выводится естественным путем.

Пектин изготавливают из различных типов растительного сырья – из цитрусовых, из яблочных выжимок (сырых и высушенных), из жома сахарной свеклы. Коммерческий пектин за рубежом экстрагируется из цитрусовой цедры, которая содержит примерно 25% пектина и высушенных яблочных выжимок, содержащих примерно 15% пектина [2, 3]. Как предложили сибирские ученые пектин получают даже из коры лиственницы кислотным гидролизом [20]. Спустя много лет в Новосибирске продолжили исследования Г.В. Пермяковой по получению пектина из коры лиственницы. Хорошо, что цена импортного пектина располагала к таким исследованиям, например, в 2008 году цена пектина была 13–14 евро за 1 кг. Поскольку уже много лет производство пектина в России практически отсутствует, получение относительно дешевых пектиновых веществ из коры позволило бы решить в какой-то степени эту проблему [5]. Хотя выход пектина из коры заметно меньше, чем из

традиционного сырья, но избавление от отходов лесопереработки стоит предприятиям гораздо больших дополнительных расходов. Более того, существуют сотни тысяч гектаров яблоневых садов Кубани и Северного Кавказа, часть урожая с которых перерабатывается на соки и плодово-ягодные вина. Поэтому недостатка традиционного сырья для производства пектина не будет.

В декабре 1921 года в США сотрудник фирмы «General Motors» Томас Миджли изобрел этилированный бензин. Чтобы повысить октановое число бензина в него добавляли триэтилсвинец – $Pb(C_2H_5)_4$. В короткое время во всех странах стали применять этилированный бензин, поскольку это увеличивало прибыль нефтяных компаний. Была только одна проблема – токсичные выхлопные газы, с которыми в атмосферу выбрасывался свинец. По прошествии времени ученые обнаружили, что свинец оказался даже в Арктике и Антарктиде. Много позже выяснилось, за широким применением этилированного бензина следовали эпидемии заболеваний сердечной системы, рака, инсульта и задержка в умственном развитии детей [13]. Свинец накапливается в костях, вызывая их постепенное разрушение, концентрируется в печени и почках.

В 2021 г. стал действовать запрет на использование этилированного бензина во всех странах (последний был Алжир). В России этилированный бензин был запрещен в ноябре 2002 г. В настоящее время вместо тетраэтилсвинца используются менее вредные высокооктановые добавки, такие как ферроцен или метилтрет-бутиловый эфир.

ПЕКТИН НЕОБХОДИМ В КАЧЕСТВЕ ПРИРОДНОГО ЭФФЕКТИВНОГО ДЕТОКСИКАНТА

После повсеместного запрещения применения этилированного бензина стала крайне необходимой задача избавиться от наличия свинца и других токсичных металлов, в том числе от радионуклидов, накопившихся в городах и поселках за десятки лет гегемонии на АЗС этилированного бензина и годы ускоренного развития ядерных технологий. За это время произошли катастрофы на Чернобыльской АЭС (1986) и в Японии на АЭС в Фукусиме (2011). В Чернобыле более 500 тысяч человек участвовали в ликвидации последствий аварии. Это не считая более сотни тысяч людей, отселенных из зон заражения [9]. Многие ликвидаторы и отселенные люди были заражены в разной степени радионуклидами, полураспад которых тянется десятки лет. Например, период полураспада цезия-137 более 30 лет, стронция-90 около 29 лет. Осевшая в органах дыхания и попавшая через пищевод радиоактивная пыль, подвергает «внутреннему» облучению жизненно важные органы людей и животных, вызывает тяжелые заболевания. Например, стронций является аналогом кальция и поэтому легко

откадывается в костях. Длительное радиационное воздействие стронция-90 и продуктов его распада поражает костную ткань и костный мозг, что приводит к развитию трудноизлечимых болезней [6].

Сейчас, спустя много лет после аварии на вышеупомянутых АЭС, нет смысла обсуждать заражение короткоживущими изотопами, где наибольшую опасность представляют радиоактивный йод (период полураспада 8 дней), и теллур. Важным остается борьба с долгоживущими радионуклидами, накапливающимися в воде, почве и продуктах питания [17]. В лесной экосистеме цезий-137 постоянно рециркулирует, не выходясь из нее, уровни загрязнения лесных продуктов (грибов и ягод) остаются опасными. Уровень загрязнения в некоторых «замкнутых» озерах, из которых нет стока, концентрация цезия в воде и рыбе в течение следующих десятилетий может представлять опасность.

Наиболее важными свойствами пектиновых веществ, используемых в пищевой промышленности, являются желирующие и комплексообразующие способности, благодаря которым связываются тяжелые металлы. Потребление пектиновых веществ в России в пищевой промышленности по разным исследованиям оценивается в 12000–15000 тонн [18]. Этого количества импортируемого пектина для целей детоксикации от тяжелых металлов и радионуклидов совершенно недостаточно [15]. Много лет назад основными поставщиками пектинов на мировом рынке были – Herbstreith&Fox KG и Pomosin GmbH (Германия), Copenhagen pectin A.S. (Дания), New Foods Industry SPA (Италия), Obipektin A.G. (Швейцария), Sapa Dafa Associes (Франция) [4], а сейчас пектин поставляют в Россию многие китайские фирмы.

Ключевые патенты и современные технологические регламенты производства пектина лидеров мировых производителей недоступны. По количеству научно-исследовательских работ и публикаций в сфере технологии пектина, а также полученных патентов на изобретения, лидирует Китай. Следом идут США, Индия, Франция, Испания, ФРГ и другие страны ЕС. Замыкает список стран Россия. Большая потребность в пектиновых веществах, как природных детоксикантах для людей, проживающих в неблагоприятных экологических условиях, а также имеющих историю аварий на ядерных объектах, требует организации и расширения производства их на территории РФ. Тем более растительного сырья, кроме цитрусовых, в России достаточно.

ВОЗМОЖНЫЙ СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕКТИНА

Производство пектина предусматривает по традиционной технологии следующие этапы: подготовку сырья, главным из которых считают измельчение; кислотный гидролиз протопектина; экстрагирование пек-

тина из ткани сырья в воду; очистку и концентрирование пектинового экстракта. Затем следует спиртовое выделение пектина из экстракта в виде коагулята, его сушку и стандартизацию. Чтобы вернуть в производство этиловый спирт, ведут процесс регенерации отработанных спиртов. Технологический цикл заканчивается нейтрализацией кислых сред, обезвоживанием твердых отходов и очисткой стоков пектинового производства.

Экономически рентабельным может быть очень крупное производство пектина с максимальным выходом целевого продукта. Выполнение этого требования желательнее вследствие больших капитальных затрат на кислотостойкое оборудование: емкости, насосы, трубопроводы и дистанционные задвижки с электроприводом, фильтры, контрольно-измерительные приборы (датчики температуры, уровня жидкости и кислотности среды) и автоматику, а также больших расходов на содержание зданий и сооружений, включая дорогостоящее очистное хозяйство.

Значительное влияние на выход пектина и его качество имеют такие факторы, как вид применяемой кислоты, рН среды, температура и продолжительность экстрагирования. Существует взаимосвязь этих параметров. Так, некоторые авторы [16] использовали различные условия экстракции пектина, изменяя рН среды, температуру и время гидролиза – от 20 мин до 12 ч. Установлено, что с увеличением времени экстрагирования, температуру реакционной среды целесообразно снижать до 70–80° С. Однако при температуре выше 50° С и понижении рН до 1,0 происходит значительный гидролиз гликозидных связей, в результате чего получается пектин с низкой молекулярной массой и, как следствие, худшей желирующей способностью. Желирующая способность – важнейший технологический показатель пектина в пищевой промышленности. Улучшение технологической схемы способа выделения пектина делает возможным получение высокомолекулярного продукта. Со снижением температуры и кислотности среды, а также уменьшении времени экстракции, повышается качество получаемого пектина [10].

Иногда на первом этапе применяется способ, в котором измельчение сырья производится в жидкой среде в роторном дезинтеграторе. В таких дезинтеграторах скорость соударения измельчаемого материала с рабочими элементами аппарата не превышает 60–80 м/с, что для разрушения большого количества клеток растительного сырья недостаточно [12]. Существуют более быстроходные дезинтеграторы. Однако их используют преимущественно для измельчения сухих веществ, так как мощность для привода дезинтегратора для работы в жидкой среде нелинейно растёт вследствие гидродинамических потерь.

Известен двухстадийный способ измельчения. В этом способе, после предварительного измельчения

растительного материала, его подвергают дополнительному измельчению в гидроакустическом дезинтеграторе. Поскольку процесс измельчения ведется в жидкости, там же одновременно происходит гидролиз и экстрагирование пектиновых веществ [8]. В гидроакустическом дезинтеграторе измельчение сырья происходит под действием кавитации, порождаемой ультразвуковыми колебаниями. Недостаток гидроакустического дезинтегратора заключается в относительно небольшой производительности и непостоянстве достигаемого результата. При стремлении повысить интенсивность ультразвука, излучаемого в жидкость, происходит снижение акустического сопротивления среды, что препятствует эффективной передаче увеличенной мощности на излучатель. Плотность подводимой звуковой энергии ограничивается также мощностью используемых высокочастотных генераторов и излучателей ультразвука [7]. Воздействие ультразвука на материал происходит с разной эффективностью, что зависит от характерных размеров разрушаемых объектов, а также от акустических свойств сырья и рабочей жидкости.

Повысить выход пектина высокого качества можно, изменив технологию измельчения сырья. Дело в том, что оболочка клетки растительного сырья, независимо от его вида, состоит из высокомолекулярных полисахаридов – пектина, гемицеллюлозы и целлюлозы. Целлюлозные микрофибриллы оболочки, выполняющие роль эластичной арматурной сетки, погружены в аморфное вещество, состоящее в основном из нерастворимых пектиновых веществ. Поэтому для увеличения выхода пектина следует разрушить не только целостность клетки, но также ее оболочку, в которой заключена значительная часть пектина. Если добиться более полного разрушения оболочек клеток сырья, то это увеличит выход пектина и сократит время экстракции. Кроме того, это позволит понизить температуру и кислотность среды экстракции (рис. 1).

Предложено технологию изменить так, что после предварительного измельчения сырья в дезинтеграторе, полученную пульпу с помощью насоса высокого давления направляют в виде компактной струи через сопло на твердую преграду, тогда клетки растительного сырья разрываются от давления внутриклеточной среды в момент удара о твердую преграду (турбинные лопатки) [11].

Модернизированный дезинтегратор для измельчения сырья, который показан на рисунке, выполнен в виде двухроторного дезинтегратора 1, приводы которого устроены как две однодисковые гидравлические турбины 2, расположенные слева и справа от дезинтегратора. На турбинных дисках закреплены лопатки 9. На лопатки через сопла 8 подают под высоким давлением пульпу в виде предварительно измельченного и отфильтрованного сырья. Турбинные лопатки для

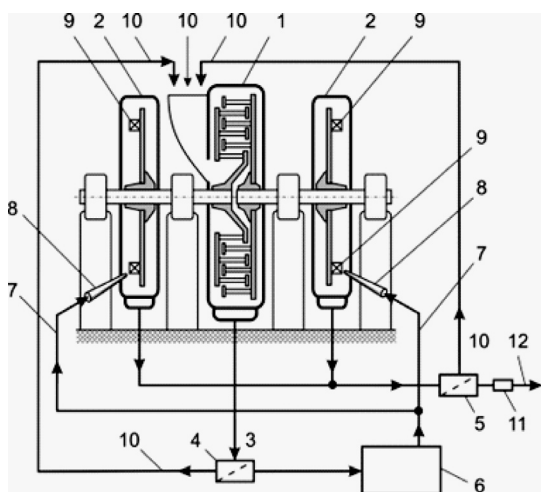


Рис. 1.

Дезинтегратор для увеличения выхода пектина: 1 – двухроторный дезинтегратор, 2 – корпус турбины, 3 – выход пульпы из дезинтегратора, 4 и 5 – фильтры, 6 – насос высокого давления, 7 – трубопровод для подачи пульпы в сопла, 8 – сопла, 9 – турбинные лопатки, 10 – трубопроводы для возврата задержанных фильтрами крупных частиц сырья в дезинтегратор, 11 – регулируемый дроссель, 12 – трубопровод для подачи пульпы на дальнейшую переработку

привода роторов дезинтегратора выполнены с шероховатой рабочей поверхностью.

Таким образом, источником энергии работы двухроторного дезинтегратора является насос высокого давления. Перед отдачей дезинтегратору своей кинетической энергии высокоскоростные струи пульпы совершают полезную работу по разрушению оболочек клеток растительного сырья.

Скорость V удара струи пульпы о турбинную лопатку задают в соответствии с выражением:

$$V \geq k \times \sqrt{\frac{12\sigma\delta\varepsilon}{\rho d}} + V^*, \quad (1)$$

где σ – временная прочность на разрыв целлюлозной части оболочки клетки, δ – толщина целлюлозных слоев оболочки, ε – относительное удлинение при разрыве, d – минимальный поперечный размер клетки, ρ плотность внутриклеточной среды, V^* – окружная скорость турбинных лопаток, k – поправочный коэффициент, учитывающий отличие параметров реального удара от теоретического, равный 1,1...1,2.

Прочность целлюлозных волокон (микрофибрилл) в оболочке клетки относительно велика. Так, у некоторых растений, растущих на засоленных почвах (галофиты), разница между внутренним и внешним давлением клеток (тургор) может достигать 50 и даже 100 атмосфер. Конечно, цитрусовые и яблоневые не растут на засоленных почвах, у них внутреннее давление в клетках достигает 5–10 атмосфер. Прочность целлюлозных микрофибрилл довольно высока, чтобы их разрушить нужно соблюсти два основных условия:

а) клетки растительного сырья должны быть "напитаны" жидкостью (только для сухого сырья); б) скорость удара пульпы о турбинную лопатку должна быть не меньше определяемой по формуле (1).

Расчет по (1), произведенный нами, показал, чтобы разрушить оболочку клетки при средней прочности целлюлозного волокна [4, 18] и прочих усредненных параметрах, требуется скорость удара пульпы о турбинную лопатку 150–200 м/с. Указанную скорость может обеспечить насос с рабочим давлением 15...25 МПа. Учитывая, что сырье для производства пектина бывает различным, с большими колебаниями физико-механических свойств растительной клетки, интервал рабочих давлений нужно расширить. Какой насос высокого давления нужно подбирать зависит от вида растительного сырья, от его состояния (свежее или сухое) и от требуемой производительности цеха по производству пектина. Зная вид используемого сырья и производительность проектируемого цеха по пектину, можно выбрать для модернизированного дезинтегратора насос высокого давления, проведя НИОКР.

Выводы:

1. Оболочка клетки растительного сырья состоит из высокомолекулярных полисахаридов – пектина, гемицеллюлозы и целлюлозы. Целлюлозные микрофибриллы оболочки погружены в аморфное вещество, состоящее в основном из нерастворимых пектиновых веществ. Поэтому для увеличения выхода пектина следует разрушить оболочку клетки, в которой заключена значительная часть пектина. Это позволит уменьшить время экстракции. Кроме того, это даст возможность понизить температуру и кислотность экстрагента, что способствует увеличению выхода высокомолекулярного пектина.

2. Для увеличения производства пектина высокого качества делают так: после предварительного измельчения сырья в дезинтеграторе полученную пульпу с помощью насоса высокого давления направляют в виде компактной струи через сопла на турбинные лопатки (однодисковые турбины одновременно являются приводом двухроторного дезинтегратора). В момент удара клетки растительного сырья разрываются от давления внутриклеточной жидкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 840043 СССР, МКИ С 08 В 37/06. Опубл. 23.06.81.
2. Бобылькова О.М., Егорова О.А., Лях К.С. Анализ тенденций развития исследований пектина при переходе к VI технологическому укладу // Труды XII Евразийского научного форума. 2020. С. 125–132.
3. Грабишин А.С. О некоторых особенностях технологий производства пектина. <https://cyberleninka>.

- ru/article/n/o-nekotoryh-osobennostyah-tehnologiy-proizvodstva-pektina/viewer (дата обращения 02.08.2023).
4. **ДЕРНОВ А.И., ДЬЯКОВА Е.В., ГУРЬЕВ А.В.** О прочности целлюлозных волокон. Прямые методы испытаний. 2012. <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-prochnosti-tsellyuloznyh-voikon-pryamyemetody-ispytaniy/viewer> (дата обращения 20.06.2023).
 5. **ЕФРЕМОВ А.А., КОНДРАТЮК Т.А.** Выделение пектина из нетрадиционного растительного сырья и применение его в кондитерском производстве // Химия растительного сырья. 8. №4. С. 171–176.
 6. **ИЛЬИНА И.А.** Научные основы технологии модифицированных пектинов. Краснодар, 2001. 256 с.
 7. **МАЙКЛ УОЛШ.** По следам 20-летней кампании избавления мира от этилированного топлива. 2021. <https://www.unep.org/ru/novosti-i-istorii/istoriya/po-sledam-20-letney-kampanii-izbavleniya-mira-ot-etilirovannogo-topliva#> (дата обращения 20.06.2023).
 8. **ОВСЯННИКОВА Л.М. и др.** Итоги оценки медицинских аварий на Чернобыльской АЭС / Тезисы докладов научно-практической конференции. Киев. 1991. С. 164–165.
 9. Основы расчета и конструирования машин и автоматов пищевых производств / Под ред. Соколова А.Я. М.: Машиностроение. 1969. 637 с.
 10. Патент РФ N 2066962. A23L1/0524, C08B37/06. Оpubl. 27.09.1996.
 11. Патент РФ N 2415607. МПК A23L 1/0524, C2. Оpubl. 2011.04.10
 12. **ПЕРМЯКОВА Г.В.** Пектин из коры лиственницы // Изучение и пути использования древесной коры. 1985. С. 80–82.
 13. **РОГОВ И.С., ЗАЙЦЕВА Л.В., ФУРМАНОВА И.Б. и др.** Интенсификация процесса гидролиза растительного сырья методами дезинтеграции / Тезисы докладов 6-го Всесоюзного семинара. Таллинн: НПО «Дезинтегратор». 1989. С. 121–123.
 14. **СОБОЛЬ И.В., РОДИОНОВА А.Я., БАРЫШЕВА И.Н.** Изучение возможности получения пектиновых экстрактов высокой чистоты // Научный журнал КубГАУ. 2016. №123(09). С. 54–59.
 15. Справочник по товароведению продовольственных товаров / под ред. Т.Г. Родиной. М., 2003. 608 с.
 16. **ЯБЛОКОВ А.В., НЕСТЕРЕНКО В.Б., НЕСТЕРЕНКО А.В.** Чернобыль: последствия катастрофы для человека и природы. СПб. 2007. 376 с.
 17. **MARPLES D.R.** Chernobyl: a Reassessment. // Eurasian Geography and Economics. 2004. Vol. 45, Issue 8, P. 588–607.
 18. **FURUKAWA I., SAIKI H., HARADA H.** A micro tensile-testing method for single wood fiber in a scanning electron microscope // Journal of Electron Microscopy. 1974. Vol. 23, N 2. P. 89–97.
 19. **VALET R., SCHOON A.** Herstellung und Anwendung von Handelspektin // Internationale Zeitschrift fur LebensmittelTechnologie und Verfahrenstechnik. 1983. №3.
 20. **WALTER R.H. ET AL.** The Chemistry and Technology of Pectin. Academic Press Inc., Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, 1991. 448 p.

REFERENCES

1. A.s. 840043 SSSR, MKI S 08 V 37/06. Opubl. 23.06.81. (In Russian).
2. **BOBYLKOVA O.M., EGOROVA O.A., LIAKH K.S.** Analysis of trends in the development of pectin research in the transition to the VI technological paradigm. *Trudy III Evrazijskogo nauchnogo foruma.* 2020:125–132. (In Russian).
3. **GRABISHIN A.S.** O nekotoryh osobennostyah tekhnologij proizvodstva pektina. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-nekotoryh-osobennostyah-tehnologiy-proizvodstva-pektina/viewer> (Accessed 20.06.2023). (In Russian).
4. **DERNOV A.I., DYAKOVA E.V., GURJEV A.V.** On the strength of cellulose fibers. Direct test methods. 2012.] <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-prochnosti-tsellyuloznyh-voikon-pryamyemetody-ispytaniy/viewer> (Accessed 20.06.2023). (In Russian).
5. **EFREMOV A.A., KONDRATYUK T.A.** Isolation of pectin from non-traditional vegetable raw materials and its use in confectionery production. *Khimiya.rastitel'nogo proizvodstva.* 2008;4:171–176. (In Russian).
6. **ILYINA I.A.** Scientific bases of modified pectin technology. Krasnodar, 2001:256. (In Russian).
7. **MAJKL UOLSH.** Po sledam 20-letney kampanii izbavleniya mira ot etilirovannogo topliva. 2021. [Michael Walsh. In the wake of a 20-year campaign to rid the world of leaded fuel. 2021.] <https://www.unep.org/ru/novosti-i-istorii/istoriya/po-sledam-20-letney-kampanii-izbavleniya-mira-ot-etilirovannogo-topliva#> (Accessed 20.06.2023). (In Russian).
8. **OVSYANNIKOVA L.M. ET. AL./**The results of the assessment of medical accidents at the Chernobyl nuclear power plant / Abstracts of the scientific-practical conference. Kyiv. 1991:164–165. (In Russian).
9. Fundamentals of calculation and design of machines and automatic food production. Ed. Sokolova A.Ya. Moscow. Engineering. 1969:637. (In Russian).
10. Patent RF N 2066962. A23L1/0524, C08B37/06. Opubl. 27.09.1996. (In Russian).
11. Patent RF N 2415607. МПК A23L 1/0524, S2. Opubl. 2011.04.10. (In Russian).
12. **PERMYAKOVA G.V.** Pectin from larch bark // Study and ways of using wood bark. 1985:80–82. (In Russian).
13. **ROGOV I.S., ZAITSEVA L.V., FURMANOVA I.B. ET. AL.** Intensification of the process of hydrolysis of plant raw materials by disintegration methods / Abstracts of

- the 6th All-Union Seminar. Tallinn: NPO Disintegrator. 1989:121–123. (In Russian).
14. SOBOL I.V., RODIONOVA L.YA., BARYSHEVA I.N. Studying the possibility of obtaining pectin extracts of high purity. *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2016;123(09):54–59. (In Russian).
 15. Handbook of commodity science of food products / ed. T.G. Motherland. Moscow. 2003:608. (In Russian).
 16. YABLOKOV A.V., NESTERENKO V.B., NESTERENKO AV. Chernobyl: consequences of the catastrophe for man and nature. Saint Petersburg. 2007:376. (In Russian).
 17. MARPLES D.R. Chernobyl: a Reassessment. *Yevraziyskaya geografiya i ekonomika*. 2004;45,8:588–607.
 18. FURUKAWA I., SAIKI H., HARADA H. A micro tensile-testing method for single wood fiber in a scanning electron microscope. *Zhurnal elektronnoy mikroskopii*. 1974;23;2:89–97.
 19. VALET R., SCHOON A. Herstellung und Anwendung von Handelspektin. *Mezhdunarodnyy zhurnal pishchevykh tekhnologiy i tekhnologicheskikh protsessov*. 1983;3.
 20. WALTER R.H. ET AL. The Chemistry and Technology of Pectin. Academic Press Inc., Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, 1991:448.

Кокоев Мухамед Нурғалиевич,
д.т.н., профессор кафедры строительного производства
Кабардино-Балкарского государственного университета
им. Х.М. Бербекова

☎ 360004, КБР, г. Нальчик, ул. Чернышевского, д. 173,
360004, KBR, Nalchik, st. Chernyshevsky, 173
e-mail: kbagrostroy@yandex.ru

УДК 338.242

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-29-36

Научная статья

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АГРАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**И.В. ВАСИЛЬЕВА¹, Е.Е. МОЖАЕВ²,
А.Н. ИДРИСОВ³**¹ РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ЗАОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ,
Г. БАЛАШИХА² ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
РУКОВОДЯЩИХ КАДРОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ,
Г. БАЛАШИХА³ РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ КАДРОВОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ АПК, Г. МОСКВА

В статье рассматриваются перспективные направления использования цифровых технологий в деятельности аграрных предприятий. Изучены теоретические и практические основы инновационно-цифрового развития аграрной экономики в условиях информационно-технологических вызовов современности. Исследованы особенности использования определенных информационных систем и технологий в агробизнесе. Приведено влияние цифровых технологий на эффективность функционирования сельскохозяйственных предприятий. Рассмотрены наиболее известные в отечественном агробизнесе интернет-платформы, маркетплейсы, на которых осуществляется взаимодействие между агропроизводителями и потребителями сельскохозяйственной продукции. Приведены популярные информационные системы и технологии, используемые в агробизнесе. Установлено, что использование цифровых технологий в аграрных предприятиях позволит качественно хранить большой массив данных, проводить анализ полученных результатов, на основании чего принимать обоснованные решения, способствующие минимизации затрат, максимизации прибыли и повышению конкурентоспособности сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: цифровые технологии; информационные технологии в сельском хозяйстве; аграрные предприятия

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях в аграрном секторе экономики страны наблюдается значительный спрос на новейшие информационные технологии. Со стремительным развитием научно-технического прогресса

Original article

THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE ACTIVITIES OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

**I.V. VASILYEVA¹,
E.E. MOZHAEV², A.N. IDRISOV³**¹ RUSSIAN STATE AGRARIAN
CORRESPONDENCE UNIVERSITY, BALASHIKHA² INSTITUTE FOR ADVANCED TRAINING OF
MANAGERS AND SPECIALISTS, BALASHIKHA³ RUSSIAN ACADEMY OF PERSONNEL SUPPORT
OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX, MOSCOW

The article discusses promising areas of the use of digital technologies in the activities of agricultural enterprises. The theoretical and practical foundations of innovative and digital development of the agrarian economy in the conditions of information and technological challenges of our time are studied. The features of the use of certain information systems and technologies in agribusiness are investigated. The influence of digital technologies on the efficiency of agricultural enterprises is given. The most well-known Internet platforms and marketplaces in the domestic agribusiness, on which interaction between agricultural producers and consumers of agricultural products is carried out, are considered. Popular information systems and technologies used in agribusiness are given. It is established that the use of digital technologies in agricultural enterprises will allow to store a large array of data qualitatively, analyze the results obtained, on the basis of which to make informed decisions that help minimize costs, maximize profits and increase the competitiveness of agricultural production.

KEYWORDS: digital technologies; information technologies in agriculture; agricultural enterprises

все больше возрастает потребность агропроизводителей в современных научных разработках по диджитализации управления сельскохозяйственным производством. В процессе адаптации агропредприятий к происходящим изменениям в политико-правовой, экономической и технико-технологической сферах внешней среды возникает настоятельная потребность в разработке и внедрении стратегий развития иннова-

ционной деятельности предприятий, базирующихся на предпосылках инновационно-цифрового развития аграрной экономики в условиях информационно-технологических вызовов.

На сегодня повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции, укрепление позиций на рынке должно происходить на основании цифровизации агропродовольственного сектора, что значительно изменит структуру рынка труда и характер работы. На основании результатов, полученных с помощью информационных технологий, возможно получить весьма вероятные выводы относительно реальных процессов, которые происходят в деятельности агропредприятий и принять оптимальное управленческое решение. В этих условиях разработка направлений цифровой трансформации агробизнеса и изучение особенностей использования цифровых технологий с целью улучшения управления бизнес-процессами производственно-экономической и сбытовой деятельности агропредприятий и обуславливает проблематику и актуальность статьи.

Учитывая скорость внедрения научно-технических разработок по цифровой трансформации агробизнеса, недостаточная изученность процесса использования инновационных технологий диджитализации сельскохозяйственного производства при осуществлении производственно-экономической деятельности аграрных предприятий в условиях кризиса обуславливает необходимость в проведении дальнейших теоретических и практических исследований.

Целью статьи является исследование особенностей и перспектив использования цифровых технологий в деятельности аграрных предприятий и изучение процесса адаптации инновационных решений по диджитализации ведения сельскохозяйственного производства в соответствии с российскими условиями хозяйствования. Цифровые технологии мы рассматриваем как частное по отношению к понятию информационные технологии.

Внедрение технологических инноваций при управлении бизнес-процессами аграрных предприятий трансформирует способ ведения сельскохозяйственного производства. Основываясь на исследовании новых технологий в аграрном секторе, а также применении искусственного интеллекта в работе предприятий, аграрный бизнес превращается в дело, которое требует максимальной точности и своевременности данных. Рост цифровых технологий в сельском хозяйстве открывает множество стратегических возможностей для агротоваропроизводителей от высокоскоростного сбора и анализа большого объема данных к принятию обоснованных, критически важных и своевременных решений.

Цифровое сельское хозяйство позволяет создать системы, для которых будут характерны прогнозируемость, высокий уровень производительности,

способность быстро адаптироваться к изменениям, что будет способствовать повышению уровня продовольственной безопасности, а также устойчивости и доходности агропредприятий. Следует отметить, что использование цифровых технологий в сельском хозяйстве за счет повышения производительности, эффективного потребления ресурсов, применения рыночных возможностей, расширения коммуникаций, оптимизации использования ресурсов и адаптации к климатическим изменениям способно обеспечить получение экономических, социально-культурных и экологических благ.

Вместе с тем, получение потенциальных выгод от цифровизации сельского хозяйства требует существенной трансформации в производственных, маркетинговых, логистических и других бизнес-процессах агропредприятий. Кроме этого произойдут изменения в сельской экономике, социальной инфраструктуре, а также в управлении природными ресурсами. Итак, внедрение цифровых технологий требует системного подхода, в частности, и на уровне государства.

Установлено, что использование цифровых технологий в сельскохозяйственных предприятиях должно соответствовать определенным условиям:

1) компьютерная грамотность, образование в сфере ИТ, финансовая обеспеченность, государственные программы по поддержке цифровых стратегий и государственные онлайн платформы цифрового сельского хозяйства;

2) использование Интернета, сетевого покрытия, мобильных телефонов и социальных сетей, навыки работы с цифровыми технологиями, поддержка культуры предпринимательства и инноваций сферы АПК (бизнес-инкубаторы, хабаты, программы обучения и т. п.) [1].

Наряду с базовыми условиями существуют и такие факторы, способствующие цифровизации агропредприятий, а именно:

– применение агропредприятиями услуг служб распространения сельскохозяйственных знаний по Интернет-осведомленности, мобильной связи и социальным сетям;

– наличие у сельских жителей навыков владения цифровыми технологиями;

– культурная среда, побуждающая агропредпринимателей к внедрению диджитализации и других инноваций [2].

Следует отметить, что для мелких фермерских хозяйств использование цифровых технологий предоставляет значительные преимущества в отношении экспансии по связям с поставщиками, потребителями, доступу к информации, возможности найма талантливых работников, формированию стратегических партнерских механизмов, доступу к образовательным, финансовым, юридическим услугам поддержки и тому подобное.

В то же время, существуют проблемы по внедрению цифровых технологий в деятельности агропредприятий, а именно: неразвитое сетевое покрытие, плохое владение работниками компьютерными программами, отсутствие единой онлайн платформы, стандартизации и совместимости технологий обмена данными, что значительно ограничивает возможность применения аграрных приложений и использования социальных сетей по поддержке агросектора и обмена информацией между фермерами. К тому же возможности адаптации технологий ограничены, когда совместное использование сельскохозяйственной техники различных марок становится невозможным, фермеры вынуждены принимать решение о покупке определенной марки и тратить существенные средства. При условии функционирования независимой агроконсалтинговой онлайн поддержки такие вопросы решались бы оптимальным для всех сторон путем.

Отметим и проблемы сокращения доли сельского населения через миграционные процессы, а также ограниченные возможности по их бесплатному обучению и дальнейшему трудоустройству с получением, в перспективе, высокой заработной платы. Наблюдается отсутствие, прежде всего, институциональной поддержки направления диджитализации сельского хозяйства. В агропредприятиях в сельской местности в реалиях плохо функционирует или отсутствует сетевое покрытие, доступ к Интернету и электрообеспечение, возникает проблема финансовой доступности цифровых технологий, все еще остается низкий уровень владения компьютерными программами у сельскохозяйственных работников и тому подобное [3].

В отношении компьютерной грамотности персонала агропредприятий, следует отметить уместность содействия руководителями сельскохозяйственных предприятий получению специализированных знаний их работниками, возможность предоставлять участие в программах обучения специалистам соответствующего профиля. Отметим, что молодежь, выпускники аграрных учреждений высшего образования получают определенные, но достаточно ограниченные, знания по информационным системам и технологиям, в то же время они имеют потенциал по генерации инновационных идей в агробизнесе. Поэтому в учебные программы следует включать более основательный контент по обучению работе с цифровыми агротехнологиями не только в теории, но и на практике.

Следовательно, для повышения знаний и умений работников аграрных предприятий по внедрению цифровых технологий целесообразно использовать современную модель обучения. С целью повышения уровня заинтересованности в использовании цифровых технологий в АПК учеными предлагается использовать следующие составляющие: общественные связи, которые включают новости, информацию об аграрной деятельности, форумы взаимодействия с государственными

органами, юристами, организациями; электронное обучение, где люди могут получить или повысить свой уровень по вопросам сельского хозяйства; сопровождение проблем производителя от перспективного планирования (бизнес-планирования) до сбыта и реализации ежедневных операций; предоставление консультационных услуг; сопровождение научных разработок и исследований; использование Web-технологий и сети Интернет, так как они дают уникальные возможности доступа к информации и реализации интерактивного дистанционного обучения и консультирования [4].

Кроме этого, существуют различные сервисы, сайты, мероприятия, которые предоставляют информацию о современном цифровом мире и помогают повысить аграрный IQ. Наиболее распространенным вариантом восполнения недостатка из профессиональной информации и знаний является прохождение онлайн-курсов. В сети Интернет можно выбрать удобную платформу для дистанционного обучения. Примером таких веб-сайтов для прохождения аграрных курсов является [5]:

1) asadagro.ru – сельскохозяйственная академия – онлайн образование: создана для решения актуальных проблем существующей образовательной системы с целью помощи молодым специалистам получить те знания, которые им необходимы для успешного трудоустройства и продуктивной работы;

2) agrobook.ru – профессиональная сеть фермеров и людей агробизнеса, онлайн курсы для фермеров;

3) agrarum.ru – онлайн курсы: получение новых знаний, эффективных технологий и бесценного практического опыта и рекомендаций от специалистов, посвятивших себя изучению и работе с землей.

Также, чрезвычайную актуальность приобретают аграрные онлайн-игры и симуляторы, такие как:

1) FarmForesight – инструмент для планирования агробизнеса, который имеет программное обеспечение, которое моделирует бизнес-процесс аграрного производства;

2) Farming Simulator – серия видеоигр с имитацией сельского хозяйства;

3) Pure Farming – симулятор «фермера», в котором можно заниматься сельским хозяйством, строить фермы, выращивать растения и т.д. в разных городах Америки и Европы [7, 8].

В перечне ключевых компетенций цифровой экономики, разрабатываемом на основании данных АНО «Университет национальной технологической инициативы 2035», выделены 5 блоков компетентностей:

1. коммуникация и кооперация в цифровой среде, предполагающая решать жизненные и профессиональные задачи в сотрудничестве с разными людьми посредством цифровых технологий;

2. саморазвитие в условиях неопределенности – способность сознательно приобретать навыки и применять их для своего развития;

3. креативное мышление – способность человека к инновациям, производству новых знаний и извлечению пользы из этих новых знаний для решения задач цифровой экономики;

4. управление информацией и данными – способность человека искать нужные источники информации и данные, анализировать, обрабатывать информацию с использованием цифровых средств с целью эффективного её использования;

5. критическое мышление в цифровой среде – способность человека независимо оценивать ценность и актуальность полученной информации.

Для формирования у обучающихся цифровых компетенций, требуемых в эпоху цифровой экономики, стоит выделить следующие образовательные технологии и подходы:

– постепенный отказ от классической формы передачи знаний в форме лекций и переход на онлайн платформы. Здесь образовательные учреждения могут использовать собственные разработки онлайн курсов или воспользоваться сторонними; при такой форме трансляции знаний необходимы новые разработки в области психологии мотивации студентов к самостоятельному обучению;

– практические и лабораторные занятия следует проводить в мини-группах, при этом практики, желательно, использовать в виде проектной формы обучения, в процессе практического обучения решать реальные задачи из области производства, бизнеса и разработки технологий;

– внедрение игровых и соревновательных форм в процесс обучения. Ярким примером являются хакатоны – формы групповой работы, в процессе которой в условиях ограниченного времени и ресурсов решается какая-либо проблема;

– создание индивидуальных траекторий обучения, рассчитанных на умственное, физическое и психоэмоциональное развитие обучающегося [2].

Таким образом, создание системы информационной поддержки агропроизводителей на основе современных компьютерных и мобильных технологий должно основываться на компьютеризации сельскохозяйственных предприятий, обучении и повышении квалификации сельскохозяйственных работников, создании системной базы, а в перспективе – формировании единого информационного пространства агробизнеса.

Учитывая это, уместным является также формирование экосистем агропредпринимателей с помощью электронных порталов и цифровых сервисов, которые бы имели приложения в отношении определенных маркетплейсов, снабжения, сбыта, наличия технологических ресурсов, рынка трудовых ресурсов, специализирующихся на использовании цифровых агротехнологий и тому подобное. В России в некоторых регионах ассоциация фермеров уже работает на

базе разработанных электронных платформ по продаже и покупке сельскохозяйственной продукции.

Отметим, что открытые рынки или Marketplace – это электронная площадка, на которой агропроизводители и потребители сельскохозяйственной продукции общаются без посредников. В России они заработали, как ответ на вызов эпидемии COVID-19 и ее последствий. В то время много мелких агропроизводителей оказались в сложной ситуации, не имея возможности реализовать собственно выращенную продукцию на рынках и ярмарках. В то же время, жители городов покупали продовольственную продукцию только в магазинах и супермаркетах, не имея возможности заказывать ее онлайн у других агропроизводителей, подвергаясь опасности заболеть. Итак, Marketplace предоставляет уникальную возможность сельскохозяйственным производителям – иметь альтернативные способы и рынки сбыта своей продукции, а потребителям данной продукции – осуществлять покупки не выходя из дома. Именно растущий спрос на онлайн торговлю агропродукцией в период карантина во время пандемии стал импульсом для создания оптимизированных платформ электронной коммерции или маркетплейсов [9, 10].

Рассмотрим наиболее известные в отечественном агробизнесе Интернет-платформы, на которых осуществляется электронное взаимодействие между агропроизводителями и потребителями агропродукции (табл. 1).

Таким образом, основным назначением электронных агрорынков и приложений является предоставление всем участникам рынка прозрачной информации и единого инструмента влияния на рыночные цены. Кроме указанных интернет-платформ агробизнеса существуют и другие.

Вместе с тем, в отечественном агробизнесе все еще остаются в стадии доработки такие направления, как:

1) маркетплейс, связывающий ресторанный бизнес с фермерами и инфраструктурой хранения продукции;

2) электронная платформа, связывающая оптовых покупателей с производителями по всему миру и логистических операторов;

3) маркетплейс, который позволяет мелким агропроизводителям, фермерским хозяйствам презентовать собственную сельскохозяйственную продукцию на сайте;

4) торговая площадка, которая напрямую объединяет конечных потребителей и производителей сельскохозяйственной продукции.

Создание указанных и подобных маркетплейсов в большей степени возможно благодаря развитию агротехнологий и агрообразования, а также стремительному росту спроса на осуществление электронной торговли.

ТАБЛИЦА 1.

Основные ИТ-маркетплейсы, функционирующие на аграрном рынке

№ п/п	Название интернет-платформы	Ссылка на сайт	Возможности применения
1	Электронный фермер	https://efermer.ru/	позволяет заказывать продукты от фермеров с доставкой
2	Smart Seeds	https://smartseeds.ru/	маркетплейс для заказа и перевозки сельскохозяйственной продукции
3	PROD.CENTER	https://prod.center.ru/	крупная агротрейдинговая площадка для производителей, переработчиков и ритейл-сетей
4	Агро24	https://agro24.ru/	маркетплейс для оптового рынка продуктов и сельскохозяйственных товаров с мониторингом цен и сделок
5	AgroCargo	https://agrocargo.ru/	«Uber для грузового транспорта» с фокусом на перевозках сельскохозяйственной продукции
6	FoodZa	https://www.foodza.ru/	связывает рестораны с фермерами; включает инфраструктуру хранения
7	IDK	https://idk.ru/	электронная площадка для торговли сельскохозяйственными культурами
8	ТВОЙПРОДУКТ	https://tvoyproduct.ru/	торговая площадка, соединяющая покупателей и производителей сельхозпродукции
9	GrainChain	https://gncn.ru/home	маркетплейс для торговли зерном – цифровая торговая площадка для участников зернового рынка. Представляет собой B2B-экосистему для торговых и логистических операций на рынке зерновых и масличных культур. Цель – повысить скорость и удобство совершения сделок, а также уровень доверия между участниками. Сервис позволяет искать подходящие товары и партнёров по заданным параметрам, проверять надёжность контрагентов, осуществлять мониторинг спроса и предложения на продукцию/услуги в онлайн-режиме и многое другое

Таким образом, процесс создания цифровой экосистемы агропроизводителей требует наличия благоприятных факторов, которые бы стали основой для качественного внедрения инновационных подходов к сельскохозяйственному производству. Учитывая это, цифровизация является современным инструментом, который на практике позволит осуществлять подключение сельских территорий к цифровым инфраструктурам, что обеспечит преодоление цифрового разрыва и даст толчок к социально-экономическому возрождению сельских территорий.

В последнее время наблюдается значительный рост темпов развития умных технологий. Так, некоторые проекты уже успешно используются в практике работы отечественных аграрных предприятий:

- 1) комплексное управление техникой;
- 2) системный учет топлива – устанавливаются системы, которые на аппаратном и программном уровне ведут учет расхода топлива, с погрешностью максимум 1%;
- 3) учет выполнения работ – отслеживание качества выполняемых работ: установка системы контроля начинается с оснащения техники, затем с помощью программного обеспечения вносятся карты и создаются рабочие планы агрегатов. Таким образом, диспетчер ведет учет, контролирует скорость проведения операций и отслеживает нарушения;
- 4) точное земледелие – система, которая позволяет значительно повысить урожайность сельскохозяй-

ственных культур и сэкономить ресурсы: установка системы начинается с приготовления техники и обслуживания, далее формируются аналитические данные для построения карт задач, происходит подбор программного обеспечения и квалифицированных специалистов (или обучения уже имеющих сотрудников). Машины оснащаются GPS-трекерами, комбайны – датчиками урожайности, влажности, бортовым компьютером. Составление карт осуществляется с помощью спутникового мониторинга. В то же время, точное земледелие основывается на процессном подходе и предполагает не только сбор данных с определенных устройств, но и накопления информации обо всех операциях, происходящих в сельскохозяйственном предприятии;

5) разумное земледелие представляет собой процесс применения информационных технологий и технологий Big Data с целью оптимизации сложных систем земледелия. Так что главным является не столько точное измерение или определение различий в структуре полей, сколько доступ к данным и их применение при управлении агропроизводством;

6) цифровое земледелие, в котором интегрируются разумное и точное земледелие, сущность его заключается в создании ценности из полученных данных, что позволяет улучшать производственные процессы за счет автоматизированного сбора и целенаправленного анализа данных с целью повышения уровня

прозрачности и улучшение оценки текущей ситуации, создавая новые возможности для операционного управления [6].

Вместе с тем, главным технологическим подходом к цифровому управлению земледелием является точное сельское хозяйство, которое предполагает осуществление процессов наблюдения, измерения и анализа потребностей отдельных полей и сельскохозяйственных культур на основе использования информационных систем и технологий.

Новейшие технологии реализуются в рамках прикладных компьютерных программ по следующим направлениям:

- оптимизация размещения сельскохозяйственных культур в зональных системах севооборота и рационов кормления животных;
- расчет доз удобрений;
- проведение комплекса землеустроительных работ и управление земельными ресурсами;
- ведение государственного земельного кадастра истории полей и разработке технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур;
- регулировка режима питания растений и микроклимата в теплицах;
- контроль процесса хранения картофеля и овощей, качества выращиваемой продукции и кормов, загрязнения почв;
- оценка экономической эффективности производства;
- управление технологическими процессами в птичниках, производственными процессами в переработке мяса птицы и хранении продукции и др.

Также эффективность стратегии диджитализации управления сельскохозяйственным производством агропредприятий фиксируется при внедрении систем точного земледелия. Например, внедрение дронов в комплексе с программным обеспечением дает возможность получать экономический эффект по экономии топлива за счет оптимизации количества обработок и путей прохода техники; минимизации использования семенного материала и удобрений за счет предотвращения их непроизводительных расходов; сохранении и повышении урожаев за счет своевременного посева и сбора урожая, в зависимости от потребностей сельскохозяйственных культур в условиях конкретного поля, подкормка, проведение обработок пестицидами; предотвращения потерь урожаев за счет некачественного проведения технологических операций, повреждений болезнями и вредителями и т. п.; оптимизации затрат на производство и повышение качества планирования производственной деятельности агропредприятий; уточнении прогнозов получения урожаев и прибыли от реализации продукции.

В России ежегодно проводятся форумы ИТ-технологий в агропромышленном секторе, вызывают интерес следующие идеи по использованию

наиболее популярных информационных систем и технологий в агробизнесе (табл. 2).

Современные информационные системы и технологии способны не только вполне удовлетворить требования производственных агросистем, но и выступают важной предпосылкой их развития.

Отметим, что пользу от внедрения цифровых технологий следует искать не в мгновенном снижении затрат и росте экономической эффективности сельскохозяйственных предприятий, а в поиске наиболее оптимальных информационных технологий управления бизнес-процессами, которые обеспечивают координацию управленческой деятельности и эффективное достижение стратегических и оперативных целей предприятия.

Эффективность использования цифровых технологий зависит как от их умелого применения, воздействия на повышение производительности и качества работы руководителей, так и от уменьшения расходов на информатизацию, которые достигают оптимальной организацией проектирования, создания и функционирования информационных систем и инфраструктуры информатизации территории в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая вышесказанное определено, что повышению эффективности аграрного бизнеса способствует использование ряда технологий (рис. 1).

Следовательно, снижение затрат на производство аграрной продукции, повышение ее качества и конкурентоспособности на основе эффективного использования ресурсов и цифровых технологий укрепит конкурентные позиции отечественных сельскохозяйственных предприятий. За счет повышения производительности труда, эффективности управления, ускоренной автоматизации производственных процессов, безопасности производства отечественный агробизнес станет более привлекательным для инвестиций.

Таким образом, использование цифровых технологий в аграрных предприятиях позволит качественно хранить большой массив данных, проводить анализ полученных результатов, на основании чего принимать обоснованные решения, которые будут способствовать минимизации издержек, максимизации прибыли и повышению конкурентоспособности сельскохозяйственного производства. Создание системы информационной поддержки аграрных предприятий на основе современных компьютерных и мобильных технологий является стратегической задачей дальнейшего развития отечественного агробизнеса, основными направлениями которого являются компьютеризация сельскохозяйственных предприятий, обучение и повышение квалификации работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, создание системной базы, а в перспективе – формирование единого информационного агропространства.

ТАБЛИЦА 2.

Популярные информационные системы и технологии, используемые в агробизнесе

№ п/п	Название ИТ-системы или технологии	Основные функции и возможности использования
1	Платформа «Цифровое сельское хозяйство»	за счет обеспечения всех участников агропромышленного комплекса достоверной информацией о производителе, условиях хранения и транспортировке продукции позволяет: – повысить конкурентоспособность добросовестных производителей как на отечественном рынке, так и на зарубежных рынках; – снизить затраты на приобретение сырья, вследствие снижения доли на рынке некачественного семенного материала, удобрений и др.
2	Навигатор-Агро	дает возможность оптимизировать межполевую и агрологистику в целом путем контроля нецелевых и неоптимальных перегонов техники, что влечет прямую экономию ГСМ и рабочего времени. Производится автоматический учет отработанного водителями времени. Данные помогают при расчете заработной платы. Система позволяет осуществлять полный контроль над работой техники, расходом топлива. Ведется автоматизированный учет перемещений транспортных средств, расчет пробега и обработанных площадей, определяются оптимальные маршруты транспортировки техники от базы до обрабатываемых полей, доставки урожая до пунктов приема
3	Агрорешения	принятие решений о выпуске более востребованной продукции, сокращение простоев и преждевременного износа оборудования, оптимизация производственных процессов, упрощение процедур одобрения кредитов (в т.ч. льготных), субсидий, принятие взвешенных и объективных решений о приобретении и внедрении цифровых технологий и разработок
4	1С:ERP Агропромышленный комплекс	предназначен для автоматизации процессов управления агропромышленным комплексом по направлениям деятельности: растениеводство, молочное и мясное животноводство (КРС), свиноводство. Основные функциональные возможности продукта: – планирование в растениеводстве; – производственный учет в растениеводстве; – учет работы автотранспорта и ГСМ; – учет работ и готовой продукции на току; – оптимизация размещения сельхозкультур; – агроэкологический паспорт поля, история полей; – картография; – консоль руководителя предприятия АПК по отраслевым показателям; – производственный учет КРС (групповой); – производственный учет на свинокомплексе (групповой); – отражение сельхоздеятельности в учете; – отчетность агропромышленного комплекса; – мониторинг и анализ показателей деятельности предприятия; – управление финансами; – бюджетирование, казначейство; – регламентированный учет РСБУ,МСФО; – управление персоналом и расчет заработной платы; – управление производством; управление затратами и расчет себестоимости; управление продажами; управление взаимоотношениями с клиентами; управление закупками; – управление складом и запасами; – организация ремонтов
5	Борлас АгроСистема	автоматизированная система агроуправления, предназначенная для повышения эффективности землепользования, автоматизирования планирования и контроля процессов выращивания сельскохозяйственных культур, обеспечения выполнения заданных технологических производственных процессов и информационной поддержки принятия управленческих решений на всех уровнях
6	Геомир: История поля	позволяет дистанционно контролировать состояние посевных площадей и работу техники на полях, планировать сельхозоперации, вести полевые журналы и многое другое. Автоматизированный сбор, обработка и комплексный анализ всей производственной информации помогают сельхозпроизводителям принимать верные управленческие решения – стратегические, тактические и оперативные
7	Мустанг: Система искусственного интеллекта для молочных ферм	инструмент для мониторинга процесса производства молока на ферме. Она контролирует ключевые показатели, объединяет все установленные в хозяйстве программы, адаптирует данные в удобные таблицы и графики и мгновенно информирует ответственных сотрудников о любых проблемах
8	БАРС. Сельское хозяйство – Ветеринария	предназначена для автоматизации ветеринарного учета, онлайн-контроля и анализа информации о ветеринарно-санитарном состоянии животноводства в регионе
9	DJI Agras (сельскохозяйственные дроны)	предназначены для распыления пестицидов, гербицидов и удобрений их клиенты экспериментировали и с другими применениями, в том числе использовали промышленные беспилотники для кормления рыб на общей площади 32 гектара

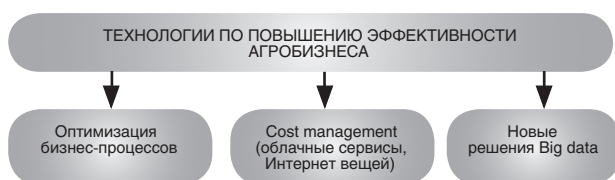


РИС. 1.

Виды технологий, повышающих эффективность агробизнеса

ЛИТЕРАТУРА

1. Агибалов А.В. Цифровое сельское хозяйство: от федерального проекта к региональным решениям // Политэкономические проблемы развития современных агроэкономических систем: сб. науч. стат. 4-й Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж: ВГАУ, 2019. С. 87–89.
2. Быков С.Н. Цифровые платформы для сельского хозяйства // Современные тенденции сельскохозяйственного

зайственного производства в мировой экономике: Матер. XVIII Междунар. науч.-практ. конф. 2019. С. 178–186.

3. **ВАСИЛЬЕВА И.В., ИВАНИЦКАЯ Л.В.** Актуальные направления исследований в области цифровой трансформации образования. Сборник статей по материалам III Международной научно-практической конференции «Цифровизация отраслей АПК и аграрного образования». М., 2022. С. 78–90.
4. **ВАСИЛЬЕВА И.В., МОЖАЕВ Е.Е., ИДРИСОВ А.Н., ЯКУПОВ О.Ф.** Модель управления развитием кадрового потенциала предприятий // Вестник Екатеринбургского института. 2022. № 4.
5. **ЕВГРАФОВА О.В.** Методы оценки эффективности цифровой экономики России: индикатор цифровой зрелости // Академический вестник Ростовского филиала Российской таможенной академии. 2018. №4 (33). С. 37–41.
6. **ЗОЗУЛЯ Д.М.** Цифровизация российской экономики и Индустрия 4.0: вызовы и перспективы // Вопросы инновационной экономики. 2018. Т. 8. №1. С. 1–14.
7. **ЛЮБИМОВ А.П., МОЖАЕВ Е.Е., МАРКОВ А.К., ШМАКОВ П.П., ЕГОРОВ Ю.Н.** О сбалансированном развитии аграрной отрасли и сельских территорий с использованием синергетических эффектов // Представительная власть – XXI век. 2021. № 1–2.
8. **МАРКОВ А.К., МОЖАЕВ Е.Е., ЗАКАБУНИНА Е.Н., ХАУСТОВА Н.А.** Механизм управления устойчивым развитием АПК и сельских территорий // Вестник Екатеринбургского института. 2021. № 2.
9. **МОЖАЕВ Е.Е., ВАСИЛЬЕВА И.В., МАРКОВ А.К.** К вопросу устойчивого развития АПК и сельских территорий // Вестник Екатеринбургского института. 2021. № 2.
10. **МОЖАЕВ Е.Е., ИВАНИЦКАЯ Л.В., ШМАКОВ П.П., ЕГОРОВ Ю.Н.** Отраслевые особенности использования трудовых ресурсов в АПК // Вестник РАЕН. 2022. №1.

REFERENCES

1. **AGIBALOV A.V.** Digital agriculture: from a federal project to regional solutions. *Politekonomicheskie problemy razvitiya sovremennykh agroekonomicheskikh sistem: sb. nauch. stat. 4-j Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.-Voronezh, 2019:87–89.* (In Russian).
2. **ВУКОВ S.N.** Digital platforms for agriculture. *Sovremennye tendencii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v mirovoj ekonomike: Mater. XVIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 2019:178–186.* (In Russian).
3. **VASILYEVA I.V., IVANITSKAYA L.V.** Actual directions of research in the field of digital transformation of education. *Sbornik statej po materialam III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*

- «*Cifrovizaciya otraslej APK i agrarnogo obrazovaniya*». Moscow, 2022:78–90. (In Russian).
4. **VASILYEVA I.V., MOZHAJEV E.E., IDRISOV A.N., YAKUPOV O.F.** Management model for the development of personnel potential of enterprises. *Vestnik Ekaterininskogo instituta. 2022;(4).* (In Russian).
 5. **EVGRAFOVA O.V.** Methods of assessing the effectiveness of the digital economy of Russia: digital maturity indicator. *Akademicheskij vestnik Rostovskogo filiala Rossijskoj tamozhennoj akademii. 2018;(4): 37–41.* (In Russian).
 6. **ZOZULYA D.M.** Digitalization of the Russian economy and Industry 4.0: challenges and prospects. *Voprosy innovacionnoj ekonomiki. 2018;8;(1): 1–14.* (In Russian).
 7. **LYUBIMOV A.P., MOZHAJEV E.E., MARKOV A.K., SHMAKOV P.P., EGOROV YU.N.** On the balanced development of the agricultural sector and rural areas using synergetic effects. *Predstavitel'naya vlast' – XXI vek. 2021;(1–2).* (In Russian).
 8. **MARKOV A.K., MOZHAJEV E.E., ZAKABUNINA E.N., KHAUSTOVA N.A.** Mechanism of management of sustainable development of agro-industrial complex and rural areas. *Vestnik Ekaterininskogo instituta. 2021;(2).* (In Russian).
 9. **MOZHAJEV E.E., VASILYEVA I.V., MARKOV A.K.** On the issue of sustainable development of agriculture and rural areas. *Vestnik Ekaterininskogo instituta. 2021; (2).* (In Russian).
 10. **MOZHAJEV E.E., IVANITSKAYA L.V., SHMAKOV P.P., EGOROV YU.N.** Sectoral features of the use of labor resources in the agro-industrial complex. *Vestnik RAEN. 2022;(1).* (In Russian).

Васильева Инна Владимировна,
д.э.н., доцент, профессор Российского государственного аграрного заочного университета,

☎ 143900, Московская обл., Балашиха, ш. Энтузиастов,
д. 50,
143900, Moscow region, Balashikha, sh. Enthusiastov, 50

Можаяев Евгений Евгеньевич,
д.э.н., профессор кафедры экологии и экономики Института повышения квалификации руководящих кадров и специалистов,

☎ 143982, Балашиха, Гидрогородок,
143982, Balashikha, Hydrogorodok
e-mail: eemojaev@yandex.ru

Идрисов Альпгач Нуритдинович,
аспирант Российской академии кадрового обеспечения АПК,

☎ 111622, г. Москва, ул. Оренбургская, 15Б
111622, Moscow, st. Orenburg, 15B

УДК 614.2+004.02

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-37-45

Научная статья

О СИНЕРГЕТИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМ МЕДИЦИНСКИМ ОБЪЕКТОМ В ПАРАДИГМЕ СТРАТЕГИИ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

С.А. Гольдштейн¹,
Е.М. Грицюк², С.С. Печеркин³

¹ ФГАОУ ВО УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (УрФУ)

² ГАУЗ СО ЦЕНТРАЛЬНАЯ ГОРОДСКАЯ
КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА №24,

г. Екатеринбург,

³ НП «УРАЛЬСКИЙ МЕЖАКАДЕМИЧЕСКИЙ
СОЮЗ»

В статье рассмотрены вопросы: о простоте и сложности медицинских объектов; об алгоритмическом описании синергетического управления и его принципов; о проблемных ситуациях и о стратегии системной интеграции в медицинском учреждении; о параметрах порядка для управления социальным объектом; о динамике корпоративности персонала медицинского учреждения; о месте поглощения и «эстафетности» аттракторов в фазовом пространстве и подпространствах сложного медицинского объекта; об иерархии базовых понятий к термину «Служебная организованность»; о развитии синергетического управления для объектов повышенной сложности.

Ключевые слова: *сложный медицинский объект, стратегия системной интеграции, синергетическое управление, алгоритмы, кортежи, онтология, гипотезы о развитии*

ВВЕДЕНИЕ

Медицинские объекты, по-видимому, могут быть отнесены к одним из сложнейших, нуждающихся в стратегии системной интеграции и в достижениях теории и опыта синергетического управления. При этом опора на старшие параметры порядка и на ведущие звенья объекта в синергетике [27] близка идеям системного мышления [20]. Известно, что синергетический подход напоминает системный [24] (оба о сложности), а синергетика имеет важные точки соприкосновения с общей теорией систем [2]. В осно-

Original article

ABOUT SYNERGETIC MANAGEMENT OF COMPLEX MEDICAL OBJECT IN THE PARADIGM OF SYSTEM INTEGRATION STRATEGY

S.L. GOLDSTEIN¹,
E.M. GRITSYUK², S.S. PECHERKIN³

¹ FGAOU HE URAL FEDERAL UNIVERSITY,

² GAUZ SO CENTRAL CLINICAL

HOSPITAL N 24,

³ NP "URAL INTER-ACADEMIC UNION"

The article deals with the following questions: about the simplicity and complexity of medical facilities; about algorithms of synergetic management and the his principles; about problematic situations and about the strategy of system integration in a medical institution; about order parameters for a social object; about of the dynamics of corporatism of the personnel of a medical institution; about the place of absorption and "relay races" of attractors in the phase space and its subspaces for a complex medical object; about the hierarchy of basic concepts for the term "Official organization"; on the development of synergetic management for objects of increased complexity.

KEY WORDS: *complex medical facility, system integration strategy, synergetic management, algorithm, tuple, onthology, development hypothesis*

ве синергетики – фундаментальное явление самоорганизации в сложных объектах, рассматриваемое по трем схемам (стабильность 1 → хаос → стабильность 2; нестабильность → изменения → совместные действия многих подсистем сложного объекта → новая стабильная структура → новое функционирование; энергия многих степеней свободы → энергия одной степени свободы, где аттракторы – это цели как устойчивые конечные состояния от хаоса (катастрофы) к порядку). В основе системного подхода – фундаментальное явление сложности, рассматриваемое как поэтапно (фиксация события и проблемной ситуации, постановка задачи, концептуализация; спецификация, наблюдение и/или экспериментирование,

синтез модели, ее реализация, проверка и исследование, управление, оптимизация и заключительный синтез), так и интегрированным взглядом на событие, на проблемную ситуацию и целеполагание со стратегией и тактикой, на модели, критерии качества и управленческие решения.

В статье поставлены и решены задачи представления: основных видов сложности актуального (медицинского) объекта; алгоритмического описания (на языке блок-схем) синергетического управления и принципов его действия; кортежей параметров порядка для интеграции силового и синергетического управлений социальным объектом; характера пульсаций корпоративности персонала медицинского учреждения; онтологии базовых понятий к термину «Служебная организованность» с актуальными когнитивными маршрутами, адекватными ситуациям в медицине; гипотез о развитии синергетического управления.

О ПРОСТОТЕ И СЛОЖНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ОБЪЕКТОВ

О простоте медицинского объекта, как и любого другого, можно говорить при условии, что есть, по крайней мере, достаточно полный пакет моделей всех его структур и функций. Этого, конечно, нет. Поэтому, прежде всего, на основе [10, 11] составлена табл. 1.

Очевидно, что медицинский объект (от пациента, врача и медицинского учреждения в целом до системы управления здравоохранением) не прост и ему присущи, хотя явно, не всегда проявляются, все виды сложности из табл. 1. При этом системная парадигма в рыночной задаче весьма значима [3, с. 150], как и аспекты системной интеграции [4, 9] с ее парадигмой [21]. А управлению (№. 5 в табл. 1) традиционно

принадлежит роль перевода медицинского объекта из фактического состояния в желаемое с требуемым качеством. Причем, среди давно известных видов управления (программное – без обратной связи и с ней, адаптивное, ситуативное и рефлексивное) самоорганизующееся управление [11] хорошо поддержано в последние десятилетия достижениями синергетики [1, 13÷15, 17÷19].

О СИНЕРГЕТИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ И ЕГО ПРИНЦИПАХ НА ЯЗЫКЕ АЛГОРИТМОВ

Известную суть синергетического управления, как мы полагаем, нагляднее представить графически (рис. 1).

При этом джокер (см. блок 7) понимается еще и как правило, по которому совершается скачок в другую область фазового пространства сложного объекта. Размерность же «русла» (см. блок 15) как части этого пространства и как числа переменных в данной проекции реальности, обычно невелика, т.е. русло – это подпространство с меньшим числом переменных, но позволяющее адекватно описать сложное проще, для чего нужен системный синтез [16], ориентированный на выбор стратегии. Развитие (блоки 21, 22 и 23, 24) предложено за счет поддержки основного алгоритма возможностями механизма системной интеграции [5] в случае конфликта между объектом (с синергетическим эффектом) и системой управления (с таким же эффектом), а также за счет дополнений в блоках 9, 10 и 13, 14. Следует отметить, что системный синтез – только часть механизма системной интеграции.

Вербальное описание алгоритма основного принципа синергетического управления тоже нагляднее представить графически (рис. 2).

ТАБЛИЦА 1.

Виды сложности актуального объекта

№ п/п	Наименование	Проявление	Существо
1	Структурная: система, подсистемы, блоки, модули, элементы... и их связи	Агрегирование	Разноуровневость объекта; разнотипность связей: вертикальные, горизонтальные; прямые, обратные; положительные, отрицательные
2	Синергетическая: физико-химическая, биологическая, социально-экономическая...	Удаленность от равновесия	Самоорганизация под действием неспецифического воздействия; возбудимость в особых точках
3	Алгоритмическая	Неопределенная длина необходимого описания действий	Несжимаемость случайных последовательностей
4	Системотехническая	Многоаспектность	Расхождение модель–объект
5	Управленческая, кибернетическая	Неоднозначность результатов управления	Ограниченность информации о данных и о моделях; традиционная силовая парадигма
6	Выборы	Множественность вариантов и нечеткость критериев	Ограниченность ресурсов
7	Системно-интеграционная	Профессиональная разноязычность участников деятельности	Разноаспектность компетенций участников деятельности

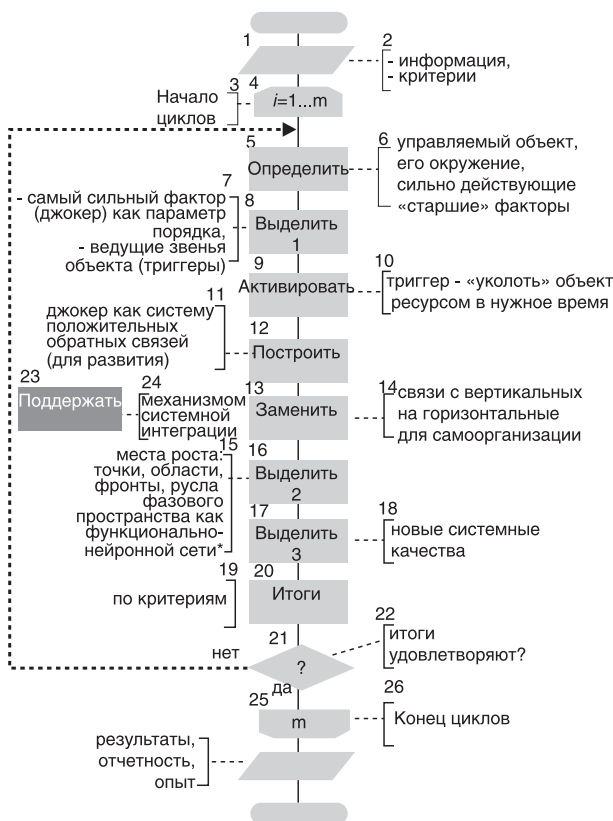


Рис. 1.

Алгоритм по ГОСТ 19.701 функционирования синергетической части управления сложным объектом по прототипу (вербальное описание, например, в [15,16]) и его предлагаемое развитие (фон, уголки, *) – по аналогии с естественным и искусственным интеллектом

Таким образом, если суть кибернетики (управления) – расход существующих ресурсов на функционирование сложного объекта с заданным качеством за счет обратных связей, то цель синергетического управления – самоорганизация через попадание меньшим ресурсом в желаемую структуру (в активный устойчивый центр как в ведущее звено объекта) – аттрактор. Суть предшествующих теорий управления – внешнее силовое воздействие на объект, синергетической – воздействие на внутренние процессы самоорганизации. Для этого и применяют принцип «расширения – сжатия» пространства состояний объекта. Смысл – редуцировать избыточные степени свободы исходного сложного объекта, выйти на желаемые связи, как на основные элементы искомого внутреннего управления, а затем – на когерентное коллективное движение внутри объекта. Но следует отметить, что этот принцип имеет относительно частное значение, поскольку прежде всего значимы общие принципы самоорганизации, отражающие ее суть в статике («Бытие») и в динамике («Становление»). Их графическое описание на языке блок-схем представлено на рис. 3.

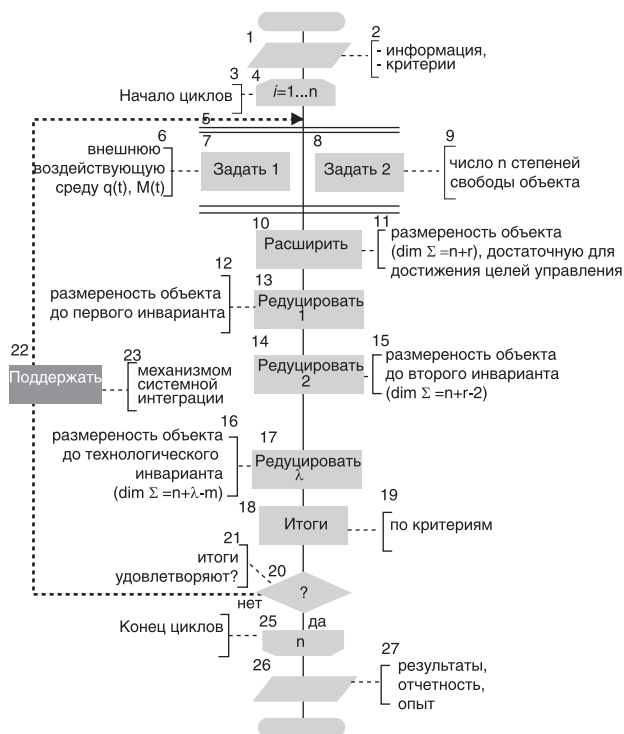


Рис. 2.

Алгоритм работы принципа «расширение – сжатие» пространства объекта синергетического управления по прототипу, например, [17÷19] и его предлагаемое развитие (фон, уголок); $q(t)$, $M(t)$ – по формуле (1); r – размерность дифференциального уравнения, описывающего объект; λ – количество вводимых многообразий, m – размерность управления

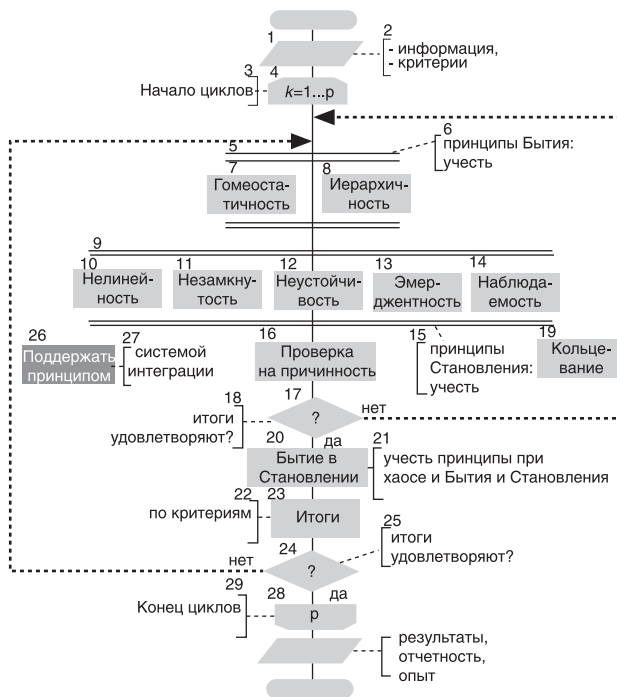


Рис. 3.

Алгоритм учета и использования принципов самоорганизации по прототипу, например, [12, 15] и предлагаемому развитию (фон, уголок)

Эти принципы (а также подчинения как сжатия информации; эквивалентности как сохранения управляемости; неравновесности как источника упорядоченности и др.) позволяют ввести в широкий оборот анализа и практического применения синергетического управления нелинейные и нестационарные процессы в сложных объектах, среди которых один из сложнейших – это социум. Общий функциональный вид модели состояния сложного объекта синергетического управления по [12]:

$$\dot{X}(t) = F(x, U, q, J, M), \quad (1)$$

где $\dot{X}(t)$ – динамика изменения состояния x объекта управления, U – искомое управление, q – задающее воздействие, J – параметрическое воздействие, M – внешнее воздействие.

Цель – на время или совсем исключить внешние воздействия – сделать их внутренними и достичь желаемых аттракторов для перехода от силовой организации объекта к его самоорганизации. Тогда актуальна задача синтеза закона управления:

$$U(x_1, x_2, \dots, x_n; z_1, z_2, \dots, z_r), \quad (2)$$

где $\dot{Z}(t) = \varphi(x, z)$, – динамика изменения состояния объекта управления, x – координаты состояния объекта, z – координаты воздействий.

Поддержка от механизма системной интеграции (блоки 23, 24 на рис. 1, 22, 23 на рис. 2 и 26, 27 на рис. 3) представлена, например, в [5, 25, 26].

О ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЯХ И О СТРАТЕГИИ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ В МЕДИЦИНСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ (МУ)

В таблице 2 – небольшая подборка публикаций из научного журнала «Системная интеграция в здравоохранении» (доступ SYS-INT.RU), издаваемого многопрофильным клиническим медицинским центром (МКМЦ) «БОНУМ», г. Екатеринбург, с 2008 г. по н.в., отражающая отдельные (не теряющие актуальности) проблемные ситуации сложных медицинских объектов в парадигме стратегии системной интеграции.

Видно, что все приведенные (как и многие другие) ситуации требуют управления переводом в новое качество по многим направлениям: по собственно медицинской тематике, по ее IT-поддержке, по системному мышлению, по организации персонала и т.д. При этом специфика ситуаций связана не с климатом и экологией, а, в основном, с ментальностью всех участников системы здравоохранения. При этом, классические силовые методы управления не всегда адекватны сложности подобных (обусловленных человеком в социуме и в экономике) задач. Тогда надежда может быть связана с системной интеграцией управлений по классике и по синергии:

С.А. ГОЛЬДШТЕЙН,
Е.М. ГРИЦЮК, С.С. ПЕЧЕРКИН
О СИНЕРГЕТИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМ
МЕДИЦИНСКИМ ОБЪЕКТОМ В ПАРАДИГМЕ
СТРАТЕГИИ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

$$УО = \langle СВ, СО; R \rangle, \quad (3)$$

где УО – управление/ организация, СВ – силовое воздействие ресурсами, СО – самоорганизация от специфического взаимодействия; R и R_i – матрицы связей;

$$СВ = \langle ФР, МР, ЭР, ЛР, ИР, ВР, АР; R_1 \rangle \quad (4)$$

где внешнее управление (M из формулы (1)) – воздействие ресурсами: ФР – финансовыми, МР – материальными, ЭР – энергетическими, ЛР – людскими, ПР – информационными, ВР – временными, АР – административными;

$$СО = \langle ДЖ_1, ДЖ_2, \dots, ДЖ_n; R_2 \rangle \quad (5)$$

где $ДЖ_i$ – i -ый джокер как специфическое воздействие – параметр порядка (рис. 4).

Рабочая гипотеза – вытеснить беспорядок из внутренней проблемной ситуации в социальной среде синергетическим управлением, а из внешней – УО. При этом структуризацию параметров порядка внутри социальных, и прежде всего служебных, групп можно представить кортежами:

$$ПП_c = \langle ВР, УБ, СН, СЛ; R_3 \rangle \quad (6)$$

где $ПП_c$ – параметры порядка (джокеры) в социуме, ВР – верования, УБ – убеждения, СН – социальные нормы поведения, СЛ – служебные нормативы;

$$ВР = \langle ВЕ, ВН, КП, \dots; R_4 \rangle \quad (7)$$

где ВЕ – вера в полезность служебной деятельности, ВН – верность миссии организации, КП – корпоративность в коллективе [20],

$$УБ = \langle ВЗ, ОТ, СМ; R_5 \rangle \quad (8)$$

где ВЗ – взгляды, ОТ – отношения, СМ – смыслы;

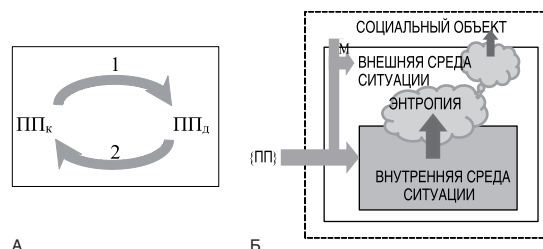


РИС. 4

А – прямая (1) и обратная (2) связи между короткоживущими (к) и долгоживущими (д) параметрами порядка (ПП); Б – обрат «выталкивания» энтропии синергетическим и силовым видами управления в социальном объекте, М – внешнее воздействие

ТАБЛИЦА 2.

Примеры проблемных ситуаций в статьях по годам и выпускам

№ пп	Проблемные ситуации	выпуск	* год
1	Системная интеграция в здравоохранении	1	2008
2	Система интеграционно-педагогической поддержки реабилитации детей с задержкой речевого развития	-/-	-/-
3	Верификация результатов интеграционно-педагогической реабилитации детей с задержкой речевого развития	2	-/-
4	Компьютеризированная деятельность клинического эпидемиолога	1	2013
5	Оценка качества медицинской помощи в отделении интенсивной терапии	-/-	-/-
6	Оценка уровня системной интеграции деятельности МУ с возможностями информационно-интеллектуальных технологий	3	-/-
7	Анализ ситуации прерывания плановой работы специалиста МУ при поступлении дополнительной информации	1	2018
8	Развитие модели механизма цифрового управления персоналом в МУ	2	-/-
9	Автоматизированный генератор системно-обоснованного технического задания на информационную систему в медицине	-/-	-/-
10	Многоуровневое управление разнорольной деятельностью IT-специалиста МУ	1	2022
11	Старт в технологию системности при разрешении проблемных ситуаций в здравоохранении	2	-/-
12	Кадровый потенциал в повышении статуса МУ при экстремальной ситуации	-/-	2023
13	Значимость свойств системы управления деятельностью специалиста МУ	3	-/-

* – Выборка через каждые ~ 5 лет.

$$CH = \langle PO, ET, TP, CN; R6 \rangle \quad (9)$$

где ПО – поведенческие ориентиры, ЭТ – эталоны, TP – традиции, ЦН – ценности;

$$CL = \langle CЭ, СП, ДИ, КЭ; R7 \rangle \quad (10)$$

где СЭ – служебная этика, СП – служебное поведение, ДИ – должностные инструкции, КЭ – корпоративная этика.

Пример матрицы R7 дан в табл. 3.

Матрицы связи (R и R_c) указывают на необходимость интеграции кортежных элементов, причем лучше в методологии системности, так как в структуре механизма системной интеграции (МСИИн) [5] присутствуют системы: интегрированного бизнеса заказчика, системно-интегрированной логистики, интегрированных информационных технологий, инте-

грированной визуализации, управления интеграцией, системно-научной поддержки, человеко-машинной интеллектуальной поддержки и соответствующих интерфейсов. А в рыночной задаче для МСИИн, как генератора схем системно-интегрированной гармонии, учтены 4 производства: финансов, продуктов/услуг, знаний и маркетинга [3]. И в каждом элементе этой структуры качество решения задач во многом определяется человеческим фактором. Поэтому частные оценки на базе кортежей (6÷10) с учетом матриц связей типа табл.3 могут быть использованы как ориентиры для выхода на математический аппарат синергии и

ТАБЛИЦА 3.

Матрица связи R7 в модели (10)

Х	СЭ	СП	ДИ	КЭ
СЭ	Х	1	1	1
СП	1	Х	1	1
ДИ	1	1	Х	1
КЭ	1	1	1	Х

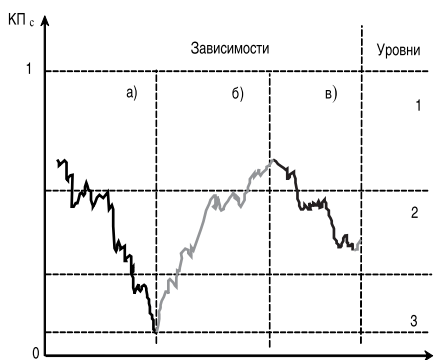


РИС. 5.

Пример самоорганизующейся (серый цвет) или самораспадающейся (черный) пульсирующей корпоративности (КП_с) как доли самосогласованных действий сотрудников в служебном коллективе по трем (1÷3) уровням иерархии: руководство, средний персонал, младший состав. Р – параметр, характеризующий, например, поток выполняемых сотрудниками (лучше или хуже) заданий

теории катастроф, без чего не обойтись. При этом для социальных объектов системно-научную поддержку в рамках МСиИн целесообразно дополнить моделями Вейерштрасса (похожий аналог – на рис. 5), Мандельброта и др. А человеко-машинную интеллектуальную поддержку – сетями типа OpenAI и системами типа ChatGPT.

На участке а) имеет место тенденция пульсирующего спада корпоративности по всем уровням иерархии, т.к. поступило новое (незнакомое, неожиданное) служебное задание. На б) самоорганизация обеспечила парирование этой катастрофы в коллективе. На в) зафиксирована попытка нового срыва на других заданиях [6]. При выправлении подобных проблемных ситуаций в качестве джокеров могут быть использованы отдельные точно направленные порции информационных ресурсов в виде ответов на вопросы (в каналах диалога и обратной связи) от специализированного системно-интегрированного вопросника-подсказчика, в структуру которого заложена логика целенаправленного пошагового самоорганизующего управления разрешением проблемной ситуации. В

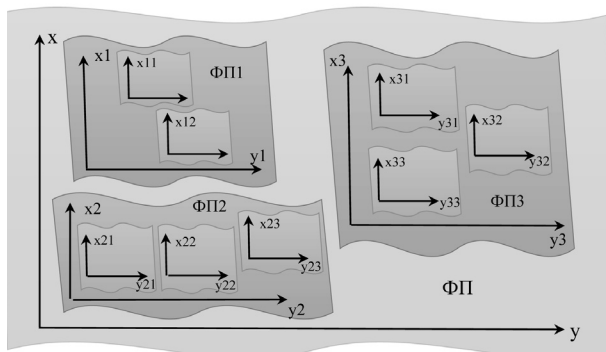


Рис. 6.

Образ мест поглощения и «эстафет» разных аттракторов (узлов, фокусов и т.д.) в трех вложенных фазовых пространствах: всего социального объекта (ФП), отдельных служб (ФП_i) и в (2÷3)х коллективах ФП_{ij} сложного трехуровневого социального объекта; x – состояние, например, показатели качества: функционирования объекта, корпоративности сотрудников и др., y – управление (u, q, j, M из формулы (1))

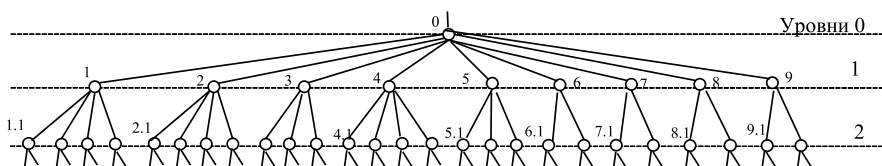


Рис. 7.

Иерархия базовых понятий к термину 0 – «Служебная организованность» с учетом правила Ингве-Миллера (7±2) (1 – парадигма организации как культуры, 2 – люди в организации, 3 – разнообразие событий, 4 – базовые правила, 5 – экспериментирование, 6 – взаимодействия, 7 – роль хаоса, 8 – управление, 9 – эмерджентность, 1.1 – понятия, 1.2 – ценности, 1.3 – восприятия, 1.4 – методы, 2.1 – агенты сложного объекта, 2.2 – связи между людьми, 2.3 – команды, 2.4 – роль лидера, 3.1 – состояний, 3.2 – управлений, 3.3 – решений, 4.1 – информированность, 4.2 – доверие, 4.3 – удовлетворенность, например, пациента МУ, 4.4 – лучше делать дело, 5.1 – малые эксперименты, 5.2 – пробы и ошибки, 5.3 – творчество, инноватика, 6.1 – конкуренция, 6.2 – кооперация, 7.1 – порядок, 7.2 – хаос, 7.3 – развитие, 8.1 – силовое, 8.2 – синергетическое, 9.1 – новые модели, 9.2 – новые свойства)

С.А. ГОЛЬДШТЕЙН,
Е.М. ГРИЦЮК, С.С. ПЕЧЕРКИН
О СИНЕРГЕТИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМ
МЕДИЦИНСКИМ ОБЪЕКТОМ В ПАРАДИГМЕ
СТРАТЕГИИ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

качестве триггеров – кортежные элементы моделей (6) ÷ (10), а точками, областями, фронтами и руслами – фрагменты подсказчика, например, системного интеллектуального (СИП) [8, 19, 23, 28]. В качестве динамики аттракторов, как устойчивых организующихся центров (площадок) для траекторий объекта, выступает их «эстафета» по уровням организации сложного объекта (похожий аналог – на рис. 6).

При этом, начало, это когда силовое управление переводит объект в окрестность нужного состояния с главной целью, например, частично разрешить проблемную эпидемиологическую ситуацию адаптивным управлением [7], далее эта цель может быть декомпозирована в системах и подсистемах, реализуя «эстафету» аттракторов за счет нелинейного характера взаимодействия самоорганизовавшихся младших структур.

И одна из важнейших стратегий в парадигме системной интеграции связана с проблемой человека, в частности, его служебной организованности [18, 22]. Исходя из этого нами составлена онтология (рис. 7) как информационная база для выделения не только «вертикальных», но и «горизонтальных» связей в виде требуемого подмножества когнитивных маршрутов, как набора потенциальных задач управления.

Пример когнитивной карты и когнитивного маршрута – на рис. 8.

Очевидно, что рис. типа 6 и 7 могут помочь точнее определить и описать терминологически грамотно проблемные ситуации в медицинском объекте, т.е. стартовать системно грамотно при управлении.



Рис. 8.

Пример когнитивного маршрута (КМ) как $y=f(x)$, где x – причина, y – следствие

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ:

1. Поставлены задачи представления: основных видов сложности медицинского объекта; алгоритмического описания на языке блок-схем синергетического управления и его принципов; кортежей обобщенного традиционного (силового) и синергетического управлений с параметрами порядка для медицинского объекта; характера пульсаций корпоративности персонала медицинского учреждения; онтологии базовых понятий термина «Служебная организованность» с когнитивным маршрутом;

2. Представлены разделы: введение; о простоте и сложности медицинских объектов; о синергетическом управлении и его принципах на языке блок-схем; о проблемных ситуациях и о стратегии системной интеграции в медицинском учреждении;

3. Выдвинуты гипотезы о развитии синергетического управления сложным медицинским объектом в парадигме стратегии системной интеграции, а именно:

– для особо сложных объектов с традиционным силовым и с синергетическим управлением целесообразна поддержка от механизма системной интеграции;

– для социальных объектов джокерами могут служить специально организованные порции инфоресурсов от системного интеллектуального подсказчика;

– для активизации триггеров целесообразна интерактивная своевременная поддержка релевантными видами известных ресурсов: материальных, энергетических, людских, информационных, временных, финансовых, административных;

– для упорядочения связей в структуре сложного объекта и выхода на корректную постановку задач управления целесообразна поддержка от когнитивных карт и маршрутов на основе релевантности онтологий.

Вывод: представленные материалы целесообразно использовать в управленческой практике на всех уровнях иерархии медицинского учреждения для повышения качества стратегического и тактического менеджмента.

ЛИТЕРАТУРА

- Буданов В.Г. Методология и принципы синергетики // *Філософія освіти*. 2006. №1(3). С. 143–172.
- Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем. М.: Высшая школа, 2006.
- Гольдштейн С.А. Системная интеграция интеллектоемких технологий. Екатеринбург: Джи Лайм, 2019.
- Гольдштейн С.А., Блохина С.И., Ткаченко Т.Я. Системная интеграция в здравоохранении // *Системная интеграция в здравоохранении*. 2008. №1. С. 8–11.
- Гольдштейн С.А., Гольдштейн М.А., Печеркин С.С. О механизме системной интеграции // *Системы управления и информационные технологии*. 2011. №31. С. 127–131.
- Гольдштейн С.А., Грицюк Е.М. и др. О системе управления персоналом клинического медицинского учреждения: иерархия понятий «корпоративные культура и идеология» // *Системная интеграция в здравоохранении*. 2019. №1. С. 13–20.
- Гольдштейн С.А., Грицюк Е.М., Дугина Е.А. Об адаптации стратегии управления государственным медицинским учреждением к проблемной эпидемиологической ситуации // *Вестник РАЕН*. 2020. №3. С. 24–34.
- Гольдштейн С.А., Кудрявцев А.Г. Разрешение проблемных ситуаций при поддержке систем, основанных на знаниях. Екатеринбург: издательский дом «Пироговъ», 2006.
- Гольдштейн С.А., Печеркин С.С. О развитии макромеханизма системной интеграции в интересах здравоохранения // *Системная интеграция в здравоохранении*. 2010. №3. С. 5–11.
- Гольдштейн С.А., Ткаченко Т.Я. Введение в системологию и системотехнику. Екатеринбург: Институт развития регионального образования, 1994.
- Дружинин В.В., Конторов Д.С. Системотехника. М.: Радио и связь, 1985.
- Колесников А.А. Синергетическая концепция системного синтеза: единство процессов самоорганизации и управления // *Известия ТРТУ, тематический выпуск*. 2006. С. 10–38.
- Колесников А.А. Синергетическая теория управления. М.: Энергоатомиздат, 1994.
- Колесников А.А. Современная прикладная теория управления. Синергетический подход в теории управления. Под ред. Колесникова А.А., Таганрог: Изд. ТРТУ, 2000.
- Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики. М.: Ком Книга, 2005.
- Малинецкий Г.Г., Курдюмов С.А. Синергетика и системный синтез. <https://www.keldysh.ru/book/sinpr.html>.
- Малинецкий Г.Г. Самоорганизация, управление и будущее России / *Будущее России в зеркале синергетики*. М.: Ком Книга, 2008.
- Милованов В.П. Кооперативные явления и самоорганизация в производственных и социальных коллективах // *Моделирование социально-экономических процессов*. Под ред. Гаврильда Ю.Н. М.: ЦЭМИ АН СССР, 1998. С. 38–56.
- Новые образовательные технологии в вузе. Сб. докладов, 5-ой молодежной научно-методической конф-ии (МНМК). Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2008. Ч. 1: С. 169–193, 298–310. Ч. 2: 320–330; 6-ой МНМК, Екатеринбург, 2009. Ч. 2: С. 88–93.

20. О'Коннор Дж., Макдермот И., Искусство системного мышления. М.: Альпина Паблишер, 2015.
21. ПЕЧЕРКИН С.С., ГОЛЬДШТЕЙН С.А. Старт в технологию системности при разрешении проблемной ситуации в здравоохранении // Системная интеграция в здравоохранении. 2022. №2. С. 70–76.
22. РОМАНОВ В.А. Социальная самоорганизация и государственность. Сайт С.П. Курдюмова «Синергетика».
23. Системный аспект информатизации правоохранительных органов: выход на системные интеллектуальные подсказки по управлению переводом в новое качество. Под ред. Гольдштейна С.А., Екатеринбург, УГТУ, 1995.
24. Справочник: теория систем и системный анализ в управлении организацией. Под ред. Волковой В.Н., Емельянова А.А. М.: Финансы и статистика, 2006.
25. СТЕПАНЕНКО Д.Г., ГОЛЬДШТЕЙН С.А., СТЕПАНЕНКО А.А. Оценка уровня системной интеграции в МУ с возможностями информационных и интеллектуальных технологий // Системная интеграция в здравоохранении. 2013. №3. С. 4–25.
26. Стратегия развития МКМЦ «БОНУМ». Под ред. С.А. Гольдштейна, Екатеринбург: Джи Лайм ООО, 2019.
27. ХАКЕН Г. Принципы работы головного мозга. Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. М.: Пер СЭ, 2001.
28. ЯКОВЛЕВ Ю.Р., ГОЛЬДШТЕЙН С.А., ГАБИНСКИЙ Я.А. Пример СИПа для нетипичной кардиологической ситуации / Информационная проблематика нечетких технологий. Сб. Екатеринбург, Управление информационных технологий правительства Свердловской области, 1996. С. 89–92.
7. GOLDSHTEIN S.L., GRITSUK E.M., DUGINA E.A. About adaptation of the management strategy of the state medical institute to problem epidemiology situation. *Vestnik RAEN*. 2020;(3);24–34. (In Russian).
8. GOLDSTEIN S.L., KUDRYAVTSEV A.G. Solution of problem situation by support of system based on knowledge. Ekaterinburg: Publishing House «Pirogov», 2006. (In Russian).
9. GOLDSHTEIN S.L., PECHERKIN S.S. About development of macromechanism of system integration on interest of health protection. *Sistemnaya integratsiya v zdavookhraneni*. 2010;(3): 5–11. (In Russian).
10. GOLDSTEIN S.L., TKACHENKO T.Y. Introduction to systemology and system engineering. Ekaterinburg: Institute for the regional education development, 1994. (In Russian).
11. DRUZHININ V.V., KONTOROV D.S. System engineering. Moscow: Radio and communication, 1985. (In Russian).
12. KOLESNIKOV A.A. Synergetic concept of system synthesis: unity of processes of self-organization and management. *Izvestiya TRTU, tematicheskiy vypusk*, 2006;10–38. (In Russian).
13. KOLESNIKOV A.A. Synergetic theory of management. Moscow: Energoatomizdat, 1994. (In Russian).
14. KOLESNIKOV A.A. Modern applied theory of management. Synergetic approach to theory of management. Taganrog: TRTU, 2019. (In Russian).
15. MALINETZKII G.G. Mathematic basics of synergetics. Moscow: Kom Book, 2005. (In Russian).
16. MALINETZKII G.G., KURDYUMOV S.L. Synergetics and system sintez. <https://www.keldysh.ru/book/sinpr.html>. (In Russian).
17. MALINETZKII G.G. Self-organization, management and the future of Russia. The future of Russia in the mirror of synergy. Moscow: Kom Book, 2008. (In Russian).
18. MILOVANOV V.P. Cooperative phenomena and self-organization in industrial and social groups. *Modelirovaniye sotsial'no-ekonomicheskikh protsessov*. Ed. Gavriletz U.N. Moscow: CEMI AS SSSR, 1998,38–56. (In Russian).
19. New educational technologies an university. Collection of reports of 5 youth scientific and methodological conference (USMC). Ekaterinburg: SEI HPE USTU-UPI. 2008;1:169–193, 298–310; 2:320–330; 6 USMS, 2009;2:88–93. (In Russian).
20. O'CONNOR D. Art of system mind. O'Konnor D., Macdermot I. Moscow: Alpina Publisher, 2015. (In Russian).
21. PECHERKIN S.S., GOLDSHTEIN S.L. Start in the technology of systemicity in resolving problem situations in the in healthcare. *Sistemnaya integratsiya v zdavookhraneni*. 2022;(2);70–76. (In Russian).
22. ROMANOV V.L. Social self-organization and statehood. Site of S.P. Kurdyumov "Synergetic". (In Russian).

REFERENCE

1. BUDANOV V.G. Methodology and principles of synergetic. *Philosophy osviti*. 2006; (1):143–172. (In Ukrainian).
2. VOLKOVA V.N., DENISOV A.A. System theory. Moscow: Higher School, 2006. (In Russian).
3. GOLDSTEIN S.L. System integration of intelligence intensive. Ekaterinburg: G. Lime, 2019. (In Russian).
4. GOLDSHTEIN S.L., BLOCHINAS I., TKACHENKO T.Y. *Sistemnaya integratsiya v zdavookhraneni*. System integration in a healthcare. 2008; (1):8–11. (In Russian).
5. GOLDSHTEIN S.L., GOLDSHTEIN M.L., PECHERKIN S.S. About mechanism of system integration. *Sistemy upravleniya i informatsionnyye tekhnologii*. 2011; (31):4–25. (In Russian).
6. GOLDSHTEIN S.L., GRITSUK E.M., DUGINA E.A. On the personnel management system of the clinical medical institution: hi-erarchy of concepts «corporate culture and ideology». *Sistemnaya integratsiya v zdavookhraneni*. 2019;(1); 13–20. (In Russian).

23. System aspect of informatisation of law enforcement agency: exit to System intellectual tip-ster for management of quality. Goldstein S.L editor. Ekaterinburg, UGTU, 1995. (In Russian).
24. Guide: system theory and system analysis at organization management. Ed. Volkova V.N., Emelyanova A.A. Moscow: Finance and statistics, 2006. (In Russian).
25. **СТЕПАНЕНКО D.G., GOLDSHTEIN S.L., СТЕПАНЕНКО A.G.** Assesment of the system integration activity at medical organization with the possibilities of information and intellectual technologies. *Sistemnaya integratsiya v zdravookhraneni.* 2013;(3);4–25. (In Russian).
26. Strategy of development MСМС "BONUM". Ed. S.L. Goldstein. Ekaterinburg: G. Lime, 2019. (In Russian).
27. **НАКЕН G.** Principles of brain functioning. A synergistic Approach to Brain Activity, Behavior and Cognition. Moscow: Per Se, 2001. (In Russian).
28. **YAKOVLEV YU.R., GOLDSTEIN S.L., GABINSKY YA.L.** Example of SIA for an atypical cardiologial situation. Information problematic of fuzzy technology. Collection. Ekaterinburg. Management of informatic technology of government of Sverdlovsk area, 1996:89–92. (In Russian).

Гольдштейн Сергей Львович,
д.т.н., профессор кафедры технической физики Уральского
федерального университета (УрФУ)

☎ 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 21
620002, Yekaterinburg, Mira street, 21
e-mail: s.l.goldshtein@urfu.ru

Грицюк Елена Михайловна,
д.м.н., зав. отделением ЦГКБ №24,

☎ 620085, Екатеринбург, пер. Рижский,
620085, Yekaterinburg, Alleyway Rizhsky,

Печеркин Сергей Сергеевич
к.ф.-м.н., консультант НП «Уральский межакадемический
союз» (УМС)

☎ 620014, Екатеринбург, 8-марта, 4–12
620014, Yekaterinburg, 8-March street, 4–12

УДК 631.417:631.46:631.417.2:631.416:631.811

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-46-58

Обзорная статья

ВЕРОЯТНЫЙ МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ЗЕЛЕННЫХ РАСТЕНИЙ

А.И. Попов¹, В.Н. Зеленков^{2,3},
Т.В. Теплякова⁴, М.В. Марков⁵

¹ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

² ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОВОЩЕВОДСТВА – ФИЛИАЛ ФГБНУ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ОВОЩЕВОДСТВА»

³ ФГБНУ ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕКАР-
СТВЕННЫХ И АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ

⁴ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВИ-
РУСОЛОГИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ «ВЕКТОР»

⁵ МОСКОВСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Гуминовые вещества, являясь, по сути черным щелоком (продукт щелочного гидролиза органического вещества природных объектов) и представляют собой сложную смесь различных органических соединений. Они способны ускорять циркуляцию питательных веществ внутри растений, увеличивать проницаемость клеточных мембран, проявлять детоксикологические свойства, оптимизировать в растениях соотношение органических и минеральных анионов, использовать некоторые органические компоненты гуминовых веществ, как нутриенты в питании растений и вызывать индукцию экспрессии генов.

Ключевые слова: гуминовые вещества, черный щелок, щелочной гидролиз, зеленые растения, процесс растениеводства, коллоидные системы природных полимеров, органо-минеральные соединения, органические питательные вещества растений

ВВЕДЕНИЕ

Для эффективного решения проблем, связанных с устойчивым получением урожайности сельскохозяйственных культур, необходимо восстановить звенья функционирования трофической системы почва-растение, которые были утрачены при сельскохозяйственном использовании территории. Особую

Original article

PROBABLE MECHANISM OF INFLUENCE OF HUMIC SUBSTANCES ON THE PRODUCTION PROCESS OF GREEN PLANTS

A.I. POPOV¹, V.N. ZELENKOV^{2,3},
T.V. TEPLYAKOVA⁴, M.V. MARKOV⁵

¹ SAINT PETERSBURG STATE UNIVERSITY

² ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC RESEARCH
INSTITUTE OF VEGETABLE GROWING –
THE BRANCH OF FSBSI, FEDERAL SCIENTIFIC
CENTER OF VEGETABLE GROWING

³ ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF
MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS

⁴ STATE RESEARCH CENTER OF VIROLOGY
AND BIOTECHNOLOGY “VECTOR”

⁵ MOSCOW STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Humic substances, being, in fact, black liquor (a product of alkaline hydrolysis of organic matter of natural objects) and are a complex mixture of various organic compounds. They are able to accelerate the circulation of nutrients within plants, increase the permeability of cell membranes, exhibit detoxological properties, optimize the ratio of organic and mineral anions in plants, use some organic components of humic substances as nutrients in plant nutrition and induce the induction of gene expression.

KEYWORDS: humic substances, black liquor, alkaline hydrolysis, green plants, plant production process, colloidal systems of natural polymers, organo-mineral compounds, plant organic

остроту данное направление приобретает в условиях сильного антропогенного пресса на агроэкосистемы [11, 12, 24, 33]. Эффективные и экономически оправданные воздействия на продукционный процесс зеленых сосудистых растений оказывают, так называемые, гуминовые вещества (ГВ) [8, 15, 24, 31, 43, 44, 57, 67, 73]. Чаще всего ГВ выделяются из различных природных объектов (почв, компостов, бурых углей, торфов и проч.) с помощью водных щелочных или нейтральных растворов солей, а также комбинации водных растворов щелочей и пирофосфата натрия [1, 2, 7, 14, 21, 56,

© 2023, А.И. Попов, В.Н. Зеленков, Т.В. Теплякова,
М.В. Марков

Поступила в редакцию 10.08.2023

68, 77, 80]. По мнению М.Н.В. Hayes [58], до сих пор не найдено удовлетворительной системы растворителей, которая была бы способна извлекать все вещества гуминовой природы (если, конечно, таковые присутствуют в природных объектах), сорбированные неорганическими коллоидами. Существует мнение [63, 64, 70], что выделение, так называемых гуминовых веществ, любыми водными щелочными растворами и их последующее фракционирование не является правильным, поскольку вместе с ГВ в жидкую фазу переходят и негуминовые вещества, такие как компоненты живых организмов и их постмортальных остатков, а также простые и сложные индивидуальные соединения. Недостатком всех видов извлечения и дальнейшего фракционирования ГВ является попадание одних и тех же материалов в разные фракции, что нежелательно [68]. Кроме того, общепринято, что ГВ, выделяемые из природных объектов (почв, торфов, сапропелей, компостов и проч.), соответствуют такому, присутствующим в этих же объектах. Но так ли это?

Цель публикации – на основе анализа научной литературы, охарактеризовать вещественный состав, так называемых гуминовых веществ, извлекаемых из природных объектов щелочными растворами, и объяснить возможный механизм действия растворов ГВ на продукционный процесс высших зелёных растений.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ

Существует мнение [22], что во время щелочного извлечения гуминовых веществ из почвенного органического материала (ПОМ) вместе с ними выделяются и индивидуальные соединения, а при дальнейшем разделении ГВ происходят, вероятно, сопутствующие реакции (например, гидролиз ГВ, включения части низкомолекулярных соединений (продуктов деструкции) в молекулы высокомолекулярных биополимеров.. Существует мнение [20], что преобладающая (если не вся) часть фульвокислот представлена сравнительно низкомолекулярными органическими соединениями, появляющимися в растворе при выполнении аналитических процедур в результате частичного гидролиза разнообразных высокомолекулярных соединений, в том числе ГВ и гумина.

Как показали исследования, проведенные в начале XX-го века, в состав НА гуминовых кислот входят: смоляные кислоты и их эфиры, глицериды жирных кислот (жиры), агростерин, фитостерин, парафиновая, лигноцериновая и агроцериновая кислоты, а в состав ГА фульвокислот ('креновых и апокреновых' кислот): диоксистеариновая кислота, пиколин-карбоновая кислота, пентозаны, ксантин, гипоксантин, цитозин, гистидин и аргинин [78]. Причем, гуминовые кислоты одной почвы могут иметь иной компонентный состав, чем таковые другой. Точно также в разных почвах состав фульвокислот различаются между собой. При

этом, органические соединения, выделенные из ПОМ водными щелочными растворами, можно разделить на две группы: одна группа – это соединения, которые плохо разлагаются микроорганизмами (например, смолы, воскообразные вещества, отчасти жиры, пентозаны), а вторая группа – промежуточные продукты распада белков (аминокислоты, дигидростариновая кислота), неуклеопротеидов (цитозин, ксантин, гипоксантин), алкалоидов и эфирных масел [5].

Как считал А.М. Трусов [40], гумусовые вещества создаются самими же исследователями из каких-либо почвенных органических соединений, а не находятся как таковые в почве. Например, смоляные кислоты, которые определяются в гуминовой кислоте не являются ее составными частями. Это продукт результата действия щелочи на почвенный гумус. Так, некоторые бурые вещества, которые извлекаются щелочными растворами из почвы, образовались при действии щелочи на ПОВ, а не находились как таковые в почве. При этом, при действии щелочи на ПОВ, из одних органических соединений образуются смоляные кислоты, а другие (например, дубильные вещества, хлорофиллы и инкрустирующие вещества) буреют. Дополнительные факты, подтверждающие точку зрения А.М. Трусова, появились лишь в конце 20-го и в начале 21-го веков.

Как следует из обзора Oriz V. с соавторами [69], вследствие щелочного воздействия на основные компоненты не древесной фитомассы, такие, как: лигнин, полисахариды и разные экстрактивные вещества, в водную жидкую фазу переходят олигомеры лигнина и сахаридов, образуя темноокрашенный коллоидный раствор, так называемый черный щёлок. Следует заметить, что в черном щёлке присутствуют продукты не только деструкции лигнина, но и продукты его последующей реполимеризации [39, 54, 74, 82]. При этом, все производные лигнина можно осадить путем добавления минеральной кислоты [69]. Заметим, ГК тоже выпадают в осадок при подкислении среды экстракции. В результате щелочного гидролиза биологического материала, содержащего белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды и т. д., водный раствор приобретает кофейный цвет и содержит молекулы небольших пептидов, аминокислоты, олиго- и моносахара, а также мыла (натриевые или калиевые соли высших карбоновых кислот) [84]. К тому же щелочной гидролиз белков приводит к образованию остатков лантанина и лизиноаланина, к разрушению аргинина, лизина и цистина [18], а также к хемосинтезу глицина и α -амино-*n*-масляной кислоты [51]. Интересно, что такие высокомолекулярные соединения, как ДНК и Fe-инозитфосфаты, теряют свою агрегативную устойчивость при подкислении щелочной вытяжки и оказываются в составе фракции гуминовых кислот, а низкомолекулярные кислоторастворимые компоненты, такие, как сахарофосфаты, Са-инозитфосфаты и др., попадают в состав фракции фульвовых кислот [16, 17].

Следует отметить, что разделение ГВ на ГК и ВК зависит от концентрации [30]. Так, если концентрация ГВ ниже критической концентрации мицелл (ККМ), то ГК сохраняют свою агрегативную устойчивость в водном растворе с рН = 1-2. И наоборот, чем концентрация ГВ выше ККМ, тем больше ГК выпадает в осадок в водном сильнокислом растворе.

Наше представление о выделении и разделении гуминовых веществ природных объектов приведено на рис. 1. Иными словами, гуминовые вещества (точнее черный щелок) – сложная смесь, состоящая из (1) моно- и олигомеров (продукты, унаследованные от исходного материала и/или образующиеся в результате щелочного гидролиза природных полимеров), (2) коллоидные системы природных полимеров (лигнин, полисахариды, жиры, воски, смолы, кероген и т.д.), (3) органоминеральные соединения, включая коллоидные системы, и (4) неорганические ионы и различные соединения, включая коллоидные системы.

То есть, раствор черного щелока представляют собой винегрет, состоящий из множества универсальных конструктивных и функциональных блоков. Эти блоки являются основой питания живых организмов, в соответствии с мнением А.М. Уголева [41]. По нашему мнению, именно это и является объяснением биологической активности 'гуминовых' препаратов. Понимание механизма воздействия 'гуминовых' пре-



Рис. 1. Схема выделения и разделения гуминовых веществ природных объектов

паратов на растения позволило нам разработать концептуальную модель, отражающую влияние органических соединений, входящих в 'гуминовые вещества' (ОС-ГВ) на биохимические, физико-химические и биофизические процессы, которые происходят в растениях. Модель построена на основе анализа научной литературы и собственных экспериментальных данных.

Согласно предлагаемой нами модели, биологическое влияние ГВ на растения обуславливается их разносторонними свойствами [3, 4, 8, 10, 19, 26, 60, 66, 76]. При этом, по мнению группы итальянских ученых [84, 85], черный щелок – ГВ может оказывать действие на физиологию растений посредством сложных транскрипционных (генно-регуляторных) сетей. За счет регулирования экспрессии некоторых генов, большинство которых вовлечены в клеточный цикл, а также в меристемную и цитоскелетную организацию, эти соединения оказывают влияние на физиологию и метаболизм растений.

Развивая научные положения, связанные с раскрытием механизмов биологической активности черного щелока (гумусовых веществ), нами разработана концептуальная модель участия ГВ в биохимических и биофизических процессах, происходящих в зеленых сосудистых растениях (рис. 2) [29]. В соответствии с предлагаемой моделью, физиологическая активность



Рис. 2. Концептуальная модель участия гуминовых веществ в биохимических, физико-химических и биофизических процессах, происходящих в зеленых сосудистых растениях при их некорневой обработке

черного щелока обусловлена: наличием в этих соединениях разнообразных функциональных групп, коллоидными свойствами и компонентным составом.

Черный щелок – кислотно-основный комплекс, точное набор полиамфолитов. Разнообразные функциональные группы этих соединений обуславливают их участие в химических реакциях окисления-восстановления (в том числе и обратимых) и реакционную способность этих соединений в целом. Реакционная способность черного щелока проявляется в возможности образования этими соединениями разнообразных металлоорганических комплексов, включая хелатные; во влиянии на осмотическое давление; в фермент-субстратных взаимодействиях; в детоксикации ксенобиотических веществ и соединений, а также в некоторых других процессах [26].

Участие ГВ в различных восстановительно-окислительных (редокс) процессах оптимизирует дыхание растений и отчасти фотосинтез [6, 8, 13, 34, 42, 43]. В то же время активизация фотосинтеза ОС-ГВ может быть обусловлена не столько с проявлением редокс-свойств черного щелока, сколько с ускорением транспорта и циркуляции пищевых веществ внутри растений [26]. В результате, чем интенсивнее дыхание растений и фотосинтез, тем лучше протекает биосинтез различных органических соединений.

Экспериментально установлено [75], что ГВ приводили к усилению реакций с образованием макроэргических связей, гидролиз которых сопровождается с выделением значительного количества энергии. Гумат калия интенсифицировал эндогенное дыхание и активность цитохромоксидазы в гомогенате из корней озимой пшеницы (*Triticum vulgare* Vill.) [79].

Вследствие того, что органические соединения, входящие в так называемые ГВ, способны образовывать хелатные соединения, эти вещества способствуют поступлению в растения биофильных элементов и в виде катионов, в частности железа, калия, меди, кальция, магния и других макро- и микроэлементов [6, 35, 36, 43, 44, 65], и в виде, например: фосфатов, нитратов, сульфатов [47, 65, 87]. Влияние ГВ на поглощение растениями нитратов может объясняться как гормоноподобным действием [55], так и геномными модификациями, вызываемыми гумусовыми кислотами [48]. Так, было найдено влияние ГВ на экспрессию белков-носителей нитратов [88]. Как было показано на примере кукурузы (*Zea mays* L.) ГВ могут непосредственно влиять на транскрипцию генов, отвечающих за поступление нитрат-ионов в корни растений [76].

Помимо этого, ГВ могут служить поставщиками органических анионов. Известно, что для благоприятного роста растений в клетках последних должно наблюдаться определенное соотношение органических и минеральных анионов [23]. Вероятно, органические

анионы, входящие в состав черного щелока (ГВ), способны выполнять в растениях роль противоионов для катионов (например, для K^+ , Na^+ , NH_4^+ и др.), оптимизируя соотношение анионов и приводя к снижению содержания нитратов в продукции растениеводства [10].

С позиции коллоидной химии черный щелок – набор разнообразных высокодисперсных коллоидных частиц разной структуры, которые обладают заряженной поверхностью и как следствие поверхностно-активными свойствами частиц. Заряд поверхности коллоидных частиц ГВ создает условия для проявления ОС-ГВ сорбционной и ионообменной активностей, а также проявления электростатических взаимодействий. Эти соединения также проявляют поверхностно-активные свойства [4] в связи с чем ОС-ГВ, попав в растения, гидрофилизируют стенки проводящей системы и облегчают пиноцитоз, влияют на биоэлектрические реакции и осмотическое давление, оказывают ионофорное действие, что в итоге ускоряет передвижение и циркуляцию питательных веществ в растениях. Чем лучше транспорт и круговорот питательных веществ в растениях, тем выше скорость фотосинтеза, тем больше поступает в растения соединений минерального питания, а как следствие – ускоряется рост и развитие сельскохозяйственных культур. Сельскохозяйственные культуры более полно используют внесенные в почву удобрения. Иначе говоря, возрастает коэффициент использования удобрений [23, 26].

Биостимулирующая активность ГВ была наибольшей во фракциях с относительно небольшой молекулярной массой [67, 72, 86], причем, относительно низкомолекулярные гумусовые соединения поступают в клетки растений легче, чем их более высокомолекулярные аналоги. Низкомолекулярная фракция ГВ передвигается по симпласту и непосредственно влияет на метаболизм растений, а более высокомолекулярная фракция ГВ передвигается по апопласту и влияет на процессы, связанные с функционированием клеточной стенки растений [67]. Относительно низкомолекулярная фракция ГВ тоже может передвигаться по апопласту, оказывая при этом воздействие на плазмалемму [86]. Экспериментально установлено, что величина модуля упругости клеточных стенок корней растений зависит от содержания водорастворимых ГВ в корневой системе растений [9].

Компонентный состав ОС-ГВ, несомненно, сказывается не только на трофичности, но и на некоторых других биологических свойствах этих специфических соединений. Некоторые компоненты гумусовых соединений, представляющие собой структурные фрагменты биологических макромолекул, могут также поглощаться и усваиваться растениями. В этом случае растения «экономят» энергию, а чем больше величина «сэкономленной» энергии, тем больше выраба-

тывается фитонцидов и фитоалексинов – активных средств защиты растений. В результате растительные культуры меньше болеют [26].

В благоприятном влиянии органических соединений гуминовых веществ (ОС-ГВ) на растения некоторые исследователи [32, 50, 52, 75] находят аналогию с действием фитогормонов – ауксинов (в большей мере), гиббереллинов и прочее. Причем, так называемые гуминовые кислоты обладают выраженной ауксиноподобной активностью в более широком диапазоне концентраций, чем собственно ауксины [45]. Возможно, ОС-ГВ способны синергетически или антагонистически взаимодействовать со многими регуляторами роста растений [71, 83]. Кроме того, ОС-ГВ способны активировать синтетический репортер ауксина DR5::GUS и усиливать транскрипцию раннего ауксин-зависимого гена IAA19 [84, 85].

ГК так же, как и индолуксусная кислота, индуцируют развитие боковых корней посредством согласованной активации плазмалеммы и насоса тонопласта H⁺ [89]. Помимо ауксин-подобной активации ГВ может быть задействована гиббереллиноподобная сигнализация для прерывания покоя семян [53]. Как было обнаружено [49, 53, 61], ГВ может снижать вызванный солью стресс у некоторых растений (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., *Phaseolus vulgaris* L, *Zea mays* L). Таким образом, ГВ задерживают опосредованную солью деградацию переносчика натрия высокоаффинным транспортером K⁺ 1 (НКТ1), T1), что приводит к усилению выхода натрия [62].

ГВ (черный щелок) способны принимать участие в детоксикации ксенобиотиков в зеленых сосудистых растениях [46]. Так, ГВ способны повышать устойчивость растений к действию ионизирующей радиации и пестицидов [6], снижать ингибирующее последствие

А. И. ПОПОВ, В. Н. ЗЕЛЕНКОВ,
Т. В. ТЕПЛЯКОВА, М. В. МАРКОВ
ВЕРОЯТНЫЙ МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ ГУМИНОВЫХ
ВЕЩЕСТВ НА ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ЗЕЛЕННЫХ
РАСТЕНИЙ

ствие остаточных количеств гербицидов и уменьшать накопление их в конечной продукции растениеводства [46]. Роль черного щелока в защите растений от воздействия пестицидов может быть многообразной – от выполнения функции сорбента до роли индуктора систем детоксикации [37].

Всё вышперечисленные примеры влияния черного щелока на физиолого-биохимические процессы в растениях будут способствовать улучшению роста, развития и продуктивности растений, а также увеличению их устойчивости к стрессам. В качестве примера приведены обобщённые (за 25-летний период) результаты полевых производственных опытов с растворами ГВ, проводимых в разных климатических зонах (рис. 3) [29].

Биологическая активность ГВ играет важную роль как в обеспечении высокой биологической продуктивности системы почва–растение, так и в повышении устойчивости этой системы к неблагоприятным воздействиям. Была выявлена следующая закономерность при применении некорневых обработок растворами ГВ: (1) при высоком производственном потенциале почв и благоприятных агрометеорологических условиях наблюдалось относительно невысокое увеличение урожайности сельскохозяйственных культур; (2) при экстремальных агрометеорологических обстоятельствах, но при хорошей обеспеченности почвы основными элементами минерального питания растений (НРК), эффект был максимальным [15, 25, 27].

Следует добавить, что некорневая обработка растворами ГВ материнских растений является одним из путей улучшения посевных свойств семян зерновых. В результате проведённых исследований [38] было выявлено, что некорневая обработка ярового ячменя растворами ГВ привела к улучшению динамических свойств семян – всхожести и энергии прорастания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Биологическая активность ГВ обусловлена: наличием в этих соединениях разнообразных функциональных групп, коллоидными свойствами и компонентным составом. Гуминовые вещества способны: ускорять циркуляцию питательных веществ внутри растений, увеличивать проницаемость клеточных мембран, тем самым облегчать поступление и передвижение питательных веществ в культурных растения, снимать стресс у сельскохозяйственных культур после применения пестицидов, оптимизировать в растениях соотношения органических и минеральных анионов, использовать некоторые компоненты ГВ, представляющие собой структурные фрагменты биологических макромолекул, и вызывать индукцию экспрессии генов.

Таким образом, в самом общем виде модель универсальна для высших зеленых растений и иллюстрирует, что биологическая активность ГВ является ин-

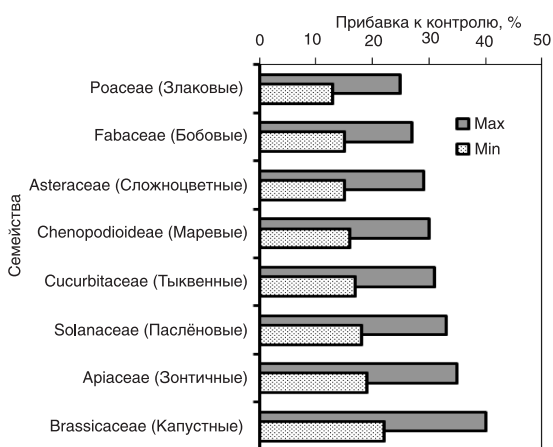


Рис. 3.

Увеличение урожайности (% к контролю) для разных семейств сельскохозяйственных культур при применении некорневых обработок гуминовыми препаратами. Авторские данные по результатам 25-летних исследований

тегральным отображением свойств этих соединений. Гуминовые вещества, вследствие их прямого влияния на биохимические и биофизические процессы растений, позволяют ускорить рост и развитие сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. **АЛЕКСАНДРОВА Л.Н.** Гумусовый режим пахотных дерново-подзолистых почв и пути его регулирования. Гумус и почвообразование / Научные труды Ленинградского сельскохозяйственного института. Ленинград-Пушкин, 1977. № 329. С. 3–16.
2. **АЛЕКСАНДРОВА Л.Н.** Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Наука, 1980.
3. **АЗАНОВА-ВАФИНА Ф.Г.** О комплексном характере действия физиологически активных гумусовых веществ на растения / Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1992. №10(946). С. 61–69.
4. **ВАХМИСТРОВ Д.Б., МИШУСТИНА Н.Е., ЗВЕРКОВА О.А., ДЕБЕНЕЦ Е.Ю.** Поверхностная активность гуминовых кислот – одна из причин их стимулирующего действия на рост растений // Физиология растений. 1989. № 36. С. 980–989.
5. **ГЛИНКА К.Д.** Почвоведение. 5-е издание. Государственное издательство сельскохозяйственной и колхозно-кооперативной литературы, М.–Л. 1932.
6. **ГОРОВАЯ А.И., ОРЛОВ Д.С., ЩЕРБЕНКО О.В.** Гуминовые вещества: Строение, функции, механизм действия, протектор, свойства, экологическая роль. Киев: Naukova dumka. 1995.
7. **ГРИШИНА Л.А., ОРЛОВ Д.С.** Система показателей гумусного состояния почв. Советские почвоведы к 6-му Международному конгрессу почвоведов в Канаде 1978 г. Проблемы почвоведения. М.: Наука. 1978. С. 42–47.
8. **ГУМИНЬСКИ С.** Современные точки зрения на механизм физиологических эффектов, вызываемых в растительных организмах гумусовыми соединениями // Почвоведение. 1968. № 9. С. 62–69
9. **ЕРМАКОВ Е.И., КТИТОРОВА И.Н., СКОБЕЛЕВА О.В.** Влияние гумусовых кислот на механические свойства клеточных стенок // Физиология растений, 2000. №47(4). С. 591–599.
10. **ЕРМАКОВ Е.И., ПОПОВ А.И.** Аспекты управления круговоротом органического вещества в системе почва-растение // Вестник Россельхозакадемии. 2001. № 1. С. 58–62.
11. **ЕРМАКОВ Е.И., ПОПОВ А.И.** Некорневая обработка растений гуминовыми веществами, как экологически гармоничная корректировка продуктивности и устойчивости агроэкосистем // Вестник Россельхозакадемии. 2003. № 4. С. 7–11.
12. **ЕРМАКОВ Е.И., ПОПОВ А.И.** Развитие представлений о влиянии гуминовых веществ на метаболизм и продуктивность растений // Вестник Россельхозакадемии. 2003. №2. С. 16–20.
13. **КОМИССАРОВ И.Д., КЛИМОВА А.А.** Влияние гуминовых кислот на фотосинтез и дыхание растений. Гуминовые препараты / Научные труды Тюменского сельскохозяйственного института. Тюмень. 1971. Т. 14. С. 200–212.
14. **КОНОНОВА М.М.** Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. М.: Изд-во АН СССР. 1963.
15. **КУЗНЕЦОВ В.И., ПОПОВ А.И.** Оптимизация потенциальных возможностей управления и регулирования урожая сельскохозяйственных культур. Системы высокоурожайного земледелия и биотехнологии как основа инновационной модернизации АПК в условиях климатических изменений / Материалы Всероссийской научно-практической конференции (16–17 марта 2011 г., г. Уфа). В двух частях. Часть II. Уфа: НВП «БашИнком», ФГОУ ВПО Башкирский государственный аграрный университет, 2011. С. 39–54.
16. **МАКАРОВ М.И.** Соединения фосфора в гумусовых кислотах почвы // Почвоведение. 1997. №4. С. 458–466.
17. **МАКАРОВ М.И.** Фосфор органического вещества почв. М.: ГЕОС. 2009.
18. **МАКСИМЮК Н.Н., МАРЬЯНОВСКАЯ Ю.В.** О преимуществах ферментативного способа получения белковых гидролизатов // Фундаментальные исследования. 2009. №1. 34 с.
19. **ОВЧИННИКОВА Т.Ф.** Влияние гидрогумата гуминового препарата из торфа на пролиферативную активность и метаболизм дрожжевых микроорганизмов. Гуминовые вещества в биосфере / Научные доклады высшей школы, Биологические науки. 1991. №10(334). С. 87–90.
20. **ОРЛОВ Д.С.** Почвенные фульвокислоты: история изучения, значение и реальность // Почвоведение, 1999. № 9. С. 1165–1171.
21. **ОРЛОВ Д.С., БИРЮКОВА О.Н., РОЗАНОВА М.С.** Пересмотренная система параметров статуса гумусовых почв и их евразийские генетических горизонты // Евразийское почвоведение. 2004. №37 (8). С. 798–805.
22. **ОРЛОВ Д.С., БИРЮКОВА О.Н., СУХАНОВА Н.И.** Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: Наука. 1996.
23. **ОСМОЛОВСКАЯ Н.Г., ИВАНОВА И.Л.** Регуляция ионного баланса в листьях фасоли и свёклы при аммонийном и нитратном питании // Физиология растений. М.: Наука. 1989. № (36)5. С. 1028–1034.
24. **ПОПОВ А.И.** Биологическая коррекция продуктивности агрофитоценозов // Вестник С.-Петербургского университета. Биология. 2006. Серия 3. №1. С. 136–147.
25. **ПОПОВ А.И.** Биологическая коррекция продук-

- тивности растений – третий эволюционный шаг // Вестник РАЕН. 2014. №5. С. 3–7.
26. **Попов А.И.** Гуминовые вещества: свойства, строение, образование. Под ред. Е.И. Ермакова, СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета, 2004.
 27. **Попов А.И.** Некорневая обработка сельскохозяйственных культур растворами гуминовых веществ – как активатор продукционного процесса сельскохозяйственных культур. Экологические проблемы современного овощеводства и качество овощной продукции / Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Овощи – Качество – Здоровье» (23–24 сентября 2014 г.). Ред. С.С. Литвинова. Ч. 1. М.: ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства. 2014. С. 452–456.
 28. **Попов А.И., Зеленков В.Н., Иванова М.И., Латушкин В.В., Новиков В.Б., Елисева А.Г., Леонова И.Б.** Продуктивность растений салата листового в зависимости от вида субстрата-почвозаменителя в условиях замкнутой системы фитотрона ИСР-1 // Актуальная биотехнология. 2018. №3(26). С. 395–399.
 29. **Попов А.И., Панина Е.П., Ергенова С.Е.** Механизмы действия гуминовых веществ на растения / Гумус и почвообразование. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2015. С. 19–26.
 30. **Попов А.И., Сазанова Е.В., Холостов Г.Д., Бирилко Д.А.** Поправки к некоторым показателям гумусового состояния почв. Гуминовые вещества в биосфере. Материалы 7-й Всероссийской научной конференции с международным участием, посвящённой 90-летию со дня рождения профессора Д.С. Орлова, и 3-й Международной научной школы «Методы оценки биологической активности гуминовых продуктов» (Москва, 4–8 декабря 2018 г.). М.: МАКС ПРЕСС. 2018. С. 27–28.
 31. **Попов А.И., Суханов П.А.** Гуминовые препараты – эффективное средство биологической коррекции минерального питания сельскохозяйственных культур, их роста и развития // Информационно-аналитический бюллетень Комитета по сельскому хозяйству правительства Ленинградской области. СПб.: Агро-Пилот. 2002. №18–19. С. 23–41.
 32. **Попов А.И., Чертов О.Г.** О трофической функции органического вещества почв // Вестник С.-Петербургского университета. Серия биол. 1993. №3(17). С. 100–109.
 33. **Попов А.И., Чертов О.Г.** Гуминовые вещества – важное звено в функционировании системы почва-растение. Гумус и почвообразование / Сборник научных трудов С.-Петербургского государственного аграрного университета. СПб., 1997. С. 24–31.
 34. **Прат С.** Влияние гуминовых соединений на метаболизм растений // Вестник Московского университета. 1965. Сер. 6. №1. С. 26–32.
 35. **Прозоровская А.А.** Влияние гуминовой кислоты и её производных на поступление азота, фосфора, калия и железа в растения. Органо-минеральные удобрения. Сборник химико-технологических и агрохимических работ / Труды Научного института удобрений и инсектофунгицидов. 1936. № 127. С. 143–161.
 36. **Рассказова Л.В.** Использование растениями кальция и магния, связанных с органическим веществом. Особенности культурного почвообразовательного процесса и моделирование плодородия почв Нечернозёмной зоны РСФСР / Сборник научных трудов Северо-Западного научно-исследовательского Института сельского хозяйства, Ленинград, 1989. С. 61–66.
 37. **Сосновская О.Н., Приходько Л.А., Булгакова М.П.** Формирование растениями систем детоксикации агразина в зависимости от условий питания и присутствия ФАВ гумусовой природы. Теория действия физиологически активных веществ / Труды Днепропетровского сельскохозяйственного института. Днепропетровск. 1983. №8. С. 44–47.
 38. **Стефанова Н.А., Попов А.И.** Влияние некорневой обработки гуминовыми веществами на посевные качества семян ячменя // Информационно-аналитический бюллетень. Комитета по сельскому хозяйству правительства Ленинградской области. СПб.: Агро-Пилот. 2002. № 18–19. С. 63–64.
 39. **Тарабанько В.Е., Ильина И.И., Петухов Д.В., Первышина Е.П.** О механизме окислительного расщепления углерод-углеродной связи лигнинов в щелочной среде // Химия растительного сырья. 1997. № 3. С. 51–58.
 40. **Трусов А.Г.** Материалы к изучению почвенного гумуса. Часть 1-я. Процессы образования «гуминовой кислоты». Экспериментальное исследование. Петроград: Типография ММ Стасюлевича. 1917.
 41. **Уголев А.М.** Теория адекватного питания и трофология. Наука и технический прогресс. Л.: Наука. 1991.
 42. **Флейг В.** О влиянии гумусовых веществ на обмен веществ растений. Междунар. конгресс по торфу. Ленинград, СССР. 1963.
 43. **Христева Л.А.** Действие физиологически активных гуминовых кислот на растения при неблагоприятных внешних условиях // Гуминовые удобрения: Теория и практика их применения. Днепропетровск. 1973. № 4. С. 5–23.
 44. **Христева Л.А.** Участие гуминовых кислот и других органических веществ в питании высших растений // Почвоведение. 1953. №10. С. 46–50.
 45. **Чуков С.Н., Талашкина В.Д., Надпорожская М.А.** Физиологическая активность ростовых

- стимуляторов и гуминовых кислот почв. Евразийское почвоведение. 1995. №2. С. 169–174.
46. ЯРЧУК И.И., БУГАКОВА М.П. Физиологически активные вещества гумусовой природы как экологический фактор детоксикации остаточных количеств гербицидов // Гуминовые вещества в биосфере. Научные доклады высшей школы, Биол. науки, 1991. №10. (334). С. 75–80.
 47. ALBUZIO A, FERRARI G, NARDI S. Effects of HS on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. *Can. J. Soil Sci.*, 1986. N66. P. 731–736.
 48. ATTINÀ E., NOSTRO G., SIDARI M., CACCO G. Changes in gene structure and its expression induced by HS in plant tissues. First Workshop of Int. Soil Sci Society, Working Group. MO, Canada, 1992. P. 11–15.
 49. AYDIN A., KANT C., TURAN M. Humic acid application alleviates salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage // *African Journal of Agricultural Research*, 2012. N7. P. 1073–1086.
 50. BOTTOMLEY W.B. Some effects of organic growth-promotion substances (auximones) on the growth of *Lemma minor* in mineral cultural solutions // *Proc. of the Royal Society of London, Biology*, 1917. N 89. P. 481–505.
 51. BREMNER J. Alkaline Decomposition of Amino acids. *Nature*. 1951. N168. P. 518.
 52. CACCO G., DELL'AGNOLA G. Plant growth regulator activity of soluble humic complexes // *Can. J. Soil Sci.* 1984. N64. P. 225–228.
 53. CHA J.Y., KIM T.W., CHOI J.H., JANG K.S., KHALEDA L., KIM W.Y., JEON J.R. Fungal laccase-catalyzed oxidation of naturally occurring phenols for enhanced germination and salt tolerance of *Arabidopsis thaliana*: A green route for synthesizing humic-like fertilizers // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2017. N 65. P. 1167–1177.
 54. CORDOSO M., OLIVEIRA E.D., PASSOS M.L. Chemical composition and physical properties of black liquors and their effects on liquor recovery operation in Brazilian pulp mills. *Fuel*, 2009. N88(4). P. 756–763.
 55. DELL'AGNOLA G., NARDI S. Hormone-like effect of enhanced nitrate uptake induced by depolycondensed humic fractions obtained from *Allolobophora rosea* and *A. caliginosa* faeces // *Biol. Fertil. Soils*, 1987. N4. P. 115–118.
 56. FLAIG W., BEUTELSPACHER H., RIETZ E. Chemical Composition and Physical Properties of Humic Substances. *Soil Components. Organic Components*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1975. Vol. 1. P. 1–111.
 57. HAFEZ M., RASHAD M., POPOV A.I. The biological correction of agro-photosynthesis of soil plant productivity // *Journal of Plant Nutrition*. Published online. 2020. DOI: 10.1080/01904167.2020.1799008.
 58. HAYES M.H.B. Solvent Systems for the Isolation of Organic Components from Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2006. N70. P. 986–994.
 59. HILLITZER A. Uber den einfluss der humusstoffe auf das wurzelwachstum. *Beihefte Bot. Ztbl.* 1932. N49. P. 467–480.
 60. JEON J-R., YOON H.Y., SHIN G-I., JEONG S.Y., CHA J-Y., KIM W-Y. Structure and action mechanism of humic substances for plant stimulations // *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 2018. N38(3). P. 175–179.
 61. KHALED H., FAWY H.A. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity // *Soil and Water Research*. 2011. N6. P. 21–29.
 62. KHALEDA L., PARK H.J., YUN D.J., JEON J.R., KIM M.G., ET AL. Humic acid confers HIGH-AFFINITY K⁺ TRANSPORTER 1-mediated salinity stress tolerance in *Arabidopsis* // *Molecules and Cells*. 2017. N40. P. 966–975.
 63. KLEBER M., LEHMANN J. Humic Substances Extracted by Alkali Are Invalid Proxies for the Dynamics and Functions of Organic Matter in Terrestrial and Aquatic Ecosystems // *Journal of Environmental Quality*, 2019. N48(2). P. 207–216.
 64. LEHMANN J., KLEBER M. The contentious nature of soil organic matter // *Nature*, 2015. N528. P. 60–68.
 65. MAGGIONI A., VARANINI Z., NARDI S., PINTON R.. Action of soil humic matter on plant roots: stimulation of ion uptake and effects on (Mg²⁺, K⁺) ATPase activity. // *Sci. Total Env.* 1987. N62. P. 355–363.
 66. NARDI S., CONCHERI G., DELL'AGNOLA G. Biological activity of humic substances // *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems*. Ed A. Piccolo. Elsevier, Amsterdam. 1996. P. 361–406.
 67. NARDI S., PIZZEGHELLO D., MUSCOLO A., VIANELLO A. Physiological effects of HS on higher plants—review // *Soil Biol. Biochem.* 2002. N34(11). P. 1527–1536.
 68. OLK D.C., BLOOM P.R., PERDUE E.M., MCKNIGHT D.M., CHEN Y. ET AL. Environmental and Agricultural Relevance of Humic Fractions Extracted by Alkali from Soils and Natural Waters // *Journal of Environmental Quality*, 2019. N48(2). P. 217–232.
 69. ORIEZ V., PEYDECASTAING J., PONTALIER P-Y. Lignocellulosic Biomass Mild Alkaline Fractionation and Resulting Extract Purification Processes: Conditions, Yields, and Purities // *Clean Technologies and Environmental Policy*. Springer Verlag. 2020. N2(1). P. 91–115.
 70. PAUL E.A. The nature and dynamics of soil organic matter: Plant inputs, microbial transformations, and organic matter stabilization // *Soil Biology and Biochemistry*. 2016. N98. P. 109–126.
 71. POAPST P.A., SCHNITZER M. Fulvic acid and adventitious root formation // *Soil Biol. Biochem.* 1971. N3. P. 215–219.

72. POST B., HEMPFLING R., KLAMBERG H., SCHULTEN H.-R. Zur Charakterisierung von Boden-Huminstoffen. *Fresenius Z. Anal. Chem.* 1988. N331. P. 273–281.
73. PRISA D. Qualitative and physiological effect of humic substances on *Hawortia tessellata* and *Hawortia papillosa* // International Journal of Scientific Research in Multidisciplinary Studies, 2020. N6(3). P. 1–5.
74. Production of Biofuels and Chemicals from Lignin. Biofuels and Biorefineries. Book 6. Eds Zhen Fang and RL Smith Jr. Springer Verlag, Singapore. 2016.
75. ŘEŘÁBEK J. The relation of humic acids to the inhibition of plant straight growth // *Naturwissenschaften*. 1963. N50. P. 309–310.
76. QUAGGIOTTI S., RUPERTI B., PIZZEGHELLO D., FRANCIOSO O., TUGNOLI V., NARDI S. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). *J. Exp. Bot.* 2004. N55(398). P. 803–813.
77. SCHNITZER M. Humus Substances: Chemistry and Reactions // Soil Organic Matter. Eds M Schnitzer and SU Khan. Development of Soil Sci. Ottawa. 1978. N8. P. 1–64.
78. SCHREINER O., SHOREY E.C. Chemical nature of soil organic matter. Bulletin of the Bureau of Soils. US Department of Agriculture. Government Printing Office, Washington. 1910. V. 74.
79. ŠMIDOVÁ M. Über den Einfluss von Na-Humat auf die Oxydations-Reduktions-Prozesse in den Wurzeln von Winterweizenpflanzen. Studies about Humus. Symp. Humus and Plant (Phaha and Brno 28 September 6 October, 1961 yr.). Eds: Acad S Prát and prof. V. Rypáček. Publishing House of the Czechoslovak Academy of Science, Prague, 1962. P. 291–304.
80. SWIFT R.S. Organic matter characterization. Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. Ed DL Sparks. SSSA Book Series no. 5. Soil Science Society of America and American Society Agronomy, Madison, WI, 1996. P. 1011–1069.
81. THACKER H.L. Chapter 6: Alkaline hydrolysis. Carcass disposal: a comprehensive review. National Agricultural Biosecurity Center Consortium USDA APHIS Cooperative Agreement Project Carcass Disposal Working Group, National Agricultural Biosecurity Center, Kansas State University, Kansas. 2004.
82. THRING R.W., CHORNET E., BOUCHARD J., VIDAL P.F., OVEREND R.P. Characterization of lignin residues derived from the alkaline hydrolysis of glycol lignin // *Canadian Journal of Chemistry*, 1990. N68(1): P. 82–89.
83. TICHÝ V. Physiological and morphological responses of plants to the presence of humus substances. *Scr. Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun.*, 1982. N12. P. 401–406.
84. TREVISAN S., BOTTON A., VACCARO S., VEZZARO A., QUAGGIOTTI S., NARDI S. Humic substances affect *Arabidopsis* physiology by altering the expression of genes involved in primary metabolism, growth and development. *Environmental and Experimental Botany*. 2011. N74. P. 45–55.
85. TREVISAN S., PIZZEGHELLO D., RUPERTI B., FRANCIOSO O., SASSI A., ET AL. Humic substances induce lateral root formation and expression of the early auxin-responsive IAA19 gene and DR5 synthetic element in *Arabidopsis*. *Plant Biology*, 2010. N12(4). P. 604–614.
86. VAUGHAN D. Effetto delle sostanze umiche sui processi metabolici delle piante. Sostanze Umiche effetti sul terreno e sulle piante. Eds R.G. Burns, G. Dell'Agnola, S. Miele, S. Nardi, G. Savaini, M. Schitzer, P. Sequi, D. Vaughan, SA Visser. Ramo Editoriale degli Agricoltori, Roma, 1986. P. 59–81.
87. VAUGHAN D., MACDONALD I.R. Effects of humic acid on protein synthesis and ion uptake in beet discs. *J. Exp. Botany*, 1971. N22. P. 400–410.
88. VAUGHAN D., MALCOLM R.E., ORD B.G. Influence of humic substances on biochemical processes in plants. *Soil Organic Matter and Biological Activity*. Eds D. Vaughan, R.E. Malcolm.: Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster, The Netherlands, 1985. P. 77–108.
89. ZANDONADI D.B., CANELLAS L.P., FAÇANHA A.R. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation. *Planta*, 2007. N225. P. 1583–1595.

REFERENCES

1. ALEKSANDROVA L.N. Humus regime of arable sod-podzolic soils and ways of its regulation. *Humus and soil formation*. Scientific Proceedings of the Leningrad Agricultural Institute. Leningrad-Pushkin, 1977;329:3–16. (In Russian).
2. ALEKSANDROVA L.N. Organic matter of soil and processes of its transformation. Leningrad: Nauka. 1980. (In Russian).
3. AZANOVA-VAFINA F.G. On the complex character of the action of physiologically active humus substances on plants. *Scientific reports of the higher school*. Biological Sciences, 1992;10(946):61–69. (In Russian).
4. VAKHMISTROV D.B., MISHUSTINA N.E., ZVERKOVA O.A., DEBENETS E.J. Surface activity of humic acids is one of the reasons for their stimulating effect on plant growth. *Physiologiya rastenii*. 1989;36:980–989. (In Russian).
5. GLINKA K.D. Soil Science. 5th edition. State Publishing House of Agricultural and Collective Farm and Cooperative Literature, Moscow-Leningrad. 1932. (In Russian).
6. GOROVAYA A.I., ORLOV D.S., SCHERBENKO O.V. Humic substances: Structure, functions, mechanism of action, protector, properties, ecological role. Kiev: Naukova dumka. 1995. (In Russian).

7. GRISHINA L.A., ORLOV D.S.. The system of indicators of humus condition of soils. Soviet Soil Scientists for the 6th International Congress of Soil Scientists in Canada 1978. Problems of soil science. Moscow: Nauka. 1978:42–47. (In Russian).
8. GUMINSKY S. Modern points of view on the mechanism of physiological effects caused in plant organisms by humus compounds. *Pochvovedenie*. 1968;(9):62–69. (In Russian).
9. ERMAKOV E.I., KTI TOROVA I.N., SKOBELEVA O.V. Influence of humic acids on the mechanical properties of cell walls. *Phyziologiya rastenii (Plant Physiology)*, 2000;47(4):591–599. (In Russian).
10. ERMAKOV E.I., POPOV A.I. Aspects of management of organic matter cycle in the plant-soil system. *Vestnik Rosselkhozakademii*, 2001;(1):58–62. (In Russian).
11. ERMAKOV E.I., POPOV A.I. Non-root treatment of plants with humic substances as ecologically harmonious adjustment of productivity and sustainability of agroecosystems. *Vestnik Rosselkhozakademii*. 2003;(4):7–11. (In Russian).
12. ERMAKOV E.I., POPOV A.I. Development of ideas about the influence of humic substances on plant metabolism and productivity. *Vestnik Rosselkhozakademii*. 2003;(2):16–20. (In Russian).
13. KOMISSAROV I.D., KLIMOVA A.A. Effect of humic acids on photosynthesis and respiration of plants. *Humic preparations*. Scientific works of the Tyumen Agricultural Institute. Tyumen, 1971; 14:200–212. (In Russian).
14. KONONOVA M.M. Organic matter of soil, its nature, properties, and methods of study. Moscow: USSR Academy of Sciences Publishing House. 1963. (In Russian).
15. KUZNETSOV V.I., POPOV A.I. Optimization of the potential of crop yield management and regulation. Systems of high-yield agriculture and biotechnology as the basis for innovative modernization of the agroindustrial complex under climate change. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference (March 16–17, 2011, Ufa). In two parts. Part II. Ufa: NVP “BashInkom”, FGOU VPO Bashkir State Agrarian University. 2011:39–54. (In Russian).
16. MAKAROV M.I. Phosphorus compounds in soil humic acids. *Pochvovedenie*. 1997;(4):458–466. (In Russian).
17. MAKAROV M.I. Phosphorus of soil organic matter. GEOS, Moscow. 2009. (In Russian).
18. MAKSIMYUK N.N., MARYANOVSKAYA S.V. On the advantages of the enzymatic method of obtaining protein hydrolysates. *Fundamental research*. 2009;(1):34–35. (In Russian).
19. OVCHINNIKOVA T.F. Influence of humic hydrogumate from peat on proliferative activity and metabolism of yeast microorganisms. *Humic substances in the biosphere*. Scientific reports of the higher school, Biological Sciences, 1991;10;(334):87–90. (In Russian).
20. ORLOV D.S. Soil fulvic acids: History of study, importance and reality. *Pochvovedenie*. 1999;(9):1165–1171. (In Russian).
21. ORLOV D.S., BIRYUKOVA O.N., ROZANOVA M.S. Revised system of the humus status parameters of soils and their genetic horizons eurasian soil. *Eurasian Soil Science*, 2004;37(8):798–805. (In Russian).
22. ORLOV D.S., BIRYUKOVA O.N., SUKHANOVA N.I. Organic matter of soils of the Russian Federation. Moscow: Nauka. 1996. (In Russian).
23. OSMOLOVSKAYA N.G., IVANOVA I.L. Regulation of ionic balance in bean and beet leaves under ammonium and nitrate nutrition. *Phyziologiya rastenii*. Moscow: Nauka. 1989;(36)5:1028–1034. (In Russian).
24. POPOV A.I. Biological correction of agrophytocenosis productivity. *Vestnik St. Petersburg University. Series 3. Biology*, 2006;1:136–147. (In Russian).
25. POPOV A.I. Biological correction of plant productivity – the third evolutionary step. *Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences*. 2014;(5):3–7. (In Russian).
26. POPOV A.I. Humic substances: properties, structure, formation. Ed EI Ermakov, Publishing house of St. Petersburg State University, St. Petersburg. (In Russian).
27. POPOV A.I. Root treatment of crops with humic solutions as an activator of the productive process of crops. Ecological problems of modern vegetable production and quality of vegetable products. Collection of scientific papers on the materials of the International Scientific-Practical Conference “Vegetables-Quality-Health” (September 23–24, 2014). Ed. SS Litvinova. Vol. 1. FGBNU All-Russian Research Institute of Vegetable Growing, Moscow. 2014;452–456. (In Russian).
28. POPOV A.I., ZELENKOV V.N., IVANOVA M.I., LATUSHKIN B.B., NOVIKOV V.B. ET AL. Productivity of leaf lettuce plants depending on the substrate-soil substitute in the closed system of phytotron ISR-1. *Actual Biotechnology*. 2018;3(26):395–399. (In Russian).
29. POPOV A.I., PANINA E.P., ERGENOVA S.E. Mechanisms of humic substances action on plants. Humus and soil formation. St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg. 2015;19–26. (In Russian).
30. POPOV A.I., SAZANOVA E.V., KHOLOSTOV G.D., BIRILKO D.A. Corrections to some indicators of the humus state of soils. Humic substances in the biosphere. Proceedings of the 7th All-Russian Scientific Conference with international participation, dedicated to the 90th anniversary of Prof. DS Orlov and the 3rd International Scientific School “Methods of evaluation of biological activity of humic products” (Moscow, December 4–8, 2018). MAX PRESS, Moscow. 2018:27–28. (In Russian).
31. POPOV A.I., SUKHANOV P.A. Humic preparations – effective means of biological correction of mineral nutrition of crops, their growth and development. *Agro-Pilot, Informational and Analytical Bulletin of the*

- Committee on Agriculture of the Government of the Leningrad Region*. St. Petersburg, 2002;(18–19):23–41. (In Russian).
32. **ПОПОВ, А.И., ЧЕРТОВ, О.Г.** On the trophic function of soil organic matter. *Bulletin of St. Petersburg University. A series of biol.* 1993;3(17):100–109. (In Russian).
 33. **ПОПОВ А.И., ЧЕРТОВ О.Г.** Humic substances – an important link in the functioning of the ‘soil-plant’ system. Humus and soil formation. Collection of scientific works of St. Petersburg State Agrarian University. St. Petersburg. 1997;24–31. (In Russian).
 34. **PRÁT S.** Effect of humic compounds on plant metabolism. *Vestnik of Moscow University*. 1965;6;(1):26–32. (In Russian).
 35. **PROZOROVSKAYA A.A.** Effect of humic acid and its derivatives on the intake of nitrogen, phosphorus, potassium and iron in plants. Organo-mineral fertilizers. Collection of chemical-technological and agrochemical works. Proceedings of the Scientific Institute of Fertilizers and Insectofungicides. 1936;127:143–161. (In Russian).
 36. **RASSKAZOVA L.V.** The use of calcium and magnesium by plants associated with organic matter. Peculiarities of the cultural soil-formation process and modeling of soil fertility in the Non-Chernozem zone of the RSFSR. Collection of Scientific Works of the North-West Research Institute of Agriculture, Leningrad, 1989;61–66. (In Russian).
 37. **SOSNOVSKAYA O.N., PRIKHODKO L.A., BULGAKOVA M.P.** Formation by plants of atrazine detoxification systems depending on nutritional conditions and the presence of FAV of humus nature. Theory of action of physiologically active substances. Proceedings of the Dnepropetrovsk Agricultural Institute. Dnepropetrovsk. 1983;(8):44–47. (In Russian).
 38. **STEFANOVA N.A., POPOV A.I.** Effect of foliar treatment with humic substances on sowing qualities of barley seeds. *Agro-Pilot. Information and analytical bulletin. Committee on Agriculture of the Government of the Leningrad Region*. St. Petersburg. 2002;18–19:63–64. (In Russian).
 39. **TARABANKO V.E., ILYINA I.I., PETUKHOV D.V., PERVYSHINA E.P.** On the mechanism of oxidative cleavage of carbon-carbon bonding of lignins in alkaline medium. *Khimya rastitnogo syr'ya*. 1997;(3):51–58. (In Russian).
 40. **TRUSOV A.M.** Materials for the study of soil humus. Part 1. Processes of formation of “humic acid”. Experimental study. Typography of MM Stasulevich, Petrograd. 1917. (In Russian).
 41. **UGOLYOV A.M.** Adequate nutrition theory and trophology. Science and technical progress. Leningrad: Nauka. 1991. (In Russian).
 42. **FLAIG W.** On the effect of humus substances on plant metabolism. International Congress on Peat. Leningrad, USSR. 1963. (In Russian).
 43. **KHRISTEVA L.A.** Action of physiologically active humic acids on plants under adverse environmental conditions. *Humic fertilizers: Theory and practice of their application*. Dnepropetrovsk, 1973;(4):5–23. (In Russian).
 44. **KHRISTEVA L.A.** Participation of humic acids and other organic substances in the nutrition of higher plants. *Pochvovedenie (Soviet Soil Sci.)*, 1953;(10):46–50. (In Russian).
 45. **CHUKOV S.N., TALASHKINA V.D., NADPOROZHSKAYA M.A.** Physiological activity of growth stimulants and humic acids of soils. *Pochvovedenie*. 1995;(2):169–174. (In Russian).
 46. **YARCHUK A.I., BULGAKOVA M.P.** Physiologically active substances of humus nature as an ecological factor of detoxification of herbicide residues. *Humic substances in the biosphere*. Scientific reports of higher school, Biol. sci. 1991;10;(334):75–80. (In Russian).
 47. **ALBUZIO A., FERRARI G., NARDI S.** Effects of HS on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. *Can. J. Soil Sci.* 1986;66:731–736.
 48. **ATTINÀ E., NOSTRO G., SIDARI M., CACCO G.** Changes in gene structure and its expression induced by HS in plant tissues. First Workshop of Int. Soil Sci Society, Working Group. MO, Canada. 1992:11–15.
 49. **AYDIN A., KANT C., TURAN M.** Humic acid application alleviates salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. *African Journal of Agricultural Research*. 2012;7:1073–1086.
 50. **BOTTOMLEY W.B.** Some effects of organic growth-promotion substances (auximones) on the growth of *Lemma minor* in mineral cultural solutions. *Proc. of the Royal Society of London, Biology*, 1917;89:481–505.
 51. **BREMNER J.** Alkaline Decomposition of Amino acids. *Nature*. 1951;168:518.
 52. **CACCO G., DELL'AGNOLA G.** Plant growth regulator activity of soluble humic complexes. *Can. J. Soil Sci.* 1984;64:225–228.
 53. **CHA J.Y., KIM T.W., CHOI J.H., JANG K.S., KHALEDA L., ET AL.** Fungal laccase-catalyzed oxidation of naturally occurring phenols for enhanced germination and salt tolerance of *Arabidopsis thaliana*: A green route for synthesizing humic-like fertilizers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2017;65:1167–1177.
 54. **CORDOSO M., OLIVEIRA E.D., PASSOS M.L.** Chemical composition and physical properties of black liquors and their effects on liquor recovery operation in Brazilian pulp mills. *Fuel*. 2009;88(4):756–763.
 55. **DELL'AGNOLA G., NARDI S.** Hormone-like effect of enhanced nitrate uptake induced by depolycondensed humic fractions obtained from *Allolobophora rosea* and *A. caliginosa* faeces. *Biol. Fertil. Soils*. 1987;4:115–118.
 56. **FLAIG W., BEUTELSPACHER H., RIETZ E.** Chemical Composition and Physical Properties of Humic Substances. *Soil Components*. Vol. 1. *Organic Compo-*

- ments. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 1975:1–111.
57. HAFEZ M., RASHAD M., POPOV A.I. The biological correction of agro-photosynthesis of soil plant productivity. *Journal of Plant Nutrition*. Published online. 2020. DOI: 10.1080/01904167.2020.1799008
 58. HAYES M.H.B. Solvent Systems for the Isolation of Organic Components from Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2006;70:986–994.
 59. HILLITZER A. Über den einfluss der humusstoffe auf das wurzelwachstum. *Beihfte Bot. Ztbl.* 1932;49:467–480.
 60. JEON J.-R., YOON H.-Y., SHIN G.-I., JEONG S.-Y., CHA J.-Y., KIM W.-Y. Structure and action mechanism of humic substances for plant stimulations. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 2018; 38(3):175–179.
 61. KHALED H., FAWY H.A. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. *Soil and Water Research*. 2011;6:21–29.
 62. KHALEDA L., PARK H.J., YUN D.J., JEON J.R., KIM M.G., ET AL. Humic acid confers High-Affinity K⁺ Transporter 1-mediated salinity stress tolerance in *Arabidopsis*. *Molecules and Cells*. 2017;40:966–975.
 63. KLEBER M., LEHMANN J. Humic Substances Extracted by Alkali Are Invalid Proxies for the Dynamics and Functions of Organic Matter in Terrestrial and Aquatic Ecosystems. *Journal of Environmental Quality*. 2019; 48(2):207–216.
 64. LEHMANN J., KLEBER M. The contentious nature of soil organic matter. *Nature*. 2015;528:60–68.
 65. MAGGIONI A., VARANINI Z., NARDI S., PINTON R. Action of soil humic matter on plant roots: stimulation of ion uptake and effects on (Mg²⁺, K⁺) ATPase activity. *Sci. Total Env.* 1987;62:355–363.
 66. NARDI S., CONCHERI G., DELL'AGNOLA G. Biological activity of humic substances. *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems*. Ed A. Piccolo. Elsevier, Amsterdam. 1996:361–406.
 67. NARDI S., PIZZEGHELLO D., MUSCOLO A., VIANELLO A. Physiological effects of HS on higher plants –review. *Soil Biol. Biochem.* 2002;34(11):1527–1536.
 68. OLK D.C., BLOOM P.R., PERDUE E.M., MCKNIGHT D.M., CHEN Y. ET AL. Environmental and Agricultural Relevance of Humic Fractions Extracted by Alkali from Soils and Natural Waters. *Journal of Environmental Quality*. 2019;48(2):217–232.
 69. ORIEZ V., PEYDECASTAING J., PONTALIER P.-Y. Lignocellulosic Biomass Mild Alkaline Fractionation and Resulting Extract Purification Processes: Conditions, Yields, and Purities. *Clean Technologies and Environmental Policy*. Springer Verlag. 2020;2(1):91–115.
 70. PAUL E.A. The nature and dynamics of soil organic matter: Plant inputs, microbial transformations, and organic matter stabilization. *Soil Biology and Biochemistry*. 2016;98:109–126.
 71. POAPST P.A., SCHNITZER M. Fulvic acid and adventitious root formation. *Soil Biol. Biochem.* 1971; 3:215–219.
 72. POST B., HEMPFING R., KLAMBERG H., SCHULTEN H.-R. Zur Charakterisierung von Boden-Huminstoffen. *Fresenius Z. Anal. Chem.* 1988;331: 273–281.
 73. PRISA D. Qualitative and physiological effect of humic substances on *Hawortia tessellata* and *Hawortia papillosa*. *International Journal of Scientific Research in Multidisciplinary Studies*. 2020;6(3):1–5.
 74. Production of Biofuels and Chemicals from Lignin. Biofuels and Biorefineries. Book 6. Eds Zhen Fang and RL Smith Jr. Springer Verlag, Singapore. 2016.
 75. ŘEŘÁBEK J. The relation of humic acids to the inhibition of plant straight growth. *Naturwissenschaften*. 1963;50:309–310.
 76. QUAGGIOTTI S., RUPERTI B., PIZZEGHELLO D., FRANCIOSO O., TUGNOLI V., NARDI S. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). *J. Exp. Bot.* 2004;55(398):803–813.
 77. SCHNITZER M. Humus Substances: Chemistry and Reactions. Soil Organic Matter. Eds M Schnitzer and SU Khan. Development of Soil Sci. Ottawa. 1978;(8): 1–64.
 78. SCHREINER O., SHOREY E.C. Chemical nature of soil organic matter. Bulletin of the Bureau of Soils. US Department of Agriculture. Government Printing Office, Washington. 1910;74.
 79. ŠMIDOVÁ M. Über den Einfluss von Na-Humat auf die Oxydations-Reduktions-Prozesse in den Wurzein von Winterweizenpflanzen. *Studies about Humus*. Symp. Humus and Plant (Phaha and Brno 28 September – 6 October, 1961 yr.). Eds: Acad S Prát and prof. V. Rypáček. Publishing House of the Czechoslovak Academy of Science, Prague. 1962:291–304.
 80. SWIFT R.S. Organic matter characterization. Methods of soil analysis. Chemical methods. Ed DL Sparks. SSSA Book Series no. 5. Soil Science Society of America and American Society Agronomy, Madison, WI. 1996; (3):1011–1069.
 81. THACKER H.L. Chapter 6: Alkaline hydrolysis. Carcass disposal: a comprehensive review. National Agricultural Biosecurity Center Consortium USDA APHIS Cooperative Agreement Project Carcass Disposal Working Group, National Agricultural Biosecurity Center, Kansas State University, Kansas. 2004.
 82. THRING R.W., CHORNET E., BOUCHARD J., VIDAL P.F., OVEREND R.P. Characterization of lignin residues derived from the alkaline hydrolysis of glycol lignin. *Canadian Journal of Chemistry*. 1990; 68(1):82–89.
 83. TICHÝ V. Physiological and morphological responses of plants to the presence of humus substances. *Scr. Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun.* 1982;12:401–406.

84. **TREVISAN S., BOTTON A., VACCARO S., VEZZARO A., QUAGGIOTTI S., NARDI S.** Humic substances affect Arabidopsis physiology by altering the expression of genes involved in primary metabolism, growth and development. *Environmental and Experimental Botany*. 2011;74:45–55.
85. **TREVISAN S., PIZZEGHELLO D., RUPERTI B., FRANCIOSO O., SASSIA., PALME K., QUAGGIOTTI S., NARDI S.** Humic substances induce lateral root formation and expression of the early auxin-responsive IAA19 gene and DR5 synthetic element in Arabidopsis. *Plant Biology*. 2010;12;(4):604–614.
86. **VAUGHAN D.** Effetto delle sostanze umiche sui processi metabolici delle piante. Sostanze Umiche effetti sul terreno e sulle piante. Eds R.G. Burns, G. Dell'Agnola, S. Miele, S. Nardi, G. Savaini, M. Schitzer, P. Sequi, D. Vaughan, S.A. Visser. *Ramo Editoriale degli Agricoltori, Roma*. 1986:59–81.
87. **VAUGHAN D., MACDONALD I.R.** Effects of humic acid on protein synthesis and ion uptake in beet discs. *J. Exp. Botany*. 1971;22:400–410.
88. **VAUGHAN D., MALCOLM R.E., ORD B.G.** Influence of humic substances on biochemical processes in plants. *Soil Organic Matter and Biological Activity*. Eds D. Vaughan and RE Malcolm.: Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster, The Netherlands. 1985;77–108.
89. **ZANDONADI D.B., CANELLAS LP., FAÇANHA A.R.** Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation. *Planta*. 2007;225: 1583–1595.

**А. И. ПОПОВ, В. Н. ЗЕЛЕНКОВ,
Т. В. ТЕПЛЯКОВА, М. В. МАРКОВ**
ВЕРОЯТНЫЙ МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ ГУМИНОВЫХ
ВЕЩЕСТВ НА ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ЗЕЛЕННЫХ
РАСТЕНИЙ

Попов Александр Иванович,
д.с.-х.н., профессор кафедры почвоведения и экологии почв
Санкт-Петербургского государственного университета

☎ 199178, г. Санкт-Петербург, 16-линия, д. 29,
199178, St. Petersburg, 29, 16th Line,
тел.: +7 (921) 409-30-87, e-mail: paihumic@gmail.com

Зеленков Валерий Николаевич,
к.х.н., д.с.-х.н., профессор, г.н.с. отдела химии при-
родных соединений ФГБНУ Всероссийского научно-
исследовательского института лекарственных и
ароматических растений, г.н.с. Всероссийского научно-
исследовательского института овощеводства – филиал
ФГБНУ Федерального научного центра овощеводства

☎ 117216, г. Москва, ул. Грина, д. 7
117216, Moscow, Grina str., 7
тел.: +7(910)-451-37-45, e-mail: zelenkov-raen@mail.ru

Теплякова Тамара Владимировна,
д.б.н., профессор, зав. лабораторией Государственного на-
учного центра вирусологии и биотехнологии «Вектор»

☎ 630659, Новосибирская обл., р.п. Кольцово, ГНЦ ВБ
«Вектор»
630659, Novosibirsk region, settlement Koltsovo, SSC VB
"Vector"
тел.: +7 (903) 902-10-95, e-mail: teplyakova@vector.nsc.ru

Марков Михаил Витальевич,
д.б.н., профессор Московского педагогического государ-
ственного университета

☎ 119991, г. Москва, ул. Малая Пироговская, 1/1
119991 Moscow, 1/1 Malaya Pirogovskaya Str.,
тел.: +7(903) 630-95-95, e-mail: markovsmail@gmail.com

УДК 502.174.1:636.2.087

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-59-63

Научная статья

СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.И. Водянников,
С.И. Николаев,
И.Ю. Даниленко,
А.К. Карапетян,
С.В. Чехранова,
В.В. Шкаленко

ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный университет

В статье представлен материал научно-хозяйственного опыта на дойных коровах. Проведенный опыт показал, что использование отходов масложировой промышленности в рационе дойных коров позволяет увеличить их продуктивность. А также расширяет кормовую базу и предоставляет альтернативный корм для сельскохозяйственных животных, что в свою очередь позволяет повысить содержание протеина в рационах животных, решает проблему утилизации отходов масложировой промышленности. Включение в состав рационов лактирующих коров кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта» улучшает способность к перевариванию и усвоению питательных веществ корма. Возрастает использование азотистой части рационов и минеральных элементов (кальция, фосфора, магния).

Ключевые слова: кормовой концентрат из растительного сырья «Сарепта», лактирующие коровы, рацион, переваримость, питательные вещества, корма

В развитии агропромышленного комплекса России приоритетным направлением является обеспечение за счет непрерывного наращивания собственного производства жизненно важных продуктов питания. Под понятием продовольственной безопасности Российской Федерации подразумевают снабжение населения продуктами питания собственного производства в пределах рекомендованных норм, другими словами продовольственная независимость при обеспечении необходимых объемов потребления [3].

© 2023, В.И. Водянников, С.И. Николаев, И.Ю. Даниленко, А.К. Карапетян, С.В. Чехранова, В.В. Шкаленко
Поступила в редакцию 08.08.2023

Original article

REDUCTION OF THE ENVIRONMENTAL LOAD IN ENTERPRISES USING BY-PRODUCTS OF THE OIL AND FAT INDUSTRY

V. I. VODYANNIKOV, S. I. NIKOLAEV,
I. YU. DANILENKO, A. K. KARAPETYAN,
S. V. CHEKHRANOVA, V. V. SHKALENKO
VOLGOGRAD STATE AGRARIAN UNIVERSITY

The article presents the material of scientific and economic experience on dairy cows. The conducted experience has shown that the use of waste from the fat and oil industry in the diet of dairy cows allows to increase their productivity. And also expands the feed base and provides alternative feed for farm animals, which in turn allows you to increase the protein content in animal diets, solves the problem of waste disposal of the fat and oil industry. The inclusion of feed concentrate from vegetable raw materials "Sarepta" in the diets of lactating cows improves the ability to digest and assimilate feed nutrients. The use of the nitrogenous part of diets and mineral elements (calcium, phosphorus, magnesium) increases.

KEYWORDS: feed concentrate from vegetable raw materials "Sarepta", lactating cows, diet, digestibility, nutrients, feed

Рентабельность производимой продукции животного происхождения, ее конкурентоспособность на потребительском рынке России служит залогом успешной интенсификации отрасли животноводства. Полноценное, сбалансированное кормление сельскохозяйственных животных и птицы, снижение себестоимости единицы продукции являются первостепенными факторами увеличения рентабельности производства продукции [6, 7]. С целью реализации потенциала животных, заложенного генетикой и оказывающего влияние на продуктивные качества, в рацион должны входить корма, сбалансированные не только по основным питательным веществам (энергии, протеину, углеводам), но и витаминам и минералам. Колебания от норм питательных веществ как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения

влекут за собой изменения биохимических процессов, снижение продуктивности и качества получаемой продукции, а в худшем случае, может привести к различным заболеваниям [2].

В связи с этим использование в кормлении животных кормов местного производства считается экономически выгодным, приводит к снижению себестоимости производимой продукции и улучшению продуктивных показателей животных.

Иностранные авторы S.A. Salami, G. Luciano, M.N. O'Grady, L. Biondi говорят о том, что замена съедобных кормовых культур несъедобной для человека биомассой в рационах животных является потенциальной стратегией, которая может снизить конкуренцию между продуктами питания и кормами и смягчить воздействие животноводства на окружающую среду.

Во всем мире растительные субпродукты (РВР) представляют собой важный несъедобный для человека кормовой ресурс для животноводства. Эти потоки отходов могут быть получены в результате агропромышленных процессов, таких как производство спиртных напитков и биотоплива, переработка масличных культур, переработка фруктов и овощей, производство сахара, переработка корней и клубней, а также обработка трав, специй и деревьев.

В Волгоградской области большие площади отводятся под посевы масличных культур, одним из продуктов переработки семян которого и являются концентрат из растительного сырья «Сарепта».

За последнее десятилетие многие ученые придерживаются единого мнения о том, что использование продуктов переработки семян масличных культур семейства крестоцветных, улучшенных сортов или подвергнутым дополнительным способам обработки, повышает продуктивные качества животных и способствует улучшению качества продукции.

Вопросам эффективности использования в рационах крупного рогатого скота жмыхов и шротов из семян масличных культур, альтернативных источников питательных веществ, премиксов, а также биологически активных добавок посвящено много научных работ, в которых отмечается, что введение в рацион крупного рогатого скота концентрата из растительного сырья «Сарепта» позволяет улучшить обменные процессы в организме, повысить интенсивность роста, улучшить качественные показатели продукции, повысив при этом экономическую эффективность производства продукции животноводства [1].

Известно, что горчичный жмых оказывает отрицательное влияние на показатели здоровья и продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы, из-за наличия в нем антипитательных веществ. Учеными ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ и ВГМЗ «Сарепта» были разработаны технологии обезвреживания жмыхов из семян горчицы, в результате которых получен новый кормовой продукт – концентрат кормовой из

В. И. ВОДЯННИКОВ, С. И. НИКОЛАЕВ,
И. Ю. ДАНИЛЕНКО, А. К. КАРАПЕТЯН,
С. В. ЧЕХРАНОВА, В. В. ШКАЛЕНКО
СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ПОБОЧНЫЕ
ПРОДУКТЫ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

растительного сырья «Сарепта», в котором содержание негативных антипитательных факторов не существенно.

Исследуемый концентрат «Сарепта» имеет рассыпчатый вид с размером частиц 0,98 мм и обладает оптимальными свойствами к пылеобразованию, определенными питательными свойствами, негигроскопичен, по характеристикам слеживаемости и сыпучести отвечает требованиям к наполнителям премиксов [1, 6].

Для успешного развития животноводства главное внимание следует уделить созданию прочной кормовой базы, повышению уровня и полноценности кормления сельскохозяйственных животных. Важное значение в повышении полноценности кормления животных имеет обеспечение их биологически полноценным протеином. Вопросы протеинового питания с.-х. животных нуждаются в быстрейшем разрешении как в плане увеличения производства кормового протеина, так и в плане его рационального, экономичного использования [2].

С целью изучения использования в рационах коров кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта» и его влияние на переваримость питательных веществ кормов дойными коровами нами в конце научно-хозяйственного опыта были проведены физиологические исследования.

Среднесуточный рацион подопытных коров в главный период опыта состоял: сено суданковое – 5 кг, сенаж разнотравный – 19 кг, пивная дробина – 8 кг, патока кормовая – 0,5 кг, смесь зерноконцентратов – 2,6 кг. В рацион коров опытной группы взамен подсолнечного жмыха вводили один килограмм кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта».

Исследования по определению переваримости питательных веществ рационов, баланса азота и минеральных элементов (кальций, фосфор, магний) выполняли на 6 коровах, по 3 из каждой группы.

Коровы опытной группы принимали азота с рационом в сутки больше на 6,55 г (1,56%), чем животные контрольной группы (табл. 1).

По выведению азота с калом из организма подопытных коров между группами были установлены определенные различия. Так, наиболее значительное его выделение через желудочно-кишечный тракт выявлено у животных контрольной группы, которое составило 37,55% от принятого количества с рационом. У коров опытной группы изучаемый показатель был соответственно 35,42% от принятого.

Переваривание азота у животных, в составе рациона которых использовали кормовой концентрат из растительного сырья «Сарепта», было выше в сравнении с контролем на 13,06 г, или 5,05%.

Баланс азота в организме коров всех групп был положительным. По сравнению с контрольной группой превышение по отложению азота в организме коров опытной группы составило 0,9 г, или 13,64%.

ТАБЛИЦА 1.

Баланс азота у подопытных коров (M ± m)

Показатель	Группа животных	
	контрольная	опытная
Принято с кормом, г	414,15 ± 0,65	420,70 ± 0,60
Выделено с калом, г	155,50 ± 0,81	149,00 ± 0,97
Переварено, г	258,64 ± 1,02	271,70 ± 0,90
Выделено: с мочой, г	160,52 ± 0,55	156,9 ± 0,54
с молоком, г	91,52 ± 0,60	107,3 ± 0,81
Всего, г	407,54 ± 0,70	413,2 ± 0,52
Отложено в теле, г	6,6 ± 0,54	7,5 ± 0,51
Использовано на продукцию молока, %:		
от принятого	22,09	25,50
от переваренного	35,3	39,49
Использовано всего, %:		
от принятого	23,7	27,3
от переваренного	37,9	42,3

С целью определения влияния испытываемых кормовых добавок на обмен кальция в организме нами был изучен его баланс у лактирующих коров сравнимых групп (табл. 2).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что баланс кальция у подопытных коров всех групп был положительным, что указывает на отсутствие в их организме нарушений в обмене этого минерального элемента. По количеству принятого с кормами кальция между коровами сравнимых групп имелись некоторые различия. Так, в сравнении с контрольной группой животные опытной принимали данного макроэлемента больше на 2 г, или на 1,5%.

У коров, получавших испытываемую кормовую добавку, через желудочно-кишечный тракт выводилось меньшее количество кальция. При этом у животных контрольной группы его выделение с калом в относительных величинах составило 70,0% от поступления этого элемента в организм, у коров опытной группы – 68,0%.

Выведение кальция через почки у коров сравнимых групп составляло 2,0–1,9% от принятого количества. Причем, самое высокое выделение его с мочой установлено у животных контрольной группы, а именно 2,1%.

Животные опытной группы выделяли с молоком этого элемента больше, чем сверстницы контрольной группы на 2,84 г, или 8,59%.

В исследованиях установлено, что отложение кальция в теле подопытных коров сравнимых групп было различным. По сравнению с контрольным вариантом у коров опытной группы его отложение было выше на 0,62 г или 12,65%.

Характеризуя баланс фосфора у лактирующих коров, следует отметить, что он был положительным.

По сравнению с контрольной группой коровы опытной группы принимали фосфора больше на 1,0 г, или 1,5%. Из организма подопытных коров основное количество фосфора выводилось через пищеварительный тракт. Так, у коров контрольной группы выделение с калом данного макроэлемента составило 77,40% от принятого количества с потребленными кормами, опытной группы – 75,4%. Причем, у животных опытной группы выделялось меньшее его количество, как в абсолютных, так и в относительных показателях. В сравнении с аналогами контрольной группы у животных опытной было выделено с калом фосфора меньше на 0,6 г, или 1,14%.

Выявлено, что сравнительно небольшое количество фосфора выводилось из организма подопытных

ТАБЛИЦА 2.

Среднесуточный баланс кальция, фосфора и магния у подопытных коров, г

Показатель	Группа животных	
	контроль-ная	опытная
кальций		
Принято с кормом	136 ± 0,31	138 ± 0,34
Выделено: с калом	95,20 ± 0,05	93,84 ± 0,02
с мочой	2,86 ± 0,94	2,76 ± 0,07
с молоком	33,04 ± 0,92	35,88 ± 0,89
Отложено в теле	4,9 ± 0,20	5,52 ± 0,24
Использовано на молоко от принятого, %	24,29	26
Использовано всего от принятого, %	27,9	30,0
фосфор		
Принято с кормом	68,0 ± 0,02	69,00 ± 0,24
Выделено: с калом	52,63 ± 0,85	52,03 ± 0,91
с мочой	0,95 ± 0,08	0,9 ± 0,07
с молоком	12,18 ± 0,94	13,60 ± 0,92
Отложено в теле	2,24 ± 0,07	2,47 ± 0,05
Использовано на молоко от принятого, %	17,2	19,7
Использовано всего от принятого, %	21,2	23,3
магний		
Принято с кормом	17,3 ± 0,93	18,3 ± 0,98
Выделено: с калом	12,9 ± 0,84	13,5 ± 0,80
с мочой	1,49 ± 0,07	1,57 ± 0,06
с молоком	1,63 ± 0,06	1,79 ± 0,08
Отложено в теле	1,28 ± 0,02	1,39 ± 0,02
Использовано от принятого, %	16,8 ± 0,23	17,4 ± 0,18

коров через почки. Причем, у животных контрольной группы выделение этого макроэлемента с мочой составило 1,34% от принятого количества, опытной группы – 1,3%.

С молоком было выделено фосфора больше у коров опытной группы. В сравнении с контрольной разница в пользу опытной группы составила соответственно 1,42 г, или 11,66%.

Анализируя полученные данные по балансу магния в организме лактирующих коров сравниваемых групп, необходимо отметить, что он был положительным.

Выведение магния из организма коров через пищеварительный тракт в контрольной группе составило 74,57%, в опытной – 73,77% от принятого, а с мочой – соответственно 8,61; 8,58%.

Таким образом, полученные результаты исследований позволяют констатировать, что использование в рационах дойных коров кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта», способствует повышению использования азота, кальция, фосфора, магния, что положительно влияет на продуктивность коров. В связи с тем, что улучшается использование протеина и минеральных веществ рациона, происходит снижение выделений данных элементов в окружающую среду, следовательно, можно сделать вывод об уменьшении экологической нагрузки на молочных комплексах, где используются побочные продукты масложировой промышленности в кормлении животных.

Итоги нашей научной работы согласуются и дополняют базу уже полученных ранее данных по применению продуктов переработки семян масличных культур в рационах крупного рогатого скота, а также дают возможность внести существенный вклад в повышение рентабельности скотоводческих предприятий, занимающихся производством молока и мяса, тем самым обеспечить население страны необходимыми продуктами питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. АГАПОВ С.Ю., БРЮХНО О.Ю., ШЕВЧЕНКО П.А. Адаптивная технология кормления крупного рогатого скота молочного направления / В сборнике: развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий. Мат-лы Междунар. науч.-практ. кон-ин, проведенной в рамках Международного научно-практического форума, посвященного 75-летию образования Волгоградского государственного аграрного университета. 2019. С. 582–587.
2. БУРЯКОВ Н., ХАРДИК И. О сбалансированности рационов для молочного скота / Комбикорма. 2021. № 3. С. 42–46.
3. НАКОНЕЧНЫЙ А.А., ДЫДЫКИНА А.А., ХОЛДОВ А.Н. Нетрадиционные корма в кормлении молочного скота Архангельской области // Кормление

В.И. ВОДЯННИКОВ, С.И. НИКОЛАЕВ,
И.Ю. ДАНИЛЕНКО, А.К. КАРАПЕТАН,
С.В. ЧЕХРАНОВА, В.В. ШКАЛЕНКО
СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ПОБОЧНЫЕ
ПРОДУКТЫ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2016. № 11. С. 25–33.
4. НИКОЛАЕВ С.И., А.К. КАРАПЕТАН, С.В. ЧЕХРАНОВА И ДР. Сравнительный анализ химического состава продуктов переработки семян масличных культур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 118. С. 1293–1303.
 5. ТУНИКОВ Г.М., МОРОЗОВА Н.И., МУСАЕВ Ф.А. И ДР. Современные тенденции производства молока в условиях интенсивной технологии // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2019. № 4(44). С. 70–75.
 6. ЧАМУРАИЕВ Н.Г., ФИЛАТОВ А.С., МЕЛЬНИКОВ А.Г. И ДР. Молочная продуктивность коров, качество молока и продуктов его переработки при нормализации протеинового питания // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1(57). С. 202–212. DOI 10.32786/2071-9485-2020-01-20.
 7. ЧЕРНОГРАДСКАЯ Н.М., БАБУХАДИЯ К.Р., ГРИГОРЬЕВ М.Ф., ГРИГОРЬЕВА А.И. Использование местных нетрадиционных кормовых добавок в скотоводстве Якутии // Дальневосточный аграрный вестник. 2020. № 1(53). С. 91–99.

REFERENCES

1. AGAPOV S.YU., BRYUKHNO O.YU., SHEVCHENKO P.A. Adaptive technology for feeding dairy cattle / In the collection: development of the agro-industrial complex based on the principles of rational environmental management and the use of convergent technologies. Materials International. scientific-practical conference, held within the framework of the International Scientific and Practical Forum dedicated to the 75th anniversary of the formation of Volgograd State Agrarian University. 2019:582–587. (In Russian).
2. BURYAKOV N., HARDIK I. On the balance of diets for dairy cattle. Compound feed. 2021;3:42–46. (In Russian).
3. NAKONECHNY A.A., DYDYKINA A.L., KHOLODOV A.N. Non-traditional feeds in feeding dairy cattle in the Arkhangelsk region. *Kormleniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*. 2016;11:25–33. (In Russian).
4. NIKOLAEV S.I., A.K. KARAPETAN, S.V. Chekhranova and others. Comparative analysis of the chemical composition of oilseed seed processing products. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016;118:1293–1303. (In Russian).
5. TUNIKOV G.M., MOROZOVA N.I., MUSAEV F.A. ET AL. Modern trends in milk production in conditions of intensive technology. *Vestnik Ryzanskogo gosudarstven-*

nogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. 2019;4;(44):70–75. (In Russian).

6. **CHAMURLIEV N.G., FILATOV A.S., MELNIKOV A.G. ET AL.** Milk productivity of cows, the quality of milk and its processed products during the normalization of protein nutrition. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye*. 2020;1;(57):202–212. DOI 10.32786/2071-9485-2020-01-20. (In Russian).
7. **CHERNOGRADSKAYA N.M., BABUKHADIA K.R., GRIGORIEV M.F., GRIGORIEVA A.I.** The use of local non-traditional feed additives in cattle breeding in Yakutia. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik*. 2020;1;(53):91–99. (In Russian).

Водяников Владимир Иванович,
д.б.н., профессор кафедры «Частная зоотехния» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

☎ тел.: +7 (961) 073-83-08, e-mail: vera.shkalenko@mail.ru

Николаев Сергей Иванович,
д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

☎ тел.: +7 (902) 388-64-96, e-mail: nikolaevvolgau@yandex.ru

Даниленко Ирина Юрьевна,
к.с.-х.н., старший преподаватель кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

☎ тел.: +7 (927) 507-65-67, e-mail: taranova_15@mail.ru

Карапетын Анжела Кероповна,
д.с.-х.н., доцент, профессор кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

☎ тел.: +7 (904) 408-71-35, e-mail: a.k.karapetyan@bk.ru

Чехранова Светлана Викторовна,
д.с.-х.н., доцент кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

☎ тел.: +7 (904) 778-19-54, e-mail: schekhranova@mail.ru

Шкаленко Вера Владимировна,
д.б.н., доцент, профессор кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

☎ 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26,
400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26
тел.: +7 (996) 509-53-53, e-mail: vera.shkalenko@mail.ru

УДК 556.3(574.14)

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-64-70

Научная статья

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БУЗАЧИНСКОГО
АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА (ЗАПАДНЫЙ КАЗАХСТАН)К.А. КОЖАХМЕТ¹,
А.Б. ЖАЙХАНОВ²,
Б.Х. НУГМАНОВ²,
Н.Ж. КЫЛЫШБАЕВА¹,
Ф.К. НУРБАЕВА¹¹ НАО «КАСПИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГИИ И ИНЖИНИРИНГА
ИМ. Ш. ЕСЕНОВА»² АО «КАЗНИПИМУНАЙГАЗ»

Наиболее крупным структурным элементом Бузачинской структурно-тектонической зоны является Северо-Бузачинское поднятие, ограничивающееся с юга Южно-Бузачинским, а на севере и северо-востоке – Култукским прогибами. Бузачинский артезианский бассейн приурочен к толще меловых отложений апт-туронского возраста. Физические свойства и химический состав вод из продуктивных пластов тесно связаны с проводящими свойствами осадочных толщ. Имеющиеся гидрогеологические материалы по рассматриваемому району позволяют выделить в бассейне два гидрогеологических этажа. Верхний этаж – это подземные воды четвертичных отложений. К нижнему этажу относятся водоносные горизонты юры, нижнего мела и отчасти верхнего мела (сеноман – нижний турон), причем сверху они ограничены сенонскими и палеогеновыми слоями с низкими проводящими свойствами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: альб-сеноманский водоносный комплекс, расчетные параметры, дебит, понижение, водопроницаемость, пьезопроницаемость

Территория, занятая Бузачинским артезианским бассейном, расположена в пределах обширной системы Бузачинско-Северо-Устюртских прогибов, в строении которых принимают участие породы от палеозойского до современного возраста включительно. Геологическое строение и стратиграфия этой области подробно рассматривались многочисленными авторами [3, 4, 6, 7]. В строении рассматриваемого в статье

Original article

HYDROGEOLOGICAL STRUCTURE
OF BUZACHI ARTESIAN BASIN
(WESTERN KAZAKHSTAN)К.А. КОЖАХМЕТ¹,
А.Б. ЖАЙХАНОВ², Б.Х. НУГМАНОВ²,
Н.Ж. КЫЛЫШБАЕВА¹, Ф.К. НУРБАЕВА¹¹ YESSENOV KASPIAN UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY AND ENGINEERING² KAZNIPIMUNAYGAS

The largest structural element of the Buzachi structural-tectonic zone is the North Buzachi Uplift, which is limited from the south by the South Buzachi, and in the north and northeast by the Kultuk depressions. The Buzachi artesian basin is confined to the Cretaceous deposits of the Aptian–Turonian age. The physical properties and chemical composition of waters from productive strata are closely related to the conductive properties of sedimentary strata. The available hydrogeological materials for the area under consideration make it possible to single out two hydrogeological systems in the basin. The upper system is groundwater of Quaternary deposits. The lower system includes aquifers of the Jurassic, Lower Cretaceous and partly Upper Cretaceous (Cenomanian – Lower Turonian), and from above they are limited by Senonian and Paleogene beds with low conductive properties.

KEY WORDS: lbian-Cenomanian aquifer, calculated parameters, water flow, lowering of water surface, water conductivity, piezoconductivity

участка бассейна принимают участие породы от аптского до сеноман-туронского возраста, для которых уточнены мощность и литологический состав пород, динамика и запасы подземных вод.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Аптский ярус. Отложения аптского яруса на дневной поверхности не обнажаются, а вскрываются скважинами на глубинах 550–650 м и являются региональным водоупором. Литологически они представлены черными глинами с редкими горизонтами мергелистых конкреций. В основании апта залегает

пласт фосфоритовых желваков и стяжений («аптская плита»), сохраняющий постоянство в пределах всего Мангышлака. Мощность аптских отложений по данным глубокого бурения изменяется в пределах от 85 до 150 м, увеличиваясь в прогибах до 200–250 м.

Альбский ярус. Альбские отложения залегают на глубинах от 20 до 200 м, а в пределах Северо-Бузачинского поднятия выходят под четвертичные отложения, слагая уплощенный его свод (рис. 1). Литологический состав пород альбского яруса довольно однообразный. Это мощная толща чередующихся слоев песков, песчаников, алевролитов и глин. Мощность пластов песка изменяется от 3–8 и до 30 м, песчаников – 1–3 м, глин – до 20–30 м. Закономерно увеличивается доля песчаных слоев в верхних частях разреза к югу от Северо-Бузачинского поднятия, а в нижних частях – к северу. Песчаники представляют собой конкреции.

Пески и песчаники зеленовато-серые, мелко- и среднезернистые, массивные, реже слоистые, глинистые, карбонатно-глинистые и карбонатные, полимиктовые с примесью глауконита. Глины серые и темно-серые, преимущественно слоистые и тонкослоистые, реже массивные, алевритистые и песчаные, карбонатные. Кластический материал в глинах располагается в виде тонких прослоев и присыпок по плоскостям напластования или образует гнезда и линзы. Встречаются прослой галечников, сложенные преимущественно уплощенными и округлыми гальками кварца, кремня, фосфоритов и песчано-глинистого материала, заключенных в песке или алеврите, часто ожелезненных, с корочкой лимонита.

Сортировка песчаных пород средняя и хорошая, окатанность слабая, преобладают угловато-окатанные

и угловатые зерна. Состав обломочного материала преимущественно полимиктовый: кварц, полевые шпаты, слюда, глауконит, обломки кремнистых, хлорито-кварцевых и эффузивных пород. Из акцессорных минералов присутствуют циркон, биотит, титанистые минералы. Цемент глинистый, карбонатный и глинисто-карбонатный. Цемент составляет от 15–20% (песчаники) до 25–40% (алевролиты).

Гранулометрический состав песков довольно однообразный. Преобладающий размер зерен 0,1–0,35 мм, удельный вес 2,61–2,74 г/см³, объемный вес – 1,2–1,5 г/см³, соответственно при минимальном и максимальном уплотнении. Коэффициент фильтрации, определенный лабораторным путем, составляет 0,125–0,862 м/сутки. Глины характеризуются следующими значениями пластичности: 30,4–42,3 верхний и нижний пределы 14,0–21,1, число пластичности 10–22,8.

Мощность отложений альбского яруса изменяется от 300 до 400–450 м, а к югу и востоку она возрастает до 750 и более метров.

Сеноманский ярус и нижнетуронский подъярус. Сеноманские и нижнетуронские отложения согласно залегают на верхнем альбе. За основание разреза принимается верхняя фосфоритовая плита двух сближенных фосфоритовых горизонтов, расположенных в зоне контакта верхнего и нижнего отделов меловой системы на описываемой территории [6].

Как и у альбских отложений, литологический состав пород сеноманских и нижнетуронских образований довольно однообразный. Это пески, песчаники и алевролиты с прослоями глин и фосфоритовых горизонтов. Пески и песчаники развиты, в основном, в верхних частях разреза (верхний сеноман – нижний

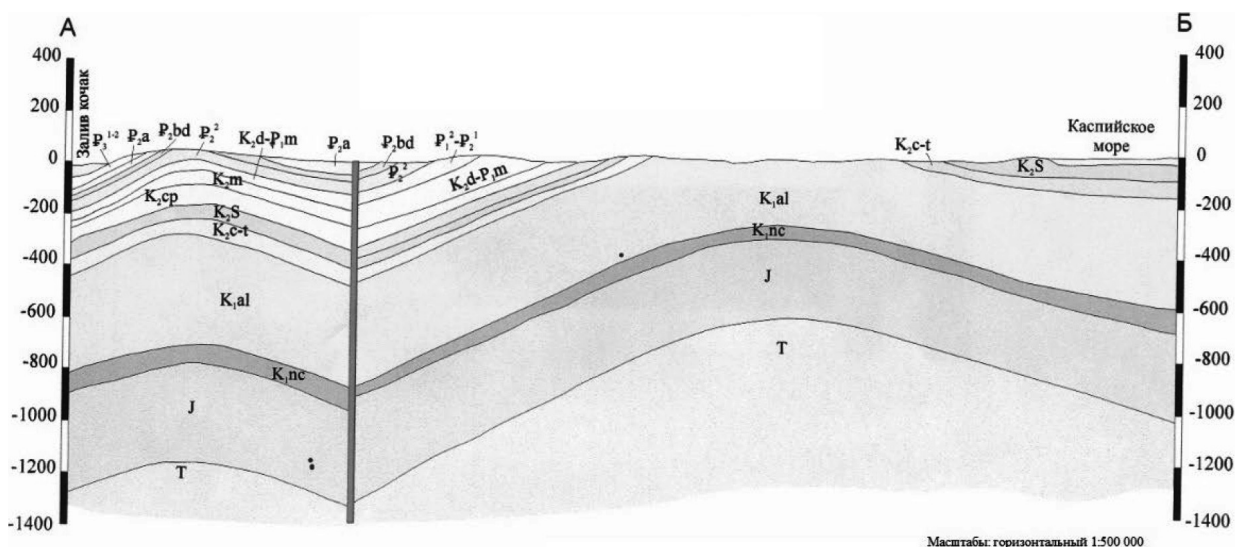


РИС. 1.

Геологический разрез по линии А – Б

турон), а в основании залегают глины нижнего сеномана. Мощность песчаных прослоев достигает 20–30 м, глин – 20 м. Пески и песчаники серые, зеленовато-серые, мелкозернистые, глинистые, полимиктовые, с зернами глауконита. Алевриты крупнозернистые, кварцевые, плотные, песчаные. Глины темно-серые и зеленые, слоистые, иногда песчаные, чаще чистые, прослоями железненные и загипсованные.

Сортировка песчаных пород средняя и хорошая. Кластический материал преимущественно кварцевый. Представлен зернами кварца (60%), полевых шпатов (16%), кремнистых и кремнисто-слюдистых пород (до 20%), хлорита (до 3%). В остальном это глауконит, сфен, циркон, биотит и серицит. Величина зерен 0,04–0,2 мм. Цемент карбонатный и глинисто-карбонатный базальный, реже порового типа. Содержание цемента в песках и алевритах изменяется от 5 до 10, в песчаниках – до 40%.

Мощность сеномана и нижнего турона изменяется от 80–100 м в прогибах, до 25–40 м в пределах структурных поднятий.

В структурном плане участок бассейна приурочен к северному склону Северо-Бузачинского поднятия, осложненному рядом мелких локальных структур. Северо-Бузачинское поднятие является наиболее крупным тектоническим элементом. Оно имеет несколько асимметричное строение. Южное крыло его более крутое, чем северное. Углы падения изменяются от 4 до 2° соответственно. В центре поднятия фиксируются две крупные складки – Большесорская и Жалгызтобенская.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Ниже приводится гидрогеологическая характеристика альб-нижнетуронского водоносного комплекса, который является первым от поверхности наиболее мощным водоносным комплексом, развитым в пределах Бузачинского артезианского бассейна [2].

В связи с большой значимостью для хозяйственного использования подземные воды этого комплекса хорошо изучены, в особенности, верхние его водоносные горизонты [7]. В пределах Бузачинского артезианского бассейна в водоносном комплексе альб-нижнетуронских отложений разведано одно из крупных месторождений Мангистауской области Северо-Актауское, выделенное на северном борту Южно-Бузачинского прогиба. В 1986 г. его эксплуатационные запасы были переутверждены в ГКЗ СССР (протокол № 9970 от 16.05.1986 г.) при непрерывном режиме эксплуатации в количестве 53,2 тыс. м³/сут. по категориям А+В+С₁. Воды используются для оазисного орошения земель Мангистауской области. Кроме этого, разведаны еще два месторождения – Аксын-Каламкасское (запасы в количестве 29,039 тыс. м³/сут. по категориям А+В) и Каражанбасское (запасы в количестве 20,088 тыс. м³/сут.

К. А. КОЖАХМЕТ, А. Б. ЖАЙХАНОВ,
Б. Х. НУГМАНОВ, Н. Ж. КЫЛЫШБАЕВА,
Ф. К. НУРБАЕВА
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БУЗАЧИНСКОГО
АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА
(ЗАПАДНЫЙ КАЗАХСТАН)

по категориям А+В) (протокол № 247 от 28.12.1983 г.), расположенные соответственно на северном и южном склонах Северо-Бузачинского поднятия (рис. 2). Их воды используются для технического водоснабжения одноименных нефтяных месторождений. Все эти месторождения гидравлически взаимосвязаны между собой, хотя и находятся на значительном удалении друг от друга (40–80 км).

На поверхности породы альба – нижнего турона обнажаются в Северных Прикаратауских долинах, обрамляющих Мангышлакскую горно-складчатую систему, а также выходят под четвертичные образования в своде Северо-Бузачинского поднятия. В северном направлении они испытывают устойчивое погружение. В Южно-Бузачинском прогибе они вскрываются на глубине 750 м, а далее к северу в Култукском прогибе – на глубине 1200 м. Водовмещающими породами являются пески и песчаники с прослоями глин. Пески и песчаники полимиктовые, желтовато- и зеленовато-серые, мелкозернистые, с включениями крупных (до 1–2 м в диаметре) шарообразных очень крепких известковистых конкреций глауконито-кварцевых песчаников. По механическому составу в песках преобладают фракции размером 0,25–0,1 мм, на втором месте частицы поперечником 0,1–0,05 мм. На отдельных интервалах водоносный горизонт обогащен тонкопесчаным пылеватым и глинистым материалом (0,05–0,001 мм), что значительно ухудшает фильтрационные свойства водовмещающих отложений. В основании разреза прослеживается слой крупно- и среднезернистого песчаника мощностью 0,5–2,0 м, постепенно переходящего в плотные аргиллитоподобные глины, а в верхней – глинистые песчаники и пески, являющиеся кровлей верхнего альба.

Общая мощность водоносного комплекса изменяется от 300 м в сводах поднятий до 750 м в прогибах. Значения эффективной мощности при этом составляют 150 и 350 м. На северном склоне Северо-Бузачинского поднятия в пределах месторождения Аксын-Каламкас общая мощность водоносного комплекса составила 450 м, эффективная – 277 м.

Водоносный комплекс представляет собой систему водоносных горизонтов со сложными условиями как латеральной, так и вертикальной фильтрации. Эта сложность заключается в наличии большого числа водосодержащих пластов, разделенных между собой водоупорными глинистыми или слабопроницаемыми прослоями, не выдержанными по мощности и простираению. Взаимосвязь между водоносными пластами происходит и по зонам многочисленных дизъюнктивных нарушений.

По данным поисковых и съемочных гидрогеологических работ в составе этого водоносного комплекса было выделено 6 основных водоносных горизонтов, разделенных пластами слабо проницаемых песчаных и алевритистых глин. Проведенными

позже детальными исследованиями при разведке месторождений подземных вод, в основном, подтверждены основные критерии этого деления и уточнено положение в разрезе отдельных горизонтов и пластов. Подземные воды, пригодные для орошения земель, оконтурены в пределах Северо-Актауского месторождения, где они получили развитие в первом, втором и в дополнительно выделенном втором «а» водоносном горизонте. Ниже залегающие горизонты содержат подземные воды повышенной минерализации. Эта гидрохимическая зависимость, характеризующаяся увеличением минерализации подземных вод с глубиной залегания водовмещающих отложений, характерна для всего Бузачинского артезианского бассейна, за исключением Аксын-Каламкасского месторождения, где она сглажена повсеместным распространением высокоминерализованных вод.

Пьезометрическая поверхность подземных вод имеет уклон на северо-северо-запад и по мере удаления от Горного Мангышлака абсолютная высота ее уменьшается от +70–80 до –20 м. Пьезометрические уклоны согласно карте гидропъез, составленной на 20.08.1975 г., изменялись от 0,00024–0,00069 до 0,0014–0,0018. В настоящее время, в связи с длитель-

ной эксплуатацией подземных вод пьезометрическая поверхность нарушена.

В зонах открытого залегания водовмещающих пород (район Горного Мангышлака) дебиты родников и колодцев составляют 0,1–0,2 $\text{дм}^3/\text{с}$. На Северо-Актауском месторождении по подавляющему количеству скважин дебиты на самоизливе составили 2,5–15 $\text{дм}^3/\text{с}$. Наиболее характерными являются значения дебитов 20–25 $\text{дм}^3/\text{с}$. В восточной части Северо-Бузачинского поднятия водовмещающие породы отличаются наибольшей водообильностью и высокими фильтрационными свойствами. Здесь дебиты водозаборных скважин составили 15,7–31,4 $\text{дм}^3/\text{с}$ при понижении уровня 46,7–52,2 м. Удельные дебиты скважин, в основном, устойчивы и обычно составляют 0,14–0,32 $\text{дм}^3/\text{с}$ в западной и 0,3–0,61 $\text{дм}^3/\text{с}$ в восточной частях месторождения [3].

Коэффициенты фильтрации песков, установленные по результатам опытных откачек, изменяются от 0,4 до 0,8 м/сут. Анализ распределения достоверных значений коэффициентов водопроницаемости по зоне фильтрации всего артезианского бассейна, выполненный для наиболее изученных первого и второго водоносных горизонтов, позволяет судить об ухудшении

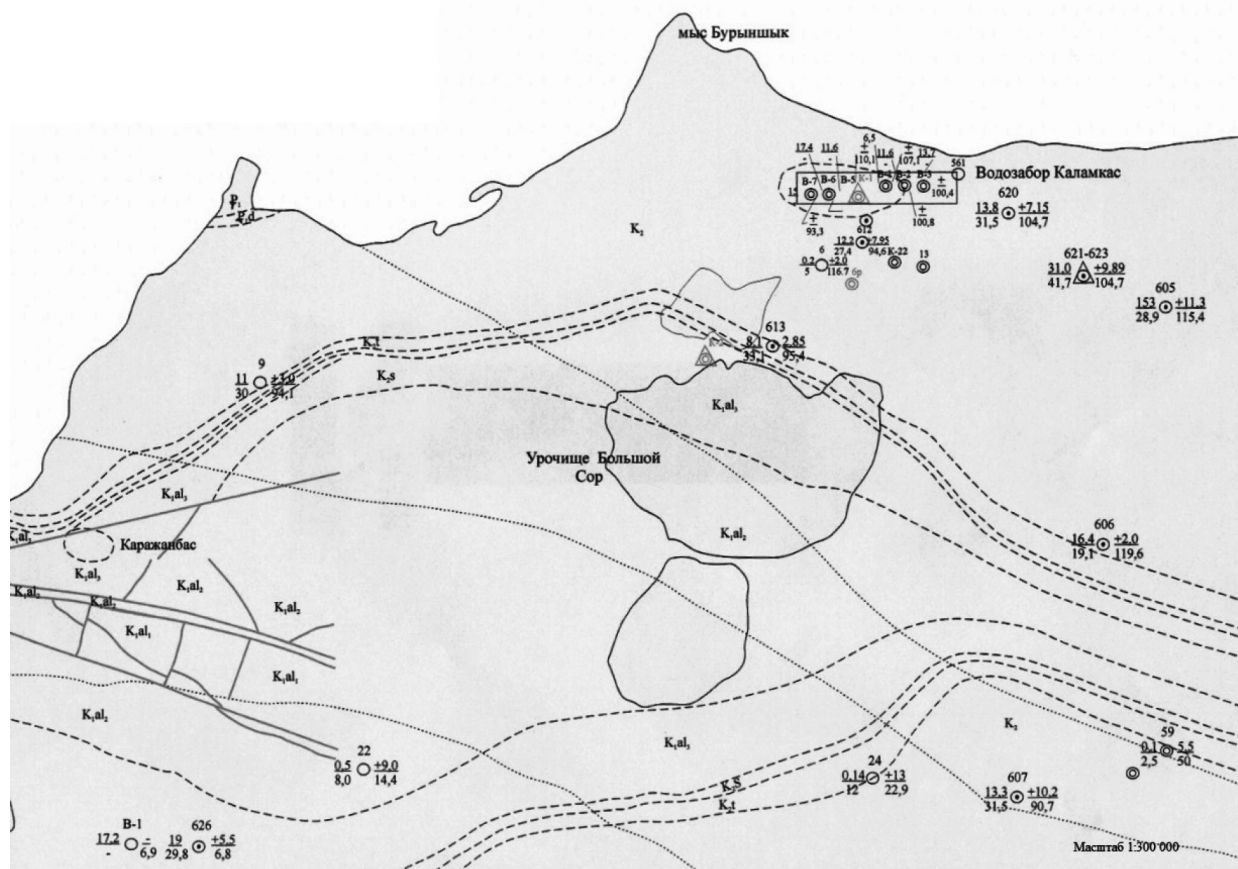


Рис. 2.

Гидрогеологическая карта района работ

фильтрационных свойств водовмещающих пород с востока на запад. Коэффициенты фильтрации пород от Култукского прогиба к Северо-Бузачинскому поднятию изменяются от 0,6 до 0,4 м/сут., коэффициенты водопроницаемости – от 110 до 70 м²/сут. На Аксын-Каламкасском месторождении были изучены водоносные пласты, залегающие в интервале глубин 235–575 м и соответствующие нижней части первого горизонта, второму, третьему, пятому и шестому горизонтам, что охватывает почти всю мощность водоносного комплекса. Средний коэффициент фильтрации водовмещающих отложений составляет 0,75 м/сут., коэффициент водопроницаемости – 144 м²/сут. Коэффициенты пьезопроводности составляют $3-6 \times 10^5$ м²/сут.

Температура подземных вод альб-нижнетуронского водоносного комплекса изменяется от 14–23° в предгорной полосе, до 28–39° в Южно-Бузачинском прогибе. В пределах Аксын-Каламкасского месторождения температура подземных вод не превышает 25°.

Подземные воды водоносного комплекса высоконапорные и на большей площади полуострова Бузачи при вскрытии их скважинами самоизливаются. В зоне выходов водовмещающих отложений на поверхность в районе Горного Мангышлака встречаются грунтовые и слабонапорные воды с глубиной залегания уровня от нескольких до 100 и более метров. В центральной части Южно-Бузачинского прогиба напоры достигают 770 м, а еще севернее (в Култукском прогибе) 1200 и более метров. На Северо-Бузачинском поднятии напоры сокращаются до нескольких десятков метров, а превышение их над поверхностью земли составляет всего 2–3 м. На северном склоне, в пределах Аксын-Каламкасского месторождения, вскрыты напорные самоизливающиеся воды с величиной напора 70–80 м.

Минерализация подземных вод в альб-нижнетуронском водоносном комплексе в пределах Бузачинского артезианского бассейна изменяется в широких пределах. Наименьшая величина минерализации до 2,2 г/дм³ отмечается на центральном участке южного борта Южно-Бузачинского прогиба, где выявлено и разведано Северо-Актауское месторождение, воды которого используются для орошения земель. Подземные воды с минерализацией до 3,0 г/дм³ дугообразным языком вклиниваются в обширную зону солоноватых и соленых подземных вод. Длина такого языка составляет 70–75 км, ширина – 25–30 км. К северу от него в сторону Култукского прогиба минерализация возрастает до 50 и далее до более 100 г/дм³. Площадь распространения подземных вод с минерализацией до 3,0 г/дм³ по данным детальной разведки составляет $2,2 \times 10^9$ м², с минерализацией от 3 до 5 г/дм³ – $1,15 \times 10^9$ м² и с минерализацией от 5 до 10 г/дм³ – $0,865 \times 10^9$ м² [3].

Слабоминерализованные подземные воды обычно имеют сульфатно-хлоридный натриевый состав,

К. А. КОЖАХМЕТ, А. Б. ЖАЙХАНОВ,
Б. Х. НУГМАНОВ, Н. Ж. КЫЛЫШБАЕВА,
Ф. К. НУРБАЕВА
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БУЗАЧИНСКОГО
АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА
(ЗАПАДНЫЙ КАЗАХСТАН)

реже – гидрокарбонатно-сульфатный натриевый и хлоридно-сульфатный натриевый. Соленые воды имеют устойчивый хлоридный натриевый состав. Минерализация воды незначительно возрастает и в направлении Северо-Бузачинского поднятия, на южном крыле которого развиты воды с минерализацией 8–12 г/дм³, а непосредственно в присводовой части – 4,8–6,8 г/дм³.

На северном крыле этого поднятия, где расположено Аксын-Каламкасское месторождение, минерализация составляет более 100 г/дм³. Такое резкое различие указывает на различный генезис этих вод и режимы их фильтрации.

Подземные воды на Аксын-Каламкасском месторождении относятся к слабым рассолам. Величина общей минерализации изменяется в зависимости от глубины и вскрытых интервалов от 93,2 до 115,4 г/дм³. Содержание сульфат-ионов в подземных водах колеблется от 3 до 65 мг/дм³. По химическому составу воды хлоридные натриевые. Они относятся к хлоркальциевому типу. Для них характерно преобладание кальция над магнием (Ca/Mg = 2,1). Натрий-хлорный коэффициент составляет 0,8, что указывает на высокую степень метаморфизации вод. Величина общей жесткости изменяется от 330 до 435 ммоль/дм³.

Из приведенного описания химического состава подземных вод Аксын-Каламкасского месторождения видно, что они имеют седиментационное происхождение и характеризуются элизионным режимом фильтрации, отжимаясь из глубоко погруженной Северо-Устьюртской системы прогибов. В то же время в своде и на южном крыле Северо-Бузачинского поднятия подземные воды имеют все признаки инфильтрационного происхождения. Уменьшение минерализации подземных вод к югу от Северо-Бузачинского поднятия и к северо-западу от Горного Мангышлака указывает на то, что эти структуры являлись древними областями питания водоносного комплекса. Прикаратауские долины и в настоящее время являются областью питания, в то время как Северо-Бузачинское поднятие скорее всего является областью вертикальной разгрузки, как потока инфильтрационных вод, направленных с Мангышлака, так и элизионных вод, поступающих с востока и северо-востока из Северо-Устьюртских прогибов. На это указывает и изменение пьезометрических уровней. Наибольшие абсолютные отметки отмечаются в районе Горного Мангышлака, где они имеют значение 80–90 м. Уклоны пьезометрической поверхности здесь наибольшие. В сторону Северо-Бузачинского поднятия происходит снижение пьезометрической поверхности до –20 м, а уклоны значительно выполаживаются. Это указывает на то, что эта область является дренажной для всего Бузачинского артезианского бассейна, причем в южной части свода разгружаются инфильтрационные воды, а в северной – элизионные. Скорость движения под-

земных вод по данным Ж.С. Сыдыкова составляет 0,12–0,15 м/год. Величина питания подземных вод в Горном Каратау в условиях засушливого климата и неблагоприятного характера рельефа весьма незначительна и не может служить основным фактором, обуславливающим движение подземных вод.

Подземные воды альб-нижнетуронского водоносного комплекса имеют большое практическое значение. Они используются для орошения земель в пределах западной части Северо-Актауского месторождения. Подземные воды с минерализацией до 5 г/дм³, а в отдельных случаях до 10 г/дм³ применяются для обводнения пастбищ. Соленые подземные воды различной минерализации используются для технического водоснабжения нефтепромыслов с целью их закачки в продуктивные нефтесодержащие пласты для поддержания пластовых давлений и увеличения нефтеотдачи. В этом плане могут иметь большое значение соленые подземные воды с величиной минерализации более 100 г/дм³, развитые в Култукском прогибе, которые пока не нашли своего применения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, имеющиеся гидрогеологические материалы по рассматриваемому району позволяют однозначно выделить здесь в разрезе бассейна два гидрогеологических этажа:

- верхний этаж, в котором получили развитие грунтовые воды со свободной поверхностью в отложениях четвертичного возраста;

- нижний этаж, характеризующийся распространением напорных вод в отложениях юры, нижнего и, частично верхнего мела (сеноман – нижний турон).

Эти этажи разделены слабопроницаемой глинисто-карбонатной толщей сенона, палеоцена, эоцена и глинами олигоцена. В плане, границами Бузачинского бассейна служат Горный Мангышлак (на юге), плато Устюрт (на востоке), а на западе и севере – акватория Каспийского моря.

Верхний этаж не относится непосредственно к артезианскому бассейну и требует дополнительной характеристики. Отложения четвертичной системы представлены двумя генетическими комплексами – морским и континентальным. Нижнечетвертичные отложения распространены в районе залива Кошак, они сложены зеленовато-серыми глинами бакинского регионаруса, их мощность достигает 12 м.

Верхнечетвертичные отложения (хвалынский регионарус) залегают трансгрессивно на бакинских. Они имеют широкое распространение в пределах Северо-Мангышлакской низменности и полуострова Бузачи. Представлены они, в основном, мелкозернистыми песками и глинами. Мощность хвалынских отложений составляет 10–20, реже до 35 м.

В верхнем этаже получили развитие грунтовые воды со свободной поверхностью в отложениях чет-

вертичного возраста. Водоносный горизонт нерасчлененных верхнечетвертичных и современных отложений развит в пределах крупных песчаных массивов: Чулачгылкум, Кызылкум, Уваккум и ряда мелких.

Воды горизонта грунтовые, с глубиной залегания 1,6–11,7 м. Водовмещающие породы представлены песками, тонко- и мелкозернистыми, с примесью битой ракуши. Водообильность не высокая, дебиты скважин редко превышают 1,0–1,6 дм³/с при понижении уровня на 3,4–6,7 м. Минерализация подземных вод, в целом, изменяется в небольших пределах, от 0,4 до 4,5 г/дм³ и редко достигает 22,4–52,4 г/дм³.

Пресные подземные воды встречены лишь в песчаном массиве Кызылкум (минерализация до 1,5 г/дм³), к которому приурочено Кызылкумское месторождение пресных подземных вод с утвержденными в ГКЗ запасами в объеме 5,7 тыс. м³/сут. (протокол № 193 от 30.06.1977 г.). В других песчаных массивах минерализация подземных вод составила более 1,5 г/дм³.

По химическому составу пресные воды верхнего этажа гидрокарбонатные натриевые и хлоридно-сульфатные натриевые, соленоватые и слабосоленые сульфатно-хлоридные, а соленые – хлоридные натриевые. Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и конденсации влаги в зоне аэрации, разгрузка идет в соровые понижения. Подземные воды Кызылкумского месторождения используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения нефтепромыслов Каражанбас и Каламкас.

В связи с отсутствием на территории всего Мангышлака надземных источников водоснабжения изучение подземных вод является приоритетным направлением. Утвержденные запасы подземных питьевых вод составляют всего 636000 м³ (с минерализацией до 1 г/дм³). Необходимо оценить перспективы освоения ранее выявленных месторождений для обеспечения водой промышленных предприятий, сельского хозяйства и жителей региона. Обобщение имеющихся гидрогеологических материалов по Бузачинскому артезианскому бассейну показывает существование в нем значительных запасов подземных вод, но, к сожалению, с повышенной минерализацией, пригодных только для орошения и в технических целях [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко С.С., Куликов Г.В. Подземные промышленные воды. М.: Недра, 1984. 79 с.
2. Веселов В.В., Махмутов Т.Т., Едигенов М.Б. и др. Месторождения подземных вод Казахстана. Т. I. Западный и Южный Казахстан. Алматы: РГП ПХВ «Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов РК», 2019.
3. Геология СССР. Т. XXI. Западный Казахстан. Ч. 1. Геологическое описание. Кн. 1 / Ред. А.Л. Яншин. М.: Недра, 1970. 879 с.
4. Жолтаев Г.Ж., Елемесов Д.Д. Нефтегазос-

ные комплексы Северо-Бозашинского региона // Вестник Казахского национального технического университета. 2015. № 4. С. 38–43.

5. **СЫДЫКОВ Ж.С., КУКАБАЕВ В., КУГЕШЕВ А.К., ВИШНЯКОВ А.С., КУЛИКОВ Г.В., СОКОЛОВ В.Н.** Подземные воды Мангышлак-Устьюртской нефтегазоносной провинции. Алма-Ата: Наука, 1970. 202 с.
6. **ШЛЕЗИНГЕР А.Е.** Позднегеосинклинальные и раннеплатформенные структуры в герцинидах Евразии // Труды Геологического института АН СССР. 1974. Вып. 255. 221 с.
7. **ШЛЕЗИНГЕР А.Е.** Структурное положение и развитие Мангышлакской системы дислокаций / Труды Геологического института АН СССР. 1965. Вып. 132. 220 с.

REFERENCES

1. **BONDARENKO S.S., KULIKOV G.V.** Industrial groundwaters. Moscow: Nedra. 1–79. (In Russian).
2. **VESELOV V.V., МАХМУТОВ Т.Т., EDIGENOV M.B. ET AL.** Groundwater deposits of Kazakhstan. Volume 1. Western and South Kazakhstan. Almaty: RGP PKHV «Informatsionno-analiticheskiy tsentr geologii i mineral'nykh resursov RK». 2019. (In Russian).
3. Geology of USSR. Volume XXI. Western Kazakhstan. Part 1. Geological description. Book 1 / Ed. A.L. Yan-shin. Moscow: Nedra. 1970:1–879. (In Russian).
4. **ZHOLTAEV G.ZH., ELEMESOV D.D.** Oil and gas bearing complexes of North-Bozasha region. *Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo tekhnicheskogo universiteta*. 2015. 4:38–43. (In Russian).
5. **SADYKOV ZH.S., КУКБАЕВ В., КУГЕШЕВ А.К., ВИШНЯКОВ А.С., КУЛИКОВ Г.В., СОКОЛОВ В.Н.** Ground waters of Mangyshlak-Ustyurt oil and gas bearing province. Alma-Ata: Nauka, 1970:1–202. (In Russian).
6. **SHLEZINGER A.E.** Late geosyncline and early platform structures in Eurasian Hercynids. *Trudy Geologicheskogo instituta AN SSSR*. 1974. 255:1–221. (In Russian).
7. **SHLEZINGER A.E.** Structural position and evolution of Mangyshlak Dislocational System. *Trudy Geologicheskogo instituta AN SSSR*. 1965. 132:1–220. (In Russian).

К. А. КОЖАХМЕТ, А. Б. ЖАЙХАНОВ, Б. Х. НУГМАНОВ, Н. Ж. КЫЛЫШБАЕВА, Ф. К. НУРБАЕВА
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БУЗАЧИНСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА (ЗАПАДНЫЙ КАЗАХСТАН)

Кожухмет Косарбай Абдурахманович, к.г.-м.н., доцент НАО «Каспийский университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова»

✉ e-mail: Koseke53@mail.ru

Жайканов Алибек Бериккалиевич первый заместитель директора по геологии и разработке филиала ТОО «КМГ Инжиниринга» «КазНИПИМунайгаз»

Нугманов Бекболат Хасанович, директор департамента геологии филиала ТОО «КМГ Инжиниринга» «КазНИПИМунайгаз»

Кылышбаева Нурлугуль Жанашаевна, магистр, ст. преподаватель НАО «Каспийский университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова»

Нурбаева Фариди Куантхановна, к.т.н., доцент Есенова университета

✉ 130003, РК, Мангистауская область, г. Актау, 32 мик-н 130003, RK, Mangistau region, Aktau, 32 micron

УДК 32.019.51

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-71-75

Научная статья

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА КАК ОБЪЕКТ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ В ДУХОВНОЙ СФЕРЕ

А. В. ОПАЛЕВЦЕНТР ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМ
БЕЗОПАСНОСТИ РАН

В статье раскрывается значение образовательной среды для обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. Отмечается, что образовательная среда – это та сфера, которая в наибольшей степени приспособлена к формированию мировоззрения, ценностных ориентаций и социальных установок подрастающего поколения, поэтому она является одним из основных объектов воздействия со стороны геополитических противников России. Раскрываются основные интеллектуальные, нравственные, культурные, идеологические, психологические и информационные угрозы духовной безопасности российского общества в образовательной сфере.

Ключевые слова: образовательная среда, угрозы безопасности, духовная сфера, безопасность в образовательной сфере

В последние годы особую озабоченность как широкой общественности, так и ученых вызывает состояние российской образовательной среды, которая перманентно находится в состоянии реформирования, начиная от начального образования и заканчивая подготовкой специалистов высшей квалификации. Давно замечено, что для завоевания государства не нужно развязывать войны, достаточно изменить сознание людей, направить его на усвоение ценностей и интересов противника. Наилучший, хотя и не быстрый, способ добиться этого – сформировать новое поколение людей, полностью ориентированных на эти ценности и интересы. Образовательная среда – это та сфера, которая в наибольшей степени приспособлена к формированию мировоззрения, ценностных ориентаций и социальных установок подрастающего поколения.

Как показывает опыт последних десятилетий, технологии реализации интересов западных государств посредством использования возможностей образо-

Original article

THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT AS AN OBJECT OF SECURITY THREATS IN THE SPIRITUAL SPHERE

A. V. OPALEVCENTER FOR SECURITY RESEARCH
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

The article reveals the importance of the educational environment for ensuring the national security of the Russian Federation. It is noted that the educational environment is the sphere that is most adapted to the formation of the worldview, value orientations and social attitudes of the younger generation, therefore it is one of the main objects of influence from Russia's geopolitical opponents. The main intellectual, moral, cultural, ideological, psychological and informational threats to the spiritual security of Russian society in the educational sphere are revealed.

KEYWORDS: educational environment, security threats, spiritual sphere, security in the educational sphere

вательной среды успешно использовались и используются на территории бывших советских республик. Наиболее показательными в этом отношении являются страны Прибалтики и Украина, которые, по сути, превратились в Анти-Россию. Молодежь этих стран, обученная и воспитанная в духе ненависти к России, стала наиболее активным проводником антироссийских идей и западных ценностей.

Противники нашей страны не оставляют попыток применить эти технологии и по отношению к российской молодежи, воздействуя на нее через многочисленные каналы, в том числе образовательные. Фактически речь идет о стремлении разрушить одно из важнейших оснований национальной безопасности Российской Федерации.

Западные страны, и прежде всего США, заинтересованы в том, чтобы создать механизм влияния на ход развития Российской Федерации. Противники сильной России прекрасно понимают, что одной из традиционных основ российского общества всегда была особая духовность, связанная с ориентацией людей на высшие идеалы. Разрушение этой духовности через систему образования, экономических, полити-

ческих и иных мер входит в качестве составной части в их целевые установки. Западные политологи открыто заявляют, что главное различие между Востоком и Западом заключается не столько в экономической и социальной политике, сколько в ценностных принципах, на которых они основаны.

Не случайно в последние годы предприняты активные шаги по сохранению российских духовных ценностей и их распространению, особенно в молодежной среде. Стратегические цели работы в этом направлении достаточно четко выражены в принятых в 2022 г. Основах государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей.

Без укрепления в сознании и поведении людей духовных ценностей, идентичных их культуре, ведущую роль в которых играет система образования, нельзя рассчитывать на устойчивость развития и жизнеспособность личности, общества и государства. Во все времена именно дух нации, ее интеллект, общественное мнение и настроение людей формировали государственность, были силой, которая помогала выстоять в годы суровых испытаний и в устройстве повседневной жизни.

Поэтому нравственность, наука, образование, культура, иные духовные ценности занимают важнейшее место в сфере обеспечения национальной безопасности. Их разрушение – угроза безопасности не только личности, но и государства. Как отмечается в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, насаждение чуждых идеалов и ценностей, осуществление без учета исторических традиций и опыта предшествующих поколений реформ в области образования, науки, культуры, религии, языка и информационной деятельности приводят к усилению разобщенности и поляризации национальных обществ, разрушают фундамент культурного суверенитета, подрывают основы политической стабильности и государственности.

Национальные интересы не могут быть сформированы, осознаны и реализованы в отрыве от духовных традиций, без сохранения и приумножения сугубо специфических российских ценностей, без образовательной среды, являющейся проводником этих ценностей.

Важнейшим отличием России от других государств, помимо огромных территориальных масштабов, является исключительное многообразие и разброс языковых, этнических, социальных, религиозных и в целом культурно-цивилизационных характеристик населяющих ее народов. Это многообразие неизбежно рождает гетерогенность (неоднородность) образовательной среды, что, безусловно, следует рассматривать как серьезное препятствие в выработке общенациональных духовных ценностей.

Выделим еще одно качество российского общества, определяемое геополитическим фактором и

влияющее на образовательную среду. Простираясь между культурами народов Западной Европы, с одной стороны и народов Востока, с другой, Россия как бы заимствует ряд черт западных и восточных цивилизаций, не принадлежа вместе с тем ни к одной из них. Подобное межцивилизационное положение сообщает отечественной практике в прошлом и продолжает сообщать в настоящее время особую конфликтогенность, которая состоит в том, что народам России приходится совмещать и согласовывать целый ряд несовместимых норм жизнедеятельности, духовных ценностей, мировоззренческих принципов. Обобщая эти типы, аналитики говорят о том, что на пространстве российской Евразии встречаются два разнонаправленных социально-духовных потока мировой истории. Подобное столкновение социокультурных потоков, выражающее глобальный конфликт двух «предельных» типов человеческой цивилизации, не могло не стать своего рода мировым цивилизационным «водоротом», источником всемирно-исторической «турбулентности», мощным фактором возмущения социокультурных, политических, психологических процессов во всем мире. Иных аналогов подобному гигантскому всемирному «вентилятору» на Земле пока нет [3, с. 81]. Очевидно, что данная специфика российского общества обуславливает и характер угроз, затрагивающих безопасность и образовательной среды.

Нельзя забывать, что образовательная среда – это не только обучение, она включает в себя целый комплекс факторов, влияющих на сознание и поведение личности, начиная от общения обучающихся и заканчивая патриотическими ритуалами. Помимо позитивного воздействия, эта среда под влиянием различного рода угроз может культивировать и образцы чуждой российскому менталитету культуры и ценностей. Контролируемые недружественными к Российской Федерации странами глобальные медиа, международные финансовые структуры, транснациональные корпорации, институты массовой культуры, индустрия развлечений и удовольствий и т. д. неизбежно порождают укореняющиеся негативные явления, разрушительным образом влияющие на духовно-нравственную составляющую общества, стремятся различными способами дестабилизировать социальную систему, подвергают информационно-идеологической «бомбардировке» культурную структуру российского общества, сосредотачиваясь на уничтожении базовых идеалов и ценностей, размытии национальной идентичности [4, с. 708].

Не случайно в Основах государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей отмечается, что идеологическое и психологическое воздействие на граждан ведет к насаждению чуждой российскому народу и разрушительной для российского общества

системы идей и ценностей (далее – деструктивная идеология), включая культивирование эгоизма, вседозволенности, безнравственности, отрицание идеалов патриотизма, служения Отечеству, естественного продолжения жизни, ценности крепкой семьи, брака, многодетности, созидательного труда, позитивного вклада России в мировую историю и культуру, разрушение традиционной семьи с помощью пропаганды нетрадиционных сексуальных отношений [1].

Если представить угрозы образовательной среде в обобщенном виде, то к их числу можно отнести угрозы в интеллектуальной, нравственной, культурной, идеологической, психологической и информационной областях духовной сферы российского общества.

Угрозы безопасности России в интеллектуальной области связаны со снижением интеллектуального уровня общества и личности в результате разрушения науки, культуры, образования, то есть инвестиционных отраслей духовной культуры. Значительный ущерб снижению этого уровня наносит «отток за рубеж умов», который принял в последние десятилетия угрожающие масштабы. Как правило, это специалисты высшей квалификации, прошедшие длительную подготовку, которую возместить с новыми людьми можно только через многие годы. А ведь интеллектуальный потенциал страны – ее самое большое богатство и максимальный вклад в наукоемкую фазу НТР. Специфика интеллектуального потенциала России, его исключительно высокая ориентированность на военную проблематику, эмиграция специалистов военно-научного комплекса дополнительно создает опасность того, что их знания могут быть использованы не только нашими геополитическими противниками, но и экстремистскими режимами или международными террористами.

Если раньше основными мотивами такого оттока были в основном материальные причины, то в связи с началом специальной военной операции на Украине он приобрел несколько иной характер. Так, резко увеличился отток из России специалистов в области компьютерных технологий, поскольку принятые против нас западные санкции значительно сократили информационно-техническую и технологическую базу в этой области. А объявленная в стране частичная мобилизация вызвала поток желающих уклониться от нее и скрыться в других государствах.

Российская система образования, наука, культура считались одними из лучших в мире, поэтому неслучайно интеллектуальное богатство, выросшее на отечественной почве, так привлекает Запад. Естественно, «утечка умов» не приняла бы такого размаха, если бы не был нарушен баланс между интеллектуальным потенциалом, с одной стороны, и возможностью его применения и материальным обеспечением, с другой.

Снижение престижа работника образования приводит к тому, что, с одной стороны, из школ и вузов

уходят наиболее квалифицированные педагоги, а с другой – образовательные организации не получают необходимого им нового педагогического потенциала. Сегодня в школе редко встретишь учителя–мужчину, а в вузах происходит снижение количества докторов и кандидатов наук. Падение интеллектуального уровня педагогической среды неизбежно сказывается и на качестве образования.

Имморализационные угрозы представляют опасность для нравственно-ценностной основы существования российского общества. Речь идет об усилиях геополитических противников России, направленных на снижение уровня общественной нравственности, падение «планки» нравственной допустимости поведения людей, усиление девиантности и аномичности этого поведения, антигуманистических тенденций изменения ценностных ориентаций как личности, так и общества в целом, деморализацию индивидуального и общественного сознания перед лицом экономических, политических, социальных, экологических, техногенных, медико-психологических и других проблем. Образовательная среда может быть объектом реализации этих устремлений.

Угрозы в области культурной жизни – это угрозы российской культуре, ее самобытности и самоценности. Они проявляются прежде всего в разграблении и вывозе за рубеж культурно-исторических ценностей, засилии «массовой культуры», стимулирующей первичные (биологические) потребности людей, создающей индивидуальные и общественные стрессовые состояния, насаждении в сфере культуры западных, прежде всего американских, ценностей и приоритетов, чуждых исконному российскому менталитету. Образование дает возможность системного развития культурного общества, поэтому внедрение чуждых нам ценностей через систему образования – наиболее эффективный путь разрушения культурной среды российского общества, что ведет к уничтожению культурного суверенитета, духовного богатства страны и в конечном счете – к разрушению государства.

Идеологические угрозы в последнее время все более осознаются как существенно значимые для национальной безопасности. В общественном сознании постепенно проходит синдром негативного отношения к идеологии, который сформировался на почве активной антикоммунистической пропаганды начала 1990-х годов, отождествившей идеологию как таковую с коммунистической идеологией. Идеология как теоретическое выражение коренных интересов тех или иных социальных общностей (классов, наций, государств и т. п.) необходима для определения приоритетов и направлений общественного развития, осознания социальных интересов и потребностей. Отказ от идеологии на деле означает ни что иное, как замену одной идеологии на другую, что, фактически, и произошло в России. Коммунистическая идеология

освободила место для иной идеологической парадигмы, которая пока находится в стадии формирования и условно может быть названа рыночной идеологией. Попытка автоматического переноса многих элементов либеральной идеологии на российскую почву, на наш взгляд, не увенчалась и не могла увенчаться полным успехом, потому что, во-первых, при этом не учитывались особенности российского общественного сознания и национальной культуры, во-вторых, укорененность идеологических ценностей, сформированных прежней идеологией, оказалась достаточно глубокой и, в-третьих (возможно, самое существенное), западная идеология в полной мере соответствует тем экономическим и социально-политическим отношениям, которые сложились в странах с развитым рыночным механизмом, в то время как в России такие отношения только складываются. Неслучайно в последние годы активно заговорили о необходимости разработки новой общегосударственной идеи, которая, по сути, и является теоретическим выражением коренных интересов российского государства, иначе говоря, государственной идеологией. Перспектива стать не только экономическим, но и идеологическим придатком других государств вряд ли отвечает этим интересам. Поэтому, думается, разработка такой идеи была бы хорошей альтернативой идеологической «вестернизации» России.

Деидеологизация российского общества породила ряд новых угроз его духовной безопасности, непосредственно сказывающихся на развитии образовательной среды. Вышли во взрослую жизнь поколения, воспитанные в ситуации «идеологического вакуума», не знающие иных ценностей и идеалов, кроме индивидуального благополучия и потребительского достатка, слабо идентифицирующие себя с Россией и ее культурой, а свои интересы – с общенациональными. В такой духовной атмосфере достаточно сложно решать проблемы социальной стабилизации, достижения устойчивого развития и сохранения национальной идентичности [2, с. 7].

Психологические угрозы проявляются в росте социально-политической апатии, возникновении панических настроений, страхе ожидания негативных социальных катаклизмов, усилении опасности стрессовых ситуаций как на индивидуальном, так и на общественном уровне. Очевидно, что эти психологические настроения через семью, социальное окружение, преподавание неизбежно влияют на формирование психики подрастающего поколения, что порождает целый ряд негативных последствий.

Информационные угрозы выражаются в возможности манипулирования массовым и индивидуальным сознанием через систему средств массовой информации, через образовательную среду. Можно сказать, что информационные угрозы – это средство, с помощью которого реализуются названные выше угрозы. Дей-

ствительно, в значительной мере именно через систему манипулирования массовым и индивидуальным сознанием, особенно молодежи, осуществляется изменение ценностных ориентаций, поведения людей, их психики. Примеров подобного информационного давления в нужном для его организаторов направлении можно найти множество. Неслучайно в последнее время заговорили о необходимости выработки единых подходов к содержанию учебной литературы, особенно социально-гуманитарной направленности. Не секрет, что многообразие учебников и изложенных в них подходов не всегда положительно. К сожалению, содержащаяся в них информация иногда противоречит общественным позициям, государственным установкам, формирует у обучающихся несвойственные российскому менталитету ценности и интересы.

На наш взгляд, безопасность в образовательной сфере может быть обеспечена лишь в результате действия комплекса средств различного характера, включая правовые средства. При этом в основу должна быть положена не охранительная парадигма безопасности, а парадигма развития. Если первая ориентирована на то, чтобы устранять угрозы безопасности, защищать образовательную сферу, то вторая требует создавать условия для ее развития, наиболее соответствующие интересам и потребностям развития всего общества.

Безопасность в образовательной сфере не только является составной частью безопасности России и ее нарушение фактически подрывает государственность, основывающуюся на национальной идее, общественной духовности и национальной культуре, но и оказывает существенное влияние на другие ее составляющие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента РФ от 9 ноября 2022 г. № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей».
2. **БЕСПАЛЕНКО П.Н.** Духовная составляющая системы национальной безопасности России // *Обозреватель—Observer*. 2007. № 4. С. 6–14.
3. **КОНДАКОВ И.** О менталитете русской культуры / *Цивилизации и культуры. Россия и Восток: цивилизационные отношения*. М., 1994. Вып. 1. С. 79–84.
4. **СЕБЕКИН В.П.** Идеологический вакуум как угроза национальной безопасности России // *Методология предотвращения угроз в XXI веке: Сборник научных трудов*. Иркутск, 2022. С. 706–708.

REFERENCES

1. Decree of the President of the Russian Federation of November 9, 2022 N 809 "On approval of the Fundamentals of State Policy for the Preservation and Strengthening of Traditional Russian Spiritual and Moral Values". (In Russian).

2. **BESPALENKO P.N.** The spiritual component of the Russian national security system. *Obozrevatel–Observer*. 2007;4:6–14. (In Russian).
3. **KONDAKOV I.** On the mentality of Russian culture / Civilization and culture. Russia and the East: civilizational relations. Moscow. 1994;1:79–84. (In Russian).
4. **SEBEKIN V.P.** Ideological Vacuum as a Threat to Russia's National Security. *Metodologiya predotvrascheniya ugroz v XXI veke. Sbornik nauchnih trudov*. Irkutsk, 2022:706–708. (In Russian).

Опалев Александр Васильевич,
д. филос. н., профессор, председатель Секции геополитики
безопасности РАЕН, ведущий научный сотрудник Центр
исследования проблем безопасности РАН

☎ 127006, г. Москва, ул. Малая Дмитровка, д. 24/2,
офис 101
127006, Moscow, st. Malaya Dmitrovka, 24/2, office 101
e-mail: raenbezopasnost@yandex.ru

УДК 658.5

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-76-83

Научная статья

МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЛИНГА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

А. Н. СЕКИСОВ

КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И. Т. ТРУБИЛИНА

Для реализации концепции контроллинга в системе управления персоналом проектной организации необходимо разработать и внедрить инструменты контроллинга, такие как: система планирования и отслеживания проектных задач и сроков выполнения; система оценки и контроля эффективности работы персонала в проекте; система бюджетирования и контроля затрат на персонал, включающая в себя учет затрат на заработную плату, социальные льготы, обучение и развитие персонала; система оценки и контроля качества работы персонала и выполнения проектных задач; система управления контрактами с внешними специалистами и подрядчиками. В данном исследовании рассмотрена модель применения инструментов контроллинга в системе управления персоналом проектной организации, которая должна учитывать специфику проектной деятельности и обеспечивать достижение стратегических целей организации. Разработана методика внедрения системы бюджетирования в систему управления персоналом проектной организации, включающая следующие этапы: анализ текущей системы управления персоналом и выявление проблемных областей, требующих внедрения системы бюджетирования; разработку бюджетных показателей и ключевых показателей эффективности работы персонала, учитывающих специфику проектной деятельности; установление бюджетных ограничений на статьи затрат, связанные с персоналом; разработку системы отчетности и мониторинга выполнения бюджета персонала; обучение персонала основам бюджетирования и ожидаемых результатов от внедрения системы; внедрение системы бюджетирования и контроля затрат на персонал, включая анализ отклонений и принятие корректирующих мер; постоянное улучшение системы бюджетирования и контроля затрат на персонал на основе анализа результатов и фидбека от руководителей проектов и персонала.

Ключевые слова: контроллинг, управление персоналом, планирование и контроль, проектирование, система бюджетирования, контроль затрат, модель, методика внедрения, инструменты контроллинга

Original article

METHODOLOGICAL SUBSTANTIATION OF THE APPLICATION OF CONTROLLING TOOLS IN THE HR MANAGEMENT SYSTEM OF A PROJECT ORGANIZATION

A. N. SEKISOV

KUBAN STATE AGRARIAN UNIVERSITY
NAMED AFTER I. T. TRUBILIN

To implement the concept of controlling in the personnel management system of a project organization, it is necessary to develop and implement controlling tools, such as: a system for planning and tracking project tasks and deadlines, a system for evaluating and monitoring the effectiveness of personnel in a project, a system for budgeting and controlling costs for personnel, including accounting for wage costs, social benefits, training and development of personnel, a system for assessing and monitoring the quality of personnel work and the implementation of project tasks, a system for managing contracts with external specialists and contractors. This study considers a model for applying controlling tools in the personnel management system of a project organization, which should take into account the specifics of project activities and ensure the achievement of the organization's strategic goals. A methodology for introducing a budgeting system into the personnel management system of a design organization has been developed, including the following steps: analysis of the current personnel management system and identification of problem areas that require the introduction of a budgeting system; development of budget indicators and key performance indicators of the staff, taking into account the specifics of project activities; establishment of budgetary restrictions on cost items related to personnel; development of a reporting and monitoring system for the implementation of the staff budget; training of personnel in the basics of budgeting and expected results from the implementation of the system; implementation of a budgeting and cost control system for personnel, including analysis of deviations and taking corrective measures; continuous improvement of the budgeting system and personnel cost control based on the analysis of results and feedback from project managers and staff.

KEY WORDS: controlling, personnel management, planning and control, design, budgeting system, cost control, model, implementation methodology, control-ling tools

ВВЕДЕНИЕ

Гипотеза применения инструментов контроллинга в системе управления персоналом проектной организации заключается в том, что подобное применение может значительно повысить эффективность работы персонала и достижение поставленных целей в рамках инвестиционно-строительного проекта. При этом в контексте управления персоналом проектной организации контроллинг позволяет как отслеживать, так и управлять всеми ключевыми элементами работы с персоналом, включая планирование, найм, развитие, мотивацию и оценку сотрудников. Однако, для подтверждения данной гипотезы требуется проведение соответствующих исследований и анализ данных. Исходя из гипотезы объектом настоящего исследования является система управления персоналом проектной организации, а ее предметом – методы применения инструментов контроллинга. Целью исследования является совершенствование методологии обоснования использования контроллингового инструментария в рамках предмета исследования. При этом решаются следующие основные задачи: разработка модели и методики совершенствования инструментальной работы менеджмента персонала в проектной организации (посредством функциональной оптимизации контроллинга).

Следует отметить, что роль контроллинга в современной проектной организации трудно переоценить. Она заключается прежде всего в обеспечении эффективности и успешного выполнения проектов, оптимизации затрат, сокращении рисков и повышении качества работы предприятия. При этом контроллинг помогает разработать общую стратегию и планы для проектов, а также предсказать их результаты. Он следит за выполнением планов и делает корректировки при необходимости, отслеживает прогресс выполнения проектов, анализирует их статус и бюджет, выявляет отклонения и причины возникновения проблем. Это позволяет быстро реагировать на них и принимать соответствующие меры. Контроллинг следит за расходами на проекты, контролирует бюджет и оптимизирует затраты. Он также занимается расчетом стоимости проектов, оценкой их эффективности и прибыльности. Контроллинг оценивает риски, связанные с проектами, разрабатывает меры предотвращения и управления рисками и следит за их реализацией. Он позволяет составлять отчеты о выполнении проектов для руководства и заинтересованных сторон, а также обеспечивает коммуникацию между различными участниками проекта. Наконец контроллинг осуществляет контроль качества выполнения проектов, разрабатывает и внедряет методы и процедуры для улучшения работы предприятия и процессов управления проектами [5, 10].

КОНЦЕПЦИЯ КОНТРОЛЛИНГА В УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ В ПРОЕКТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Контроллинг в управлении персоналом – это система управленческих мероприятий и инструментов, направленных на планирование, контроль и анализ деятельности персонала в проектной организации. Концепция контроллинга помогает руководителям эффективно управлять персоналом, оптимизировать процессы, принимать информированные решения и достигать стратегических целей.

Основными особенностями реализации контроллинга в проектных организациях являются:

Ориентация на цели проекта: Поскольку проектные организации работают в рамках конкретных проектов с их уникальными целями и ограничениями, контроллинг должен быть настроен на достижение этих целей и контроль исполнения задач по проектам.

Высокая динамика: проектные организации часто сталкиваются с изменяющимися условиями, сроками и требованиями проектов; контроллинг должен быть гибким и адаптивным, чтобы обеспечивать своевременный контроль и анализ процессов и результатов проектов.

Обеспечение прозрачности: в проектных организациях важно иметь прозрачность в отношении качества и эффективности работы персонала; контроллинг помогает обеспечить достоверную информацию о производительности, затратах, качестве и рисках проектов, что позволяет принимать верные управленческие решения.

Интеграция процессов: проектные организации включают в себя различные функциональные области, такие как управление персоналом, финансы, управление рисками и другие; контроллинг в проектных организациях должен интегрировать данные и процессы этих областей для более полного и точного анализа деятельности персонала.

Для успешной реализации контроллинга в проектных организациях необходимо определить ключевые показатели производительности (KPI) и механизмы контроля для каждого проекта. Это может включать разработку системы отчетности, установление контрольных точек, регулярное сравнение фактических данных с плановыми и др.

Кроме того, важно организовать эффективную систему обратной связи и коммуникации сотрудников, чтобы они могли получать информацию о своей производительности и прогрессе работы. Это позволит своевременно выявлять проблемы и принимать необходимые меры для их исправления.

В целом, реализация концепции контроллинга в проектных организациях требует глубокого понимания целей проектов, гибкости в подходе и систематического анализа данных, что позволяет эффективно управлять персоналом и достигать успеха в реализации проектов [8, 10].

Следует отметить, что в свою очередь финансово-экономический аспект управления персоналом связан с эффективным использованием ресурсов организации и достижением финансовых целей. Включает в себя такие понятия как бюджетирование, расчет затрат на персонал, оценка эффективности инвестиций в персонал и др. Управление персоналом также должно быть основано на анализе рынка труда, чтобы эффективно планировать и прогнозировать потребность в персонале, а также привлекать и удерживать квалифицированных сотрудников. Кроме того, важно учесть финансовую мотивацию сотрудников, чтобы стимулировать их производительность и достижение целей организации. Все эти аспекты вместе обеспечивают эффективное управление персоналом и достижение успеха организации.

Управление персоналом рассматривают как организационно-экономический механизм подчинения и использования наемного труда в системе хозяйствования. Управление персоналом включает в себя следующие задачи: мотивация и стимулирование сотрудников; развитие профессиональных навыков и компетенций персонала; оценка и аттестация работников; управление изменениями и развитием организации; управление корпоративной культурой и создание благоприятной рабочей атмосферы; управление конкурентоспособностью организации на рынке труда; обеспечение соблюдения законодательства в сфере трудовых отношений.

Управление персоналом является важной функцией в любой организации, так как от правильного подбора, развития и мотивации сотрудников зависит его успех и эффективность работы. Вместе с тем, управление персоналом также должно учитывать и защищать интересы работников, создавая условия для их профессионального роста и благополучия.

Как показали проведенные нами исследования подбор кадров представляет собой процесс их изучения в целях определения пригодности выдвигаемых кандидатов для выполнения функциональных обязанностей по той или иной должности. Процесс подбора кадров включает в себя следующие этапы: анализ потребностей компании и определение требований к кандидатам на данную должность; разработку и публикацию информации о вакансии; используются различные каналы для привлечения кандидатов, такие как интернет-порталы, социальные сети, агентства по подбору персонала и т.д.; предварительный отбор резюме, анализ и сравнение квалификации, опыта работы и навыков кандидатов; проведение собеседований или тестирования с выбранными кандидатами для более детальной оценки их соответствия требованиям; проведение проверки референсов и анализ информации о прошлой работе кандидатов; принятие решения о выборе опти-

мального кандидата на основе собранных данных и проведенных оценок; предложение выбранному кандидату вакантной должности, проведение переговоров о зарплате и условиях работы; подписание трудового договора и организация введения нового сотрудника в работу, включая проведение обучения и адаптации к новому рабочему окружению; оказание поддержки и контроль за интеграцией нового сотрудника в коллектив и проведение оценки успешности найма для дальнейшего улучшения процесса подбора кадров. Эти этапы могут отличаться в зависимости от организации и специфики должности, но общая суть процесса подбора кадров остается неизменной – найти наиболее подходящего кандидата для выполнения требуемых функциональных обязанностей.

В настоящее время контроллинг является неотъемлемой частью управления организацией, так как позволяет эффективно планировать и контролировать деятельность, принимать обоснованные решения на основе анализа данных и мониторинга показателей эффективности [2]. Контроллинг также помогает своевременно выявлять и устранять возможные риски и ошибки, а также оптимизировать затраты и повышать качество работы [5].

Основные функции контроллинга включают: планирование и определение целей организации; анализ и контроль исполнения планов; управление ресурсами и рисками; разработку и оптимизацию стратегий и тактик; обеспечение информационной поддержки для принятия решений. При этом контроллинг может быть применен как на макроуровне (управление организацией в целом), так и на микроуровне (управление конкретными процессами и проектами). Он также может быть применен в различных сферах деятельности, включая производство, финансы, управление персоналом и т.д. В целом же контроллинг является важнейшим инструментом для эффективного управления организацией, обеспечивая координацию и контроль за ее деятельностью, а также помогая достигать стратегических и оперативных целей [1, 11].

Целевая задача контроллинга – построение на предприятии эффективной системы принятия, реализации, контроля и анализа управленческих решений. Планирование: определение целей и прогнозирование результатов работы организации, разработка планов и программ действий для их достижения. Контроль: систематическое сравнение фактических результатов с запланированными целями и стандартами, выявление отклонений и их анализ, принятие корректирующих мер. Анализ и оценка: обработка и интерпретация данных, полученных при контроле, выявление причин отклонений и их влияния на результаты, оценка эффективности проведенных мероприятий. Управление ресурсами: оптимизация

использования ресурсов организации (человеческих, финансовых, временных и т.д.), планирование и контроль затрат. Управление рисками: выявление и оценка возможных рисков, разработка мер по их предотвращению или минимизации. Управление качеством: контроль и улучшение качества продукции или услуг, разработка и внедрение стандартов качества, анализ удовлетворенности клиентов. Управление информацией: обеспечение доступности и точности информации для принятия управленческих решений, разработка и внедрение информационных систем и инструментов анализа. Все эти задачи сочетаются и дополняют друг друга в рамках контроллинга, обеспечивая комплексный и системный подход к управлению организацией [5].

В процессе исследований нами выявлено, что в любой системе контроллинга присутствуют следующие обязательные факторы, связанные с информацией и потоком информации [4, 6].

1. Идентификация информационных потоков: определение, какие данные и информация необходимы для управленческих решений и как они будут получены.
2. Сбор информации: сбор и получение данных из различных источников, включая внутренние и внешние источники, чтобы обеспечить полноту и достоверность информации.
3. Анализ информации: обработка и интерпретация данных с помощью различных методов и инструментов анализа, чтобы выявить важные тренды, закономерности и отклонения.
4. Представление информации: отображение результатов анализа в удобной и понятной форме, такой как отчеты, диаграммы, графики и т. д., чтобы облегчить принятие управленческих решений.
5. Распространение информации: передача полученной информации руководству и заинтересованным сторонам, чтобы обеспечить единую базу знаний и понимание текущей ситуации.
6. Хранение информации: создание системы хранения и архивации данных для обеспечения доступности и сохранности информации для будущего использования и анализа.
7. Защита информации: разработка и внедрение мер по защите информации от несанкционированного доступа, потери или повреждения.
8. Управление информационными системами: разработка и поддержка информационных систем, программ и инструментов для сбора, анализа и представления информации.

Все эти факторы связаны между собой и обеспечивают непрерывный поток информации в системе контроллинга от сбора и анализа данных до принятия управленческих решений и контроля их выполнения.

АНАЛИЗ И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЛИНГА, ИХ ВНЕДРЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Инструменты контроллинга можно классифицировать по следующим признакам.

По функциональному назначению.

1. Сбор и анализ данных: инструменты, позволяющие собирать, систематизировать и анализировать данные для выявления трендов, статистики и показателей эффективности.
2. Планирование и прогнозирование: инструменты, помогающие разрабатывать бюджеты, планы, проводить прогнозирование и моделирование сценариев.
3. Управление проектами: инструменты, позволяющие планировать, отслеживать и контролировать выполнение проектов, управлять ресурсами и сроками.
4. Бюджетирование и отчетность: инструменты, предоставляющие возможность разрабатывать бюджеты, отслеживать расходы, проводить отчетность и контролировать бюджетное выполнение.
5. Системы учета и управленческого управления: инструменты, предназначенные для ведения учета и управленческого управления данными, включающие в себя системы ERP (Enterprise Resource Planning).

По типу инструментов.

1. Математические модели и статистические методы: включают модели прогнозирования, регрессионный анализ, корреляционный анализ и другие методы статистики и математики для анализа данных и выявления закономерностей.
2. Бизнес-интеллект и аналитические системы: предоставляют средства для сбора, анализа и представления данных в удобной и понятной форме, включая отчеты, диаграммы, графики и другие визуальные элементы.
3. Системы планирования и бюджетирования: позволяют разрабатывать и управлять бюджетами, планами и прогнозами, включая функции планирования ресурсов, учета затрат и контроля исполнения бюджета.
4. Системы учета и отчетности: используются для ведения учета и составления отчетности о финансовых и операционных показателях, включая различные виды бухгалтерии и налоговой отчетности.
5. Проектные и задачные системы: предоставляют возможность управления проектами, задачами и ресурсами, включая функции планирования, отслеживания прогресса и коммуникации.

Эти критерии помогают классифицировать ин-

струменты контроллинга на основе их функций и специфики, что помогает выбрать наиболее подходящие инструменты для конкретных потребностей и задач системы контроллинга.

Каждая организация имеет свои особенности и цели, поэтому не существует универсального подхода к управлению персоналом, который бы подходил всем. Это подтверждает необходимость анализировать и выбирать инструменты контроллинга в зависимости от конкретной ситуации и потребностей компании [8]. Однако, рассмотрение различных инструментов контроллинга позволяет определить общие принципы и подходы, которые могут быть адаптированы и применены для достижения эффективности управления персоналом в любой организации. Важной частью управления персоналом является аналитический подход, который позволяет собрать и обработать данные о производительности персонала, его квалификации, затратах на оплату труда и других факторах, влияющих на эффективность работы персонала [4, 7].

Использование инструментов контроллинга позволяет оценить эффективность использования человеческого капитала и рассчитать рентабельность инвестиций в него. Знание этих данных помогает принять обоснованные управленческие решения и оптимизировать использование ресурсов [3, 6, 8].

Таким образом, инструменты контроллинга действительно придают аналитический характер и позволяют произвести необходимые для оценки эффективности расчеты. Они помогают координировать управление персоналом и обеспечивать необходимой информацией систему управления персоналом. Однако, самый правильный подход к управлению персоналом будет определен только для конкретного предприятия, учитывая его особенности и цели.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЛИНГА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ В СООТВЕТСТВИИ С ПРИНЯТОЙ КОНЦЕПЦИЕЙ

Нами предложена модель применения инструментов контроллинга в системе управления персоналом на примере компании ООО «Девелопмент-проект». Для разработки данной модели в соответствии с принятой концепцией следует выполнить следующие шаги.

1. Определение концепции управления персоналом: изучите цели и стратегию организации, анализируйте ее уникальные особенности и контекст. Определите, какие аспекты управления персоналом являются наиболее важными и релевантными для достижения целей организации.
2. Идентификация ключевых показателей эффективности персонала: определите, какие показатели эффективности наиболее важны для оценки успеха управления персоналом в соответствии с выбран-

ной концепцией. Это может быть процент текучести кадров, производительность, уровень удовлетворенности сотрудников и другие показатели.

3. Выбор соответствующих инструментов контроллинга: исследуйте различные инструменты контроллинга, такие как бюджетирование персонала, контроль исполнения плановых показателей, управление производительностью, анализ затрат на персонал и другие. Выберите те инструменты, которые наиболее соответствуют выбранной концепции управления персоналом и позволяют измерять и контролировать ключевые показатели эффективности.
4. Разработка системы сбора и анализа данных: определите, как будет осуществляться сбор и анализ данных, необходимых для применения выбранных инструментов контроллинга. Разработайте процессы и инструменты для сбора данных, установите систему отчетности и анализа, чтобы обеспечить своевременную и точную информацию.
5. Разработка плана действий и мониторинг: сформулируйте план действий для применения выбранных инструментов контроллинга в системе управления персоналом. Разработайте конкретные шаги, сроки и определите ответственных лиц, предусмотрите механизмы мониторинга и оценки эффективности применения инструментов.
6. Внедрение и анализ результатов: внедрите разработанную модель применения инструментов контроллинга в системе управления персоналом. Оцените ее эффективность, сравнивая фактические результаты с запланированными показателями. Проведите анализ причин расхождений и определите, что можно улучшить или изменить в системе. Важно помнить, что разработка модели применения инструментов контроллинга в системе управления персоналом является итеративным процессом. Она должна адаптироваться к изменениям в организации и окружающей среде и регулярно пересматриваться и настраиваться для достижения максимальной эффективности.

Для проектной компании ООО «Девелопмент-проект» важно выбрать инструменты контроллинга, которые наиболее соответствуют ее специфике деятельности. Учитывая, что она является проектной организацией в области строительства, ей могут потребоваться инструменты для планирования и управления проектами, анализа ресурсов, контроля бюджета и сроков, оценки рисков и прогнозирования результатов. Также следует учитывать факт, что организация входит в состав холдинга ООО «Девелопмент-Юг». Это может оказать влияние на выбор инструментов контроллинга, так как холдинг может иметь свои особенности в управлении и требования к отчетности.

Таким образом, разработка и внедрение инструментов контроллинга в компании ООО «Девелопмент-

проект» должны осуществляться с учетом конкретных потребностей и особенностей ее бизнеса, а также согласовываться с основными принципами использования инструментов контроллинга в холдинге ООО «Девелопмент-Юг».

Экономический эффект от внедрения инструментов контроллинга особенно важен для компаний, участвующих в различных этапах жизненного цикла продукции. Для ООО «Девелопмент-проект» и холдинга ООО «Девелопмент-Юг» внедрение инструментов контроллинга может помочь облегчить планирование, принятие решений и получение своевременной информации о своей деятельности. На этапах исследования, разработки и проектирования конечной продукции ООО «Девелопмент-проект» может использовать инструменты контроллинга, которые помогут в управлении проектами, контроле бюджета и сроков, анализе ресурсов и оценке рисков. А холдинг ООО «Девелопмент-Юг», осуществляющий полный цикл производства продукции, включая капитальное строительство, может внедрить инструменты контроллинга, которые помогут ему в управлении проектами, контроле качества и сроков, анализе затрат и ресурсов.

Таким образом, внедрение инструментов контроллинга может привести к значительному экономическому эффекту для компаний ООО «Девелопмент-проект» и ООО «Девелопмент-Юг», облегчая процедуры планирования, принятия решений и предоставляя своевременную информацию о своей деятельности. Они позволяют определить плановые показатели и сравнить их с фактическими результатами, а также выявить отклонения и принять меры по исправлению ситуации. В ООО «Девелопмент-проект» система бюджетирования применяется в полной мере, что позволяет эффективно контролировать производственные процессы и достигать поставленных целей.

Кроме того, важным инструментом контроллинга в рамках управления персоналом является система оценки эффективности работы сотрудников. В ООО «Девелопмент-проект» используется методика круговой оценки, которая позволяет получить обратную связь от разных сторон – руководителей, коллег и подчиненных. Это позволяет оценить компетенции и профессиональные навыки сотрудников, идентифицировать сильные и слабые стороны, а также разработать меры для их развития и повышения эффективности работы.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ В СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ КАК ИНСТРУМЕНТА КОНТРОЛЛИНГА

Для разработки методики внедрения системы бюджетирования в систему управления персоналом

как инструмента контроллинга используется следующий подход.

1. Анализ и понимание текущей ситуации.

Определите основные процессы управления персоналом в организации. Изучите текущую систему бюджетирования и контроля. Идентифицируйте основные проблемы и недостатки в контроллинге персонала.

2. Разработка концепции и целей бюджетирования в системе управления персоналом.

Определите цели, которые вы хотите достичь с помощью внедрения системы бюджетирования. Разработайте концепцию, которая будет определять основные принципы и стратегию бюджетирования в системе управления персоналом. Определите ключевые показатели производительности и бюджетных показателей. Идентифицируйте ключевые показатели производительности (KPI) для каждой должности и подразделения. Разработайте бюджетные показатели для каждого KPI, определяющие целевые значения и плановые расходы.

3. Разработка процесса бюджетирования.

Определите роли и ответственность различных участников процесса бюджетирования. Установите временные рамки и этапы процесса. Разработайте процедуры и инструменты для сбора данных и разработки бюджетов.

4. Внедрение и обучение.

Обеспечьте поддержку и согласие руководства организации. Проведите обучение сотрудников, чтобы они понимали новую систему бюджетирования и свою роль в ней. Начните поэтапное внедрение системы бюджетирования в систему управления персоналом.

5. Мониторинг и анализ результатов.

Постоянно отслеживайте и анализируйте достигнутые результаты по сравнению с планами и целями. Идентифицируйте отклонения и причины их возникновения. Принимайте меры для исправления ситуации и повышения эффективности работы.

6. Постоянное улучшение.

Регулярно обновляйте и совершенствуйте методику внедрения системы бюджетирования в систему управления персоналом на основе полученного опыта и обратной связи от сотрудников.

Важно помнить, что разработка и внедрение методики внедрения системы бюджетирования требует тщательного планирования и подготовки, а также вовлечения всех заинтересованных сторон в процесс.

При этом как показали проведенные нами исследования реальные центры затрат совпадают с местами возникновения затрат и включают подразделения основного и вспомогательного производства. Руководители этих подразделений имеют реальное влияние на большую часть затрат и контролируют их количественные показатели. Однако они не отвечают за отклонения по стоимостным показателям затрат, связанным с

ценами. Условные центры затрат не совпадают с местами возникновения затрат, но их менеджеры контролируют факторы, влияющие на их размеры. Например, менеджеры отдела снабжения отвечают за закупочные цены, менеджеры отдела главного механика – за перерасходы из-за аварийных ситуаций с оборудованием, а специалисты отдела главного технолога – за потери от брака из-за неправильной рецептуры.

ВЫВОДЫ

Таким образом, нами исследованы вопросы разработки и внедрения инструментов контроллинга для системы управления персоналом проектной организации, концепции, основанной на управлении и контроле процессов с целью достижения стратегических целей компании. Описывается модель применения инструментов контроллинга в системе управления персоналом проектной организации. Проектные организации часто сталкиваются с необходимостью эффективного управления своими ресурсами, включая персонал. Инструменты контроллинга помогают организации оптимизировать затраты на персонал и повысить его производительность. В рамках нашего исследования также разработана методика внедрения системы бюджетирования в систему управления персоналом проектной организации. Бюджетирование позволяет определить ресурсы, необходимые для достижения целей проектной организации, и контролировать их использование. Реальные и условные центры затрат выделяются для более точного и эффективного управления бюджетом персонала. Выделение реальных и условных центров затрат обусловлено многочисленными факторами, влияющими на отклонения фактических затрат от запланированных. Это явление необходимо учитывать при определении ответственности за бюджетные и отчетные показатели. Также следует помнить, что на предприятиях с одинаковыми бизнес-процессами «хозяевами» одной и той же статьи затрат могут быть менеджеры различных подразделений, в зависимости от организационных особенностей и поведенческих аспектов.

Результаты проведенного нами исследования могут быть полезным для руководителей проектных организаций и специалистов по управлению персоналом, интересующихся внедрением концепции контроллинга в свою деятельность. Разработанные инструменты контроллинга и методика бюджетирования могут помочь организациям достичь более эффективного и оптимального использования своих персональных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **ДЕДОВ О.А.** Методология контроллинга и практика управления крупным промышленным предприятием. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. 248 с.
2. **ОВЧИННИКОВА С.В.** Технический анализ развития

А.Н. СЕКИСОВ
МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ
ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЛИНГА В СИСТЕМЕ
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ПРОЕКТНОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ

- каркасного домостроения // Актуальные проблемы современной науки: IV Междунауч.-практ. конф.-ия. Алушта: Ставропольский университет, 27–30 апреля 2015. Вып. 4. Т. 2. С. 118–121.
3. **СЕКИСОВ А.Н.** Классификация организационных знаний в рамках инвестиционно-строительного проектирования // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии: Мат-лы ежегодной науч.-практ. конф.-ии преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 12 мая. 2023. С. 180–183.
 4. **СЕКИСОВ А.Н.** Контроллинг как ключевой фактор устойчивого развития аграрного производства // Современные вызовы и реалии экономического развития России: Мат-лы VI Межд-ой науч.-практ. конф.-ии, Ставрополь, 7–9 октября 2020 г. Под редакцией Л.И. Ушвицкого, А.В. Савцовой. Ставрополь: ООО "Издательско-информационный центр "Фабула", 2020. С. 168–172.
 5. **СЕКИСОВ А.Н.** Концепция контроллинга и развитие системы менеджмента качества в условиях современной рыночной среды // Сектор экономики знаний южного макрорегиона: институциональные инновации, технологии контроллинга, управления знаниями, развития человеческого капитала. Мат-лы III межд-ой науч.-практ. конф.-ии, Краснодар, 14–16 сентября 2011 г. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2011. С. 119–123.
 6. **СЕКИСОВ А.Н.** Методические аспекты структурирования неявных управленческих знаний в управлении проектами // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии. Мат-лы ежегодной науч.-практ. конф.-ии преподавателей по итогам НИР за 2022 г. Краснодар, 12 мая 2023 года. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. С. 183–186.
 7. **ФИТЦ-ЕНЦ ЖАК.** Рентабельность инвестиций в персонал: измерение экономической ценности персонала: роль человеческого капитала в развитии предприятия, вычисление коэффициента окупаемости инвестиций, демография рабочей силы, управление расходами, тенденции, прогнозы и предсказания. Пер. с англ. М.С. Меньшиковой, Ю.П. Леоновой; под общ. ред. В.И. Ярных. М.: Вершина, 2009. 319 с.
 8. **ФОЛЬМУТ Х.Й.** Инструменты контроллинга от А до Я. Пер. с нем. / Под ред. М.А. Лукашевича и Е.Н. Тихоненковой. М.: Финансы и статистика, 2001. 288 с.
 9. **OVCHINNIKOVA S., KUKINOVA G., BOROVKOV A., MARKINA N.** Environmental substantiation for the use of alternative energy sources // E3S Web of Conferences: 224, Voronezh, 08–10 декабря 2020 года. Voronezh, 2021. DOI 10.1051/e3sconf/202124401007.
 10. **РОРОВ R.A., SHIRILOVA N.A., SEKISOV A.N. ET AL.**

Innovative development of construction in russia: economics, technologies, management // Amazonia Investiga. 2019. Vol. 8. N 19. P. 653–663.

11. **TERZIEV V., STOYANOV E.** Functional Characteristics and Development of the Idea of Control. In: Thesis of the articles of the 1 st international scientific and practical internet conference "Accounting, analysis, audit and taxation in a globalized economy", "Accounting, analysis, audit and taxatio, Uz, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3162810>. April 14, 2018.

REFERENCES

1. **DEDOV O.A.** Methodology of controlling and practice of managing a large industrial enterprise. Moscow: Alpina Business Books; 2008:248. (In Russian).
2. **OVCHINNIKOVA S.V.** Technical analysis of the development of frame housing construction. Actual problems of modern science: IV International scientific and practical conference. Alushta: Stavropol University, April 27–30. 2015;(4, 2):118–121. (In Russian).
3. **SEKISOV A.N.** Classification of organizational knowledge within the framework of investment and construction design. Points of scientific growth: at the start of the decade of science and technology: Proceedings of the annual scientific and practical conference of teachers based on the results of research for 2022. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin. 2023:180–183. (In Russian).
4. **SEKISOV A.N.** Controlling as a key factor in the sustainable development of agricultural production. Modern challenges and realities of Russia's economic development: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. Stavropol: Limited Liability Company "Publishing and Information Center "Fabula" 168–172. (In Russian).
5. **SEKISOV A.N.** The concept of controlling and the development of a quality management system in a modern market environment. Sector of the knowledge economy of the southern macro-region: institutional innovations, technologies of controlling, knowledge management, development of human capital: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. Krasnodar: Kuban State University, 2011:119–123. (In Russian).
6. **SEKISOV A.N.** Methodological aspects of structuring implicit managerial knowledge in project management. Points of scientific growth: at the start of the decade of science and technology: Proceedings of the annual scientific and practical conference of teachers based on the results of research for 2022. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, 2023. 2023:183–186. (In Russian).
7. **FITZ-ENTZ J.** Return on investment in personnel: measuring the economic value of personnel: the role of human capital in enterprise development, calculating the return on investment, demographics of the workforce, cost management, trends, forecasts and predictions. Translation from English. M.S. Menshikova, Yu.P. Leonova; editor V.I. Yarnykh. Moscow: Vershina. 2009:319. (In Russian).
8. **FOLMUT H.J.** Controlling tools from A to Z. Per. with him. Editor M.L. Lukashevich and E.N. Tikhonenkova Moscow: Finance and statistics, 2001. (In Russian).
9. **OVCHINNIKOVA S., KUKINOVA G., BOROVKOV A., MARKINA N.** Environmental substantiation for the use of alternative energy sources. E3S Web Conf. 2021; (224): 01007.
10. **POPOV R.A., SHILOVA N.A., SEKISOV A.N. ET AL.** Innovative development of construction in russia: economics, technologies, management. Amazonia Investiga. 2019; (8, 19): 653–663.
11. **TERZIEV V., STOYANOV E.** Functional Characteristics and Development of the Idea of Control. In: Thesis of the articles of the 1 st international scientific and practical internet conference "Accounting, analysis, audit and taxation in a globalized economy", "Accounting, analysis, audit and taxatio, Uz, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3162810>. April 14, 2018.

Секисов Александр Николаевич,
к.э.н., доцент кафедры строительного производства Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина

☎ 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, д. 13,
350044, Krasnodar, st. Kalinina, 13,
тел.: +7 (918) 448-00-82, e-mail: alnikkss@gmail.ru.

УДК 332.1; 504.06

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-84-90

Научная статья

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭКОЛОГО-СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

Е. Ф. ШАМАЕВА

ЦЕНТР ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ ИНСТИТУТОВ ГРАЖДАНСКОГО
ОБЩЕСТВА ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА УПРАВЛЕНИЯ

Актуальность работы продиктована необходимостью развития измерительного инструментария эколого-социально-экономических процессов в фокусе междисциплинарных исследований в условиях нарастающих экономических и экологических рисков. Работа является итогом теоретических, методологических и прикладных исследований по анализу социально-экономических систем, рассматриваемых во взаимодействии с окружающей природной средой, с представлением модели оценки динамики развития региона в терминах энергетических показателей. Результаты исследования показали, что методологическими основаниями построения междисциплинарной модели развития регионов должны стать требования, вытекающие из закона преобразования потока энергии (мощности). В работе представлены основополагающие утверждения (условия, принципы, критерии) взаимодействия человека, общества и природы, правила формализованной оценки динамики развития региона с учетом экологических, социальных и экономических аспектов на основе системы энергетических показателей. Результаты исследования вносят вклад в понимание методических возможностей не денежного измерения динамики развития региона.

Работа выполнена в рамках гранта ГУУ (НИР № 1002-23).

Ключевые слова: региональная система, социально-экономическое развитие, взаимосвязи природных и общественных процессов, естественно-научные показатели, интегральная модель развития региона

ВВЕДЕНИЕ

В условиях нарастания глобальных вызовов, которые несут как существенные риски, так и новые возможности, развитие теоретико-методологической базы, нового инструментария комплексной оценки

Original article

METHODOLOGICAL ASPECTS OF BUILDING AN ECOLOGICAL, SOCIO- ECONOMIC MODEL FOR ASSESSING THE DYNAMICS OF REGIONAL DEVELOPMENT

E. F. SHAMAIEVA

CENTER FOR THE DESIGN OF SUSTAINABLE
DEVELOPMENT OF CIVIL SOCIETY
INSTITUTIONS OF THE STATE UNIVERSITY
OF MANAGEMENT

The relevance of the work is dictated by the need to develop measuring tools for environmental, socio-economic processes in the focus of interdisciplinary research. The results of the study showed that the methodological basis for building an ecological-socio-economic model for the development of regions should be the requirements arising from the law of transforming the flow of energy (power). The work is the result of theoretical, methodological and applied studies on the systemic analysis of socio-economic systems, considered in interaction with the natural environment, with the presentation of an ecological-socio-economic model for assessing the dynamics of development in terms of natural-scientific indicators. The results of the study contribute to the understanding of the methodological possibilities of non-monetary integral measurement of the dynamics of development of the region and on this basis the construction of a multi-tier ecological-socio-economic model.

Work is performed within GUU grant (research N 1002-23).

KEYWORDS: regional system, socio-economic development, the relationship between natural and social processes, natural science indicators, an integral model for the development of the region

развития территорий, направленных на обеспечение экологических, социальных, экономических условий, становится важным средством реализации национальных целей развития, определенных в Указе Президента РФ № 474 от 21 июля 2020 года. Развитию методов управления региональным развитием сегодня уделяется значительное внимание. В июле 2021 года указом Президента РФ (№400 от 02.07.2021г.) утверж-

дена Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, в которой установлена взаимосвязь понятий «безопасность» и «устойчивое развитие», обозначены проблемы взаимоотношения человека с окружающей средой и освоения природы, обусловленные различиями в видении отношений между экологическим, социальным и экономическим развитием.

Переосмысление рыночных подходов к экономической деятельности поставили вопрос согласования экономического роста с возможностями биосферы, игнорирование которых может привести к истощению природной среды, резкому снижению продолжительности и качества жизни человека. Происходит становление эколого-социо-экономической модели развития в региональной практике, которая должна обеспечить сохранение развития человека в сбалансированном взаимодействии с окружающей его средой в длительной перспективе.

Таким образом, актуальность работы продиктована практической необходимостью развития принципов и измерительного инструментария эколого-социо-экономических процессов в фокусе междисциплинарных исследований, что является целью работы.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКОЛОГО-СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКОМУ РАЗВИТИЮ РЕГИОНОВ

Научные подходы к развитию общества и государства за 100 лет претерпели переход от чисто экономической модели к социально-экономической (начиная с 1960-х гг.), а затем и к эколого-социо-экономической модели региональных процессов в начале 1990-х гг. Практика и теория не всегда идут рука об руку. Совершенствование механизмов стратегического планирования, опирающихся на переосмысление рыночных подходов к экономической деятельности, привели к острой необходимости внедрения учета сбалансированности социальных, экономических и экологических процессов жизнедеятельности.

Международным сообществом достигнуто понимание, что доминирующая модель рыночной экономики и ее принципы порождают дисбалансы, социальные, экологические и экономические кризисы, увеличивают неустойчивость развития государств и регионов. Нужны новые подходы, которые обеспечат сохранение развития человека в сбалансированном взаимодействии с окружающей его средой.

В документе 1987 года «Наше общее будущее» впервые сформулирована концепция устойчивого развития, предполагающая, что развитие должно отвечать потребностям нынешнего поколения, не лишая будущие поколения возможности удовлетворять свои потребности [3, с. 24]. На Саммите Земли 1992 года принцип защиты окружающей среды для

достижения устойчивого развития зафиксирован в Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию [5]. С этого момента можно говорить об официальном международном оформлении эколого-социо-экономической концепции управления региональным развитием. Причем уровень рассмотрения регионов может быть разным: от отдельных административно-правовых территорий в рамках государства до межгосударственных образований.

Критический анализ отечественных и зарубежных исследований по проблеме измерения устойчивого развития позволил выявить ряд достоинств и недостатков различных систем измерения с учетом экологических, социальных и экономических аспектов. В основном инструментарий эколого-социо-экономического развития построен на использовании субъективных экспертных оценок или интегральном индексе, полученном нормированием разнородных показателей, что ведет к потере физического смысла и объективности управления. Создание системы оценки, состоящей из сотен показателей разной размерности, не позволяет их обобщить по всем правилам науки, чтобы соблюдались принципы достоверности и соответствия. Для разрешения противоречия между обществом и природной средой необходимо, в первую очередь, научиться соизмерять разнокачественные общественные и естественные процессы-потоки. Их нужно не просто измерять, а измерять в одних и тех же единицах. Если поставить задачу сравнения между собой потоков общественных ресурсов, измеренных в денежных единицах, и потоков природных ресурсов в естественных мерах, то сравнение оказывается невозможным, а, следовательно, остаются открытыми поставленные выше вопросы.

Отсутствие совместимости метрик социальной сферы, экономики, экологии, привело к тенденции поиска универсальной (инвариантной) меры развития. На этом пути научным сообществом получены определенные результаты. Например, Комиссия ООН по основным показателям экономической деятельности и социального прогресса с участием Нобелевских лауреатов по экономике Д. Стиглица и А. Сена предложила в качестве интегральной категории для подобного измерения, позволяющей выйти за рамки монетаристских подходов, качество жизни [7]. Однако, проблема объективного (не монетарного, соразмерного) измерения качества жизни продолжает стоять остро. Этой проблеме посвящают свои научные работы коллективы и институты (например, в России: лаборатория проблем уровня и качества жизни ИСЭПН ФНИСЦ РАН, сектор социально-экономических исследований качества и уровня жизни Института экономики РАН и др.).

Международная научная школа устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова продвигает концепцию физико-экономических критериев развития [2], где

показатели строятся на основе закона преобразования потоков энергии в системе «общество – окружающая среда». Работы научной школы П.Г. Кузнецова являются теоретической и методологической основой настоящего исследования, выполненного в развитии технологий и методик формализованной оценки развития региональных систем. Существуют примеры независимого подтверждения правильности такого подхода, утверждающих зависимость между экономической эффективностью и уменьшением потерь потребляемой мощности производственных систем, то есть «чем меньше отходов сегодня, тем больше доходов завтра», что является одним из аналитически выраженных следствий закона преобразования потоков энергии в проекции на социально-экономическую среду.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗМЕРЕНИЮ ЭКОЛОГО-СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

Сущностью социально-экономических региональных систем является взаимодействие общественных и природных подсистем, которые в свою очередь представляют собой сложную сеть потоков двух видов – природных и общественных ресурсов. Эти потоки связаны между собой, оказывают взаимное воздействие, влияют на развитие системы в целом [2, с. 127]. Но как определить величину воздействия? Как определить величину влияния на развитие?

В качестве примера можно привести различные системы индикаторов: система эколого-экономического учета, индекс человеческого развития, индекс реального прогресса, индекс устойчивого экономического благосостояния, истинный индикатор прогресса, международный индекс счастья, индекс физического качества жизни (Physical Quality-of-Life Index, PQLI), валовое национальное счастье (ВНС), индекс качества жизни по версии Economist Intelligence Unit, план благосостояния Вандерфорда-Райли (Vanderford-Riley well-being schedule), индекс устойчивости общества (The Sustainable Society Index) и другие.

Развитие эколого-социо-экономических моделей привлекает к себе внимание многих исследователей. Например, в работе И.Н. Пустовит и В.А. Прилипко [4] предлагается метод установки критериальных индексов, позволяющих определить уровень социо-экологической ситуации на заданной территории. Данный метод подразумевает использование двух подходов: 1) создание информационно-методического банка, объединяющего базу данных экспериментальных экологических, социальных показателей и базу стандартных показателей, за которыми ведется мониторинговое наблюдение; 2) построение интегральных показателей, которые измеряются в баллах.

Другие исследователи (В.И. Хавроничев и Г.М. Тюлю [8]) рассматривают в качестве результа-

тивного признака для анализа влияния экологических факторов на социально-экономическое развитие интегральный рейтинг социально-экономического развития, факторный признак – сводный экологический индекс.

Другое решение поставленной задачи представлено в работе И.А. Забелиной [1] в виде мультипликативной модели, основанной на расширенной функции благосостояния А. Сена. В работе Е.В. Рюминой [6] предлагается вариант построения экологического индекса на основе показателя числа проб воздуха и воды, превышающих ПДК, в процентах от общего числа исследованных проб.

В трудах зарубежных исследователей проблема зачастую рассматривается в контексте построения интегральных экологических индексов. В работе G. Balaganesh, Ravinder Malhotra, R. Sendhil, Smita Sirohi, Sanjit Maiti, K. Ponnusamy, Adesh Kumar Sharma [9] расчёт индекса был основан на подходе Межправительственной группы экспертов по изменению климата с использованием воздействия, чувствительности и способности к адаптации. В другой статье под авторством Md. Galal Uddin, Stephen Nash, Agnieszka I. Olbert [10] приводится обзор на индекс оценки качества воды и их развитие с момента первого упоминания. Согласно этой статье, модели оценки качества воды обычно включают в себя четыре последовательных этапа: (1) выбор параметров качества воды, (2) генерация субиндексов для каждого параметра (3) расчет весовых значений параметров и (4) агрегирование субиндексов для расчета общего индекса качества воды. Ещё одним примером работы, проведённой в данном направлении, является работа Traci P. DuBose, Gina K. Himes Boor, Margaret Fields, Elizabeth L. Kalies, Ana Castillo, Matthew P. Moskwik, Jeffrey F. Marcus, Jeffrey R. Walters [11]. В своих трудах авторы приводят аргументы в пользу использования метода индекса дистанционного зондирования.

Проведенный анализ показал, что используемая методология построения индикаторов базируется на разнородных, несоизмеримых и несопоставимых мерах, а для осуществления арифметических операций используется процедура нормирования. Однако, нормированные индикаторы также разнородны, так как за ними стоят разнородные величины, выраженные в несопоставимых показателях, что порождает ложные оценки и, как следствие, неэффективное управление. Осуществить переход к сбалансированному развитию, не имея ясно сформулированной цели в терминах измеримых показателей, невозможно. Если нет совместимости мер объекта и предмета управления, невозможно судить о развитии системы в целом.

В результате систематизации и анализа публикаций сформулированы методологические требования к построению эколого-социо-экономической модели оценки развития регионов:

1. Использование для оценки динамики развития показателей, приведенных к единой мере (единице измерения) для систем, открытых на входе и выходе по потокам энергии (мощности).
2. Использование формализованных критериев сбалансированного развития на основе показателей, приведенных к единой мере (единице измерения) для систем, открытых на входе и выходе по потокам энергии (мощности).

ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЭКОЛОГО-СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Социально-экономические системы не могут существовать без взаимодействия между собой и природой, сущность которого связана с обменом потоками энергии. Потоки энергии в процессе производства воплощаются в продукции и составляют основу любого вида деятельности. Поэтому энергетические показатели могут адекватно отражать социально-экономические процессы развития, дополняя применение других показателей. На этой основе сформулирован закон преобразования потоков энергии в проекции на социально-экономическую среду.

Закон преобразования потоков энергии в проекции на социально-экономическую среду – это утверждение о том, что в открытой для потоков энергии системе¹ полная мощность N на входе в систему равна сумме полезной мощности P и мощности потерь G на выходе системы [2, с. 242–244]:

$$N(t) = P(t) + G(t), \quad (1)$$

$$P(t) = N(t) \times \eta(t) \times \varepsilon(t);$$

где $N(t)$ – полная мощность на входе в систему или суммарное потребление природных энергоресурсов (включая потребление топлива и электроэнергии); $P(t)$ – полезная мощность на выходе из системы или совокупный произведенный продукт; $G(t)$ – мощность потерь на выходе из системы; $\eta(t)$ – обобщенный коэффициент совершенства технологий; $\varepsilon(t)$ – коэффициент качества планирования; $\phi(t) = \eta(t) \times \varepsilon(t)$ – эффективность использования ресурсов (полной мощности) системы.

Отсюда следует, что уменьшение мощности потерь может быть достигнуто только за счет увеличения полезной мощности при обеспечении роста эффективности использования внутренних ресурсов системы.

Работы автора и представителей Международной научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова (например, работы А.Е. Петрова, В.И. Беляков-

Бодина, В.И. Абрамова, А.А. Головина, К.Н. Шадрова и других) представляются методиками расчета энергетических показателей применительно к региональным и отраслевым системам, в рамках которых учитываются: потребление топлива и электроэнергии в регионе, потери при передаче энергоресурсов, управление обменными потоками энергоресурсов, социальные показатели (численность и ожидаемая продолжительность жизни населения).

Тогда, критерии сбалансированного эколого-социо-экономического развития представляют систему требований [2, с. 244, 247]:

$$\begin{cases} \dot{P} \cdot T = \dot{P}_0 \cdot t + \ddot{P} \cdot t^2 + \overset{\dots}{P} \cdot t^3 > 0, \\ \dot{\phi} \cdot T = \dot{\phi}_0 \cdot t + \ddot{\phi} \cdot t^2 + \overset{\dots}{\phi} \cdot t^3 > 0, \\ \dot{G} \cdot T = \dot{G}_0 \cdot t + \ddot{G} \cdot t^2 + \overset{\dots}{G} \cdot t^3 < 0 \\ \text{(инверсное определение)}, \\ \dot{N} \cdot T = \text{const} \end{cases} \quad (2)$$

где t – шаг масштабирования; T – фиксированный период, $T \leq t^3$.

Эколого-социо-экономическая модель развития региона может быть представлена как формализованный процесс взаимодействия человека и общества с окружающей природной средой: общество под воздействием доли произведенного потока превратимой энергии (α, P) через некоторое время (τ_{Π}) получает в свое распоряжение потребляемый поток ресурсов (N), который через время τ_0 с определенной эффективностью (ϕ) используется обществом для удовлетворения потребностей населения (рис. 1).

Прикладные исследования в терминах энергетических показателей позволяют проводить оценки по уровню энергопотребления, производства и совокупному уровню жизни. Если сравнить совокупный уровень жизни в энергетических показателях, рассчитанный на основе предложенных принципов оценки и методик [2], на примере США, России и Китая (рис. 2), то можно выделить схожие тенденции и большой разрыв в уровне жизни между странами. В России уровень жизни в полтора раза выше, чем в США и почти в пять раз выше, чем в КНР (на 2021 год). Тогда как совокупный уровень жизни в энергетических показателях в США в 3 раза выше, чем в КНР.

В развитии методик формализованной оценки на основе энергетических показателей представлены модели, учитывающие разные виды взаимодействия, например:

- общество — природная среда (рис. 3);
- население — экономика — природная среда (рис. 4);
- научно-технический потенциал — ресурсосбережение — природная среда (рис. 5).

В виду сложности расчетов и отсутствии разви-

¹ К открытым для потоков энергии систем относятся экологические, социальные, экономические, технические системы, способные потреблять, преобразовывать и производить потоки энергии [2].

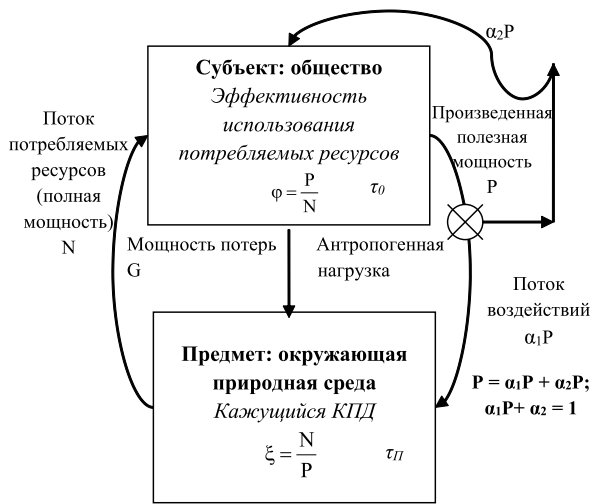


Рис. 1. Модель взаимодействий эколого-социо-экономических процессов

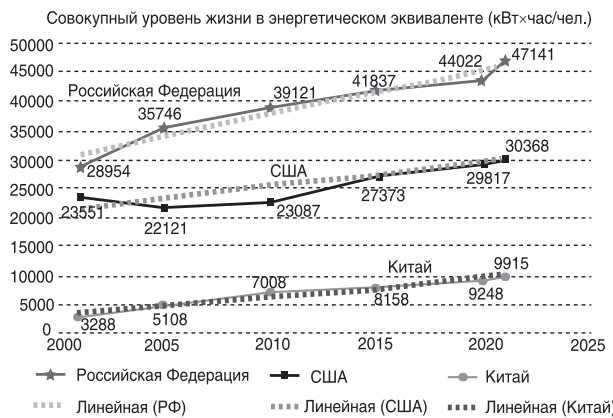


Рис. 2. Динамика совокупного уровня жизни в энергетических показателях (США, Россия, Китай)

той нормативной базы, статистических данных, предложенные модели трудно адаптированы к практике управления, что является не преградой, а предметом дальнейшего развития и совершенствования методик в рамках выделенного научного направления.

Существует тесная связь между научно-техническим прогрессом и эффективностью преобразования потоков энергии в процессе труда. Мерой научно-технического прогресса может быть произведение эффективности добычи природных ресурсов (ресурсоотдачи) ξ на эффективность их переработки (преобразования) η_T и на коэффициент качества труда ε (рис. 2, 5).

Изложенные методологические аспекты построения эколого-социо-экономической модели представляют практическую значимость для развития региона в контексте построения альтернативной системы по-

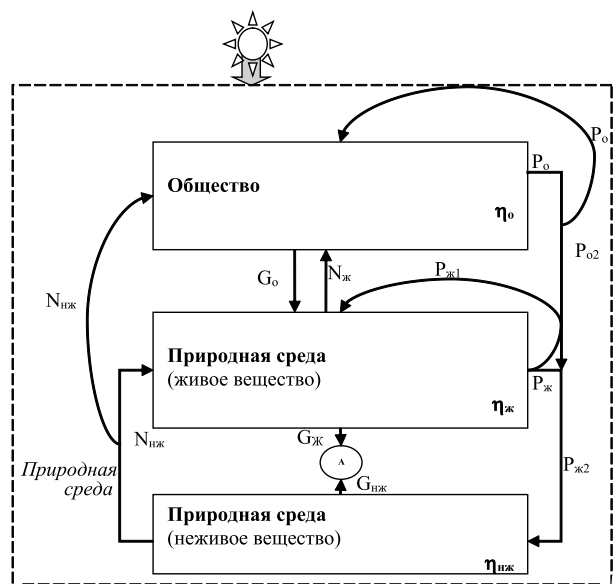


Рис. 3. Модель взаимодействий с окружающей природной средой

казателей, характеризующих разнородные взаимодействия человека, общества и природы, что позволяет с учетом критериев сбалансированного эколого-социо-экономического развития (формула 2) строить прогнозы возможных изменений социально-экономической среды, а также представляют информационно-аналитический инструментарий для повышения обоснованности принимаемых решений с учетом закономерностей природных, социальных и экономических процессов. Очевидно, что энергетический потоковый анализ необходим, когда стоимостные показатели становятся все более неопределенными, тогда физико-экономические (мощностные) показатели составляют фундаментальную основу для планирования развития и прогноза, формируя систему показателей и их динамику, отражающие социально-экономические процессы в условиях неопределенности и рисков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сложившаяся в мире кризисная ситуация ставит перед научным сообществом задачу разработки теоретических и методологических положений на основе показателей, которые были бы адекватны для описания природных систем, и при этом в достаточной степени применимы для оценки социально-экономических процессов. Физико-экономическим законом, действующим в хозяйственной жизни, в экономике является закон преобразования потоков энергии (закон сохранения мощности). Именно поэтому основой в работе являются энергетические показатели, отражающие взаимосвязь естественных, социальных и экономических процессов (N, P, G, φ), что дает возможность междисциплинарной оценки регионального развития

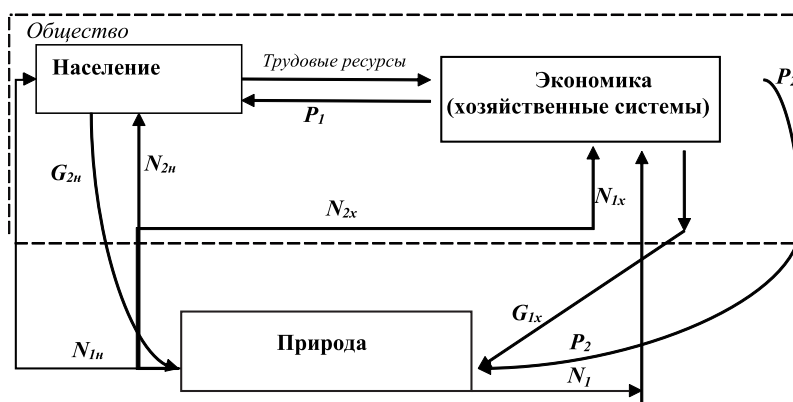


Рис. 4.

Модель «население — экономика — природная среда»

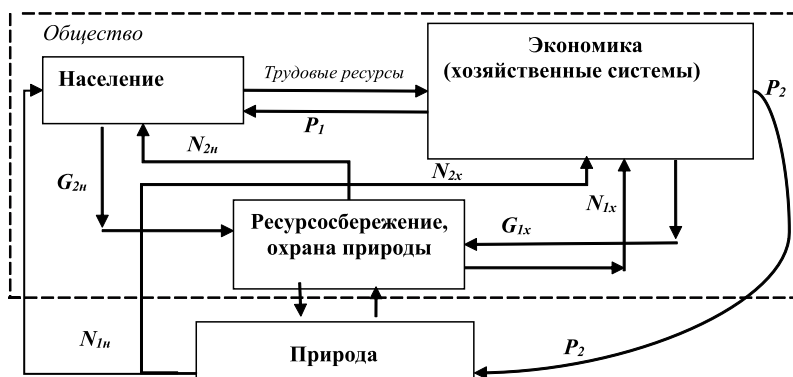


Рис. 5.

Модель «Ресурсосбережение»

и решения прикладных задач управления (экологическое моделирование, ресурсосбережение, сбалансированное экономическое планирование).

Установлено, что социально-экономические и экологические факторы, определяющие устойчивость развития региональной системы аналитически связаны и формализуемы в терминах измеримых показателей, приведенных к единой мере (единице измерения) для систем, открытых на входе и выходе по потокам энергии (мощности). На основе этой теоретической и методологической базы представлены основные формульные связи. Унификация измеряемых показателей эколого-социо-экономического развития региона является теоретической и методологической основой для моделирования общественных и природных процессов в их взаимосвязи. Представленные результаты позволяют формировать альтернативные оценки динамики регионального развития, выраженные в не денежных измеримых показателях с учетом экологических, социальных, экономических аспектов, они также могут стать научным обоснованием для формирования суверенных центров оценки в интересах евразийской экономической интеграции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Забелина И.А. Эколого-экономическое благополучие российских регионов: сравнительный анализ // ЭКО, 2020. № 9 (555). С. 24–45 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44004009>. Дата обращения 22.06.23.
2. Кузнецов О.А., Большаков Б.Е. Устойчивое развитие: научные основы проектирования в системе «природа – общество – человек». М.: Гуманистика. 2002. 616 с.
3. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию. Генеральная ассамблея ООН. 1987. URL: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (дата обращения: 26.05.2023).
4. Пустовит И.Н., Прилипко В.А. Социально-экологическая оценка сельских населенных пунктов и их территорий // Аграрный вестник Урала. 2013. №11 (117). С. 67–69 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20915249>. Дата обращения 22.06.23.
5. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года. URL: <https://www.un.org/>

- ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml (дата обращения: 26.05.2023).
6. **РЮМИНА И. А.** Экологический индекс: построение и использование при анализе качества жизни и качества населения // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2018. Вып. № 9 (115). С. 24. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35668279>. Дата обращения 22.06.23.
 7. **СТИГЛИЦ Д.Ю., СЕН А., ФИТУССИ Ж.П.** Неверно оценивая нашу жизнь: Почему ВВП не имеет смысла?: доклад Комиссии по измерению эффективности экономики и социального прогресса. М.: Изд-во ин-та Гайдара. 2016. 210 с.
 8. **ХАВРОНИЧЕВ В.И., ТЮЛЮ Г.М.** Статистический анализ влияния экологических факторов на социально-экономическое развитие территории // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: экономика и экологический менеджмент. 2020. №2. С. 46–57. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43936430>. Дата обращения 22.06.23.
 9. **BALAGANESH G., MALHOTRA R., SENDHIL R., SIROHI S., MAITI S. ET AL.** Development of composite vulnerability index and district level mapping of climate change induced drought in Tamil Nadu, India // *Ecological Indicators*. 2020. Vol. 113. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X20301345>. Дата обращения 22.06.23.
 10. **UDDIN MD.G., NASH S., OLBERT A.I.** A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality // *Ecological Indicators*, Volume 122. 2021. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20311572>. Дата обращения 22.06.23.
 11. **DuBOSE T.P., BOOR G.K. H., FIELDS M., KALIES E.L., CASTILLO A. ET AL.** Walters Remotely sensed habitat quality index reliably predicts an umbrella species presence but not demographic performance: A case study with open pine forests and red-cockaded woodpeckers // *Ecological Indicators*. 2023. Vol. 154. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X23006222>. Дата обращения 22.06.23.
- REFERENCES**
1. **ZABELINA I.A.** Ecological and economic well-being of Russian regions: a comparative analysis. *ECO*, 2020;9(555):24–45 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44004009>. Date of access 06.22.23. (In Russian).
 2. **KUZNETSOV O.L., BOLSHAKOV B.E.** Sustainable development: scientific foundations of design in the system "nature–society–man". Moscow: Gumanistika. 2002;616. (In Russian).
 3. Our common future. Report of the International Commission on Environment and Development. UN General Assembly. 1987. URL: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (date of access: 05/26/2023). (In Russian).
 4. **PUSTOVIT I.N., PRILIPKO V.A.** Socio-ecological assessment of rural settlements and their territories. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2013;11;(117) :67–69 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20915249>. Date of access 06/22/23. (In Russian).
 5. Rio Declaration on Environment and Development. Adopted by the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, June 3-14, 1992. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml (date of access: 05/26/2023). (In Russian).
 6. **RYUMINA I. A.** Ecological index: construction and use in the analysis of the quality of life and quality of the population. *Upravleniye ekonomicheskimi sistemami: elektronnyy nauchnyy zhurnal*. 2018;9(115):24. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35668279>. Date of access 06/22/23. (In Russian).
 7. **STIGLITS D.YU., SEN A., FITOUSSI J.P.** Misjudging Our Lives: Why GDP Doesn't Mean?: Report of the Commission for Measuring Economic Performance and Social Progress. Moscow: Plzd-vo in-ta Gaydara. 2016:210. (In Russian).
 8. **KHAVRONICHEV V.I., TYULYU G.M.** Statistical analysis of the influence of environmental factors on the socio-economic development of the territory. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya: ekonomika i ekologicheskiy menedzhment*. 2020;2:46–57. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43936430>. Date of access 06/22/23. (In Russian).
 9. **BALAGANESH G., MALHOTRA R., SENDHIL R., SIROHI S., MAITI S. ET AL.** Development of composite vulnerability index and district level mapping of climate change induced drought in Tamil Nadu, India. *Ecological Indicators*. 2020;113. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X20301345>.
 10. **UDDIN MD.G., NASH S., OLBERT A.I.** A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Ecological Indicators*. 122. 2021. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20311572>.
 11. **DuBOSE T.P., BOOR G.K.H., FIELDS M., KALIES E.L., CASTILLO A. ET AL.** Walters Remotely sensed habitat quality index reliably predicts an umbrella species presence but not demographic performance: A case study with open pine forests and red-cockaded woodpeckers. *Ecological Indicators*. 2023. 154. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X23006222>.
-
- Шамаева Екатерина Федоровна**, к.т.н., доцент, руководитель научного проекта Центра проектирования устойчивого развития институтов гражданского общества Государственного университета управления, ORCID: 0000-0002-1070-8550
 109542, г. Москва, Рязанский пр-т, д. 99,
 109542, Ryazansky Prospekt, Moscow, 99
 тел.: +7 495 377-89-14, e-mail: ef_shamaeva@guu.ru

УДК 551.581.1

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-91-99

Дискуссионная статья

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЙ

В. В. ТЕТЕЛЬМИНИнститут экологии РУДН
им. Патриса Лумумбы

Приводится сводная таблица энергетических показателей глобального потепления, рассчитанных с использованием накопленных мировой наукой натуральных данных. Анализ показывает, что в каждом последующем десятилетии по сравнению с предыдущим увеличивается вклад положительных обратных связей в глобальное потепление. Каждый киловатт-час производимой человечеством энергии нагревает нашу планету через парниковый эффект более чем на 20 кВт·ч.

Приводится функция зависимости радиационно-равновесной температуры от содержания в атмосфере трех основных парниковых газов. Предлагаются функции зависимости количества накопленной тепловой энергии в климатической системе Земли и продолжительности глобального потепления от содержания антропогенных парниковых газов в атмосфере. Дается прогноз роста уровня Мирового океана и предельного значения частоты природных стихийных бедствий с течением времени.

Если человечество снизит к 2050 г. выбросы парниковых газов в два раза, то после этого глобальное потепление будет прогрессировать в течение примерно 170 лет до достижения радиационно-равновесной температуры 4,2°С.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глобальное потепление, климатическая система, парниковые газы, тепловая энергия, радиационно-равновесная температура

ВВЕДЕНИЕ

В XXI веке климатологи всего мира пришли к заключению, что наблюдаемое глобальное изменение климата – это следствие роста антропогенных парниковых газов в атмосфере. Выбросы парниковых газов (ПГ) расшатывают климатическую систему (КС) Земли, основными составляющими которой являются Мировой океан (МО), атмосфера и суша. Гипертрофированная зависимость мировой энергетики от ископаемого топлива привела к выбросу в

Original article

ENERGY ANALYSIS OF GLOBAL WARMING FEATURES AND ITS CONSEQUENCES

V.V. TETELMININSTITUTE OF ECOLOGY OF THE RUSSIAN
PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY NAMED
AFTER PATRICE LUMUMBA

The summary table of global warming energy patterns calculated using accumulated natural data accumulated by the world science is presented. The analysis shows that in each successive decade the contribution of positive feedbacks to global warming increases relative to the preceding decade. Each kilowatt hour of energy produced and used by humanity warms our planet through the anthropogenic greenhouse effect by 20 kWh.

The functions of dependence of the radiative temperature equilibrium on the content in the atmosphere of the three main greenhouse gases have been derived. We propose functions for the dependence of the amount of accumulated thermal energy in the Earth's climatic system and the duration of global warming on the content of anthropogenic greenhouse gases in the atmosphere. A forecast of the global sea level rise and the marginal frequency of natural disasters over time is provided.

If mankind has halved greenhouse gas emissions by 2050, global warming will progress for about 170 years until it reaches a radiative equilibrium temperature of 4,2°С.

KEYWORDS: global warming, climate system, greenhouse gases, thermal energy, radiation equilibrium temperature

атмосферу более 2 трлн т основного парникового газа CO₂, из которых около половины усваивается мировой растительностью и Мировым океаном, а вторая половина антропогенных выбросов аккумулируется атмосферой. Современные годовые выбросы мировой экономикой основных парниковых газов примерно следующие: CO₂ около 40 млрд т.; CH₄ – 330 млн т.; N₂O – 8,2 млн т. К 2020 г. содержание накопленных в атмосфере выбросов антропогенных ПГ составило 1,35 трлн т CO₂-экв. (182 ppm-eq).

Современная наука предсказывает поджидающие человечество опасности и призывает постепенно отходить от использования ископаемого топлива с переходом на использование возобновляемой энергии.

Парижское соглашение к Рамочной Конвенции ООН об изменении климата направлено на ограничение к 2050 г. роста глобальной температуры максимальным значением 2°C сверх доиндустриального уровня. Для достижения этой цели предлагается в ближайшие 30 лет в два раза сократить выбросы ПГ и добиться углеродной нейтральности.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для прогноза глобального потепления строятся сложные математические модели энергетического баланса, в которых задается дополнительное тепловое излучение, воспринимаемое земной поверхностью. В статье предлагается использовать в прогнозных расчетах ряд эмпирических функций, выведенных на основе анализа натурных данных о накопленной тепловой энергии КС Земли, росте уровня Мирового океана и частоте природных стихийных бедствий. Основными источниками информации явились Оценочные доклады Межправительственной группы экспертов ООН (МГЭИК) по изменению климата [7, 21–24].

Основными показателями происходящих изменений в климатической системе являются: выбросы парниковых газов, сопутствующие производству антропогенной энергии [25]; повышение средней глобальной температуры атмосферы и увеличение накопленной в климатической системе Земли тепловой энергии [23]; увеличение частоты природных стихийных бедствий [8, 18, 19] и рост уровня Мирового океана [27].

Выявлены общие закономерности энергообмена между антропогенными ПГ атмосферы и КС Земли, экстраполяция которых позволяет рассчитывать темпы и пределы глобального потепления при различных сценариях антропогенных выбросов ПГ. Результаты выполненных расчетов энергетических характеристик процесса глобального потепления представлены в виде таблиц, рисунков и функций. Содержание основных ПГ в атмосфере (CO_2 , CH_4 , N_2O) приводится в единицах объемной концентрации, эквивалентных потенциалу глобального потепления диоксида углерода GWP на горизонте 100 лет (ppm-eq).

РЕЗУЛЬТАТЫ

За последние полтора века человечество произвело и использовало около $8,3 \cdot 10^{15}$ кВт·ч энергии, в результате чего к 2020 г. в атмосфере накопилось около 182 ppm-eq антропогенных парниковых газов, содержание которых повысилось до значений: CO_2 – 416 ppm, CH_4 – 1,88 ppm, N_2O – 0,335 ppm. Можно сказать, что «энерго-климатическая цена» использования человечеством ископаемого топлива оказалась очень высокой: каждый киловатт-час производства энергии обеспечивает накопление в КС Земли более 20 кВт·ч парниковой тепловой энергии. Следствием выбросов ПГ явилось накопление в

климатической системе (КС) Земли тепловой энергии в количестве около $180 \cdot 10^{15}$ кВт·ч ($648 \cdot 10^{21}$ Дж). Главным аккумулятором накопленной тепловой энергии является Мировой океан – около 91%, на сушу приходится около 5%, на льды около 3%; на атмосферу около 1,0% энергии. На рис. 1 представлен график 1–2, определяющий рост тепловой энергии, накопленной КС Земли за 50 лет наблюдений, построенный на основании натурных данных Доклада МГЭИК [23]. Количество накопленной тепловой энергии до 1970 г. рассчитано с использованием графика роста уровня Мирового океана.

Активная фаза глобального потепления началась в период 1970–1980 гг. Повсеместное потепление более активно проходит на суше Северного полушария. Первой на активизацию глобального потепления отреагировала российская суша в 1970 г. с потеплением большой интенсивности $0,467^{\circ}\text{C}/10$ лет. За 50 лет наблюдений средняя температура поверхности российской суши поднялась на $2,34^{\circ}\text{C}$. Температура поверхности суши всей планеты начала активно подниматься с 1975 г. с интенсивностью $0,275^{\circ}\text{C}/10$ лет, и к 2020 г. поднялась на $1,24^{\circ}\text{C}$. Активный рост средней приповерхностной температуры Земли начался в 1980 г. с постоянным приращением $0,175^{\circ}\text{C}/10$ лет. Наиболее интенсивное потепление наблюдается в Арктическом поясе. Например, на берегах Гренландии и на побережье России тренд потепления характеризуется $0,8^{\circ}\text{C}/10$ лет, на островах Баренцева и Карского морей – до $1,5^{\circ}\text{C}/10$ лет [3, 9, 16]. При этом пространственная картина глобального потепления неоднородная. В районе $35\text{--}40^{\circ}$ Северной широты потепление совпадает со средним значением глобального потепления, в то время как поверхность южнее указанной широты нагревается намного медленнее,

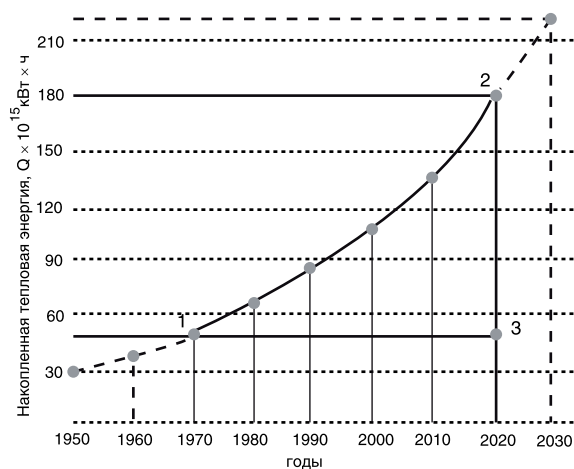


РИС. 1.

Рост количества парниковой тепловой энергии, аккумулированной климатической системой Земли. Площадь фигуры 1-2-3 определяет тепловую энергию, накопленную КС Земли с 1970 по 2020 гг.

а в районе Антарктического пояса даже наблюдается слабая тенденция к похолоданию. С 1980 по 2020 гг. нетто-поглощение КС Земли увеличилось с $0,36 \text{ Вт/м}^2$ до $0,9 \text{ Вт/м}^2$ [15].

При наблюдающихся рассогласованных действиях мирового сообщества наиболее вероятным результатом планируемого сокращения глобальных выбросов является следующий: содержание антропогенных ПГ в атмосфере удастся стабилизировать к 2050 г. на уровне 233 ppm-eq . После стабилизации концентрации ПГ на этом уровне средняя глобальная температура будет в течение продолжительного времени расти, приближаясь к некоторому предельному значению, соответствующему радиационно-равновесному состоянию системы «Земля–Космос». При современных параметрах орбиты Земли и значениях солнечной постоянной 1368 Вт/м^2 , когда планета находится в комфортном для жизни состоянии межледникового периода, зависимость максимального глобального потепления T_{max} от содержания выбросов антропогенных ПГ определяется следующей функцией [14]:

$$T_{\text{max}} = (20,9 \cdot 10^{-3} \cdot K - 12,3 \cdot 10^{-6} \cdot K^2) \text{ град}, \quad (1)$$

где T_{max} – вклад антропогенных ПГ в увеличение радиационно-равновесной температуры относительно средней глобальной температуры доиндустриального периода 288 К (15° С); $K \text{ ppm-eq}$ – эквивалент объемного содержания в атмосфере антропогенных выбросов трех основных (CO_2 , CH_4 , N_2O) парниковых газов.

Эта функция подтверждает следующую особенность: «чем больше концентрация K , тем меньше чувствительность климата на вариации содержания ПГ» [11]. Из функции (1) следует, что содержание антропогенных ПГ, при котором наступает «парниковое насыщение» атмосферы $K_{\text{НАС}} = 850 \text{ ppm-eq}$, а максимально возможный вклад антропогенных ПГ в глобальное потепление составляет $T_{\text{НАС}} = 8,9^\circ \text{ С}$. При концентрации $K \geq 850 \text{ ppm-eq}$ атмосфера перестанет откликаться повышением температуры на дальнейшие выбросы. Справедливость функции (1) подтверждается уравнением Стефана-Больцмана [2].

График реального роста накопленной тепловой энергии (рис. 1) позволил определить приращения тепловой энергии в КС Земли за 10-летние периоды наблюдений (табл. 1). При этом темп роста накопленного тепла существенно опережал рост накопленных выбросов ПГ. Наблюдаемый рост «парниковой эффективности» каждой единицы содержания ПГ объясняется тем, что со временем улучшаются условия передачи парниковой тепловой энергии Мировому океану и КС Земли в целом. Причиной тому является усиление положительных обратных связей, к которым помимо снижения альбедо можно отнести усиление конвективного переноса тепла из тропиков в высо-

кие широты; деградацию криолитозоны арктического шельфа и тундры с выбросом метана из газогидратных кластеров [10]; увеличение влажности сухого арктического воздуха, сопровождающееся увеличением парникового эффекта [6].

В 1980 г., когда интенсивность поглощения тепловой энергии превысила пороговое значение $Q_{\text{П}} = 18 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч/10 лет}$, атмосфера вышла на постоянный темп нагревания $0,175^\circ \text{ С/10 лет}$ (табл. 1). Этому темпу роста температуры атмосферы отвечает постоянное значение нетто-поглощения тепловой энергии атмосферой $q^A = 0,26 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч/10 лет}$ ($5,75 \text{ мВт/м}^2$). В этот переходный момент доля получаемого атмосферой тепла n составляет $1,44\%$ (табл. 1).

Натурные данные показывают, что атмосфера способна принимать и удерживать поступающее парниковое тепло с интенсивностью не более $5,75 \text{ мВт/м}^2$, а все что больше атмосфера сбрасывает в окружающее пространство. Естественно предположить, что в дальнейшем наблюдаемый темп роста температуры $0,175^\circ \text{ С/10 лет}$ и соответствующее нетто-поглощение тепла атмосферой $q^A = 0,26 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч/10 лет}$ будут сохраняться до тех пор, пока КС Земли будет нагреваться с интенсивностью Q_0 , превосходящей $18 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч/10 лет}$. Таким образом, в прогнозных расчетах глобального потепления при интенсивности нагревания КС $Q_0 \geq 18 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч/10 лет}$ ($0,4 \text{ Вт/м}^2$) следует учитывать следующие энергетические особенности потепления атмосферы:

$$\Delta T = 0,175^\circ \text{ С/10 лет}; q_A = 0,26 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч/10 лет} (5,75 \text{ мВт/м}^2); n \leq 1,44\%. \quad (2)$$

По натурным данным табл. 1 построены графики зависимости интенсивности поглощения тепловой энергии КС Земли от концентрации антропогенных ПГ в атмосфере (рис. 2). В начальной фазе глобального потепления до середины 1970-х годов при содержании антропогенных ПГ в атмосфере $K \leq 90 \text{ ppm-eq}$ эта зависимость была линейной: $Q_{0\text{Н}} = 172 \cdot 10^{12} \cdot K$ (кВт·ч). При $K \geq 90 \text{ ppm-eq}$ эта зависимость должна отходить от линейной в соответствии с известной закономерностью уменьшения «парниковой эффективности» по мере роста содержания ПГ [11]. Следованию этой закономерности отвечает функция (1), поэтому функцию $Q_{0\text{Н}}(K)$ для содержания ПГ $K \geq 90$ можно найти из условия равенства производных: $dT_{\text{max}}/dK = dQ_{0\text{Н}}/dK$:

$$Q_{0\text{Н}} = 172 \cdot 10^{12} \cdot K - 101 \cdot 10^9 \cdot K^2. \quad (3)$$

Эта функция описывает теплообмен между ПГ и КС Земли в условиях естественного состояния атмосферы, «непотревоженного» глобальным потеплением. Если бы глобальное потепление не влияло на динамическое состояние атмосферы, то график зависимости

ТАБЛИЦА 1.

Средние значения накопленных выбросов антропогенных парниковых газов в атмосфере и энергетических характеристик процесса глобального потепления за последние 50 лет наблюдений за климатической системой Земли

Годы	Содержание выбросов ПГ в атмосфере, К ppm-eq	Рост содержания тепла в КС, $\Delta Q_0 \times 10^{15}$ кВт·ч/10 лет	Рост температуры атмосферы, ΔT град/10 лет	Рост уровня Мирового океана, Δh мм/10 лет	Мощность поглощения парниковой энергии, i Вт/м ²	Доля тепла, остающегося в атмосфере, %
1970–1980	77,5	13,3	0,165	20	0,30	1,84
1980–1990	101,4	19,8	0,175	20	0,44	1,3
1990–2000	121,0	24,6	0,175	20	0,55	1,05
2000–2010	141,4	31,0	0,175	30	0,69	0,84
2010–2020	168,6	38,3	0,175	40	0,86	0,68

интенсивности поглощения тепловой энергии ПГ от их концентрации при $K \geq 90$ ppm-eq имел бы вид кривой 0-1-3-4 (рис. 2). В действительности этот график в середине 1970-х г. претерпел излом (точка 1). В реальности КС Земли начала набирать тепловую энергию намного быстрее, следуя линейному графику 1–2. Усиление нетто-поглощения отраженной парниковыми газами ИК-радиации было вызвано усилением положительных обратных связей. В первую очередь это связано с активизацией конвективных атмосферных явлений и усилением горизонтального переноса тепла из тропического пояса в высокие широты [17]. Эмпирическая функция, описывающая график 1–2, имеет следующий вид:

$$Q_0 = 276 \cdot 10^{12} \cdot (K - 30) \text{ [кВт·ч/10 лет]}, \quad (4)$$

где K – среднее значение объемной концентрации антропогенных ПГ в атмосфере в расчет-

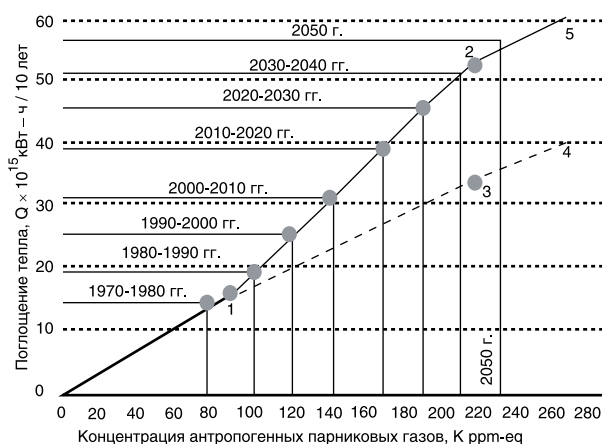


РИС. 2.

Графики зависимости интенсивности поглощения тепловой энергии (нетто-поглощения) климатической системой Земли от содержания ПГ в атмосфере: график (0–1–3–5) – для атмосферы в состоянии, невозмущенном глобальным потеплением; график (1–2–4) – реальное нетто-поглощение, усиленное положительными обратными связями

ном 10-летнем периоде времени. Это выражение, отражающее медианную реакцию КС на увеличение содержания ПГ в атмосфере, справедливо при изменении концентрации ПГ в следующих пределах: $90 \text{ ppm-eq} \leq K \leq 220 \text{ ppm-eq}$.

Отрезок 2-3 на рис. 2 представляет собой вклад в нетто-поглощение энергии положительных обратных связей относительно базового графика 1-3. Из функций (3) и (4) находим, что при $K = 220$ ppm-eq этот вклад равен $20 \cdot 10^{15}$ кВт·ч/10 лет. Следовательно, при K больше 220 ppm-eq зависимость интенсивности получения КС Земли тепловой энергии от концентрации ПГ будет иметь следующий вид:

$$Q_0 = 172 \cdot 10^{12} \cdot K - 101 \cdot 10^9 \cdot K^2 + 20 \cdot 10^{15} \text{ (кВт·ч/10 лет)}. \quad (5)$$

Приведенные эмпирические функции (1–5), полученные с использованием натуральных данных, учитывают все виды радиационной и нерadiационной передачи парниковой тепловой энергии климатической системе Земли, которые в полной мере невозможно учесть в математических моделях. Величину Q_0 можно выразить в размерности «нетто-поглощения» i_0 (Вт/м²), связь между которыми следующая: $i_0 = 22,2 \cdot 10^{-18} Q_0$ Вт/м². Физическая сущность величин i_0 и Q_0 одинаковая, поэтому в расчетах потепления в равной степени можно пользоваться обеими.

На рис. 3 приводится в развитие схемы К. Trenberth [28] примерная схема современного радиационно-энергетического баланса Земли при содержании в атмосфере 182 ppm-eq антропогенных ПГ и средней глобальной температуре 289,2 К, соответствующей глобальному потеплению 1,2°С. В соответствии с функцией (4) интенсивность поглощения тепловой энергии (нетто-поглощение) в 2020 г. составляет $Q_0 = 41,9 \cdot 10^{15}$ кВт·ч/10 лет ($i_0 = 0,9$ Вт/м²). Этот получаемый от ПГ дополнительный поток тепловой энергии «захватывается» земной поверхностью и расходуется на нагревание всех составляющих КС Земли, поэтому в космическое пространство возвращается

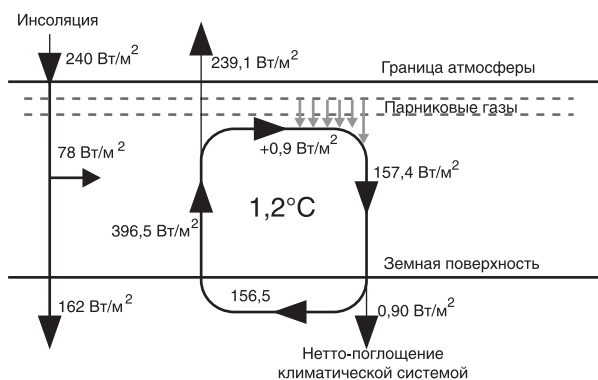


Рис. 3.

Примерная схема энергетического баланса Земли в 2020 г.

всего 239,1 Вт/м² из получаемой Землей от инсоляции 240 Вт/м² тепловой энергии (рис. 3).

До начала индустриальной эпохи земная поверхность при средней глобальной температуре 288К (15°С) отражала (240+150) Вт/м² ИК-излучения. Здесь второе слагаемое – это радиационное усиление $J = 150 \text{ Вт/м}^2$, создаваемое всеми ПГ, которые содержались в атмосфере в доиндустриальную эпоху. В процессе начавшегося потепления, согласно уравнению Стефана-Больцмана [2], каждое увеличение глобальной температуры на 0,175°С увеличивает отражение теплового излучения от земной поверхности (радиационное усиление) на $\Delta J = 0,955 \text{ Вт/м}^2$. К 2020 г. глобальная температура увеличилась на 1,2°С, следовательно, отражаемый вверх поток радиации в ИК-диапазоне спектра увеличился на $\Delta J = 6,5 \text{ Вт/м}^2$, отчего полное радиационное усиление составляет $J = 156,5 \text{ Вт/м}^2$ (рис. 3). С учетом текущего значения нетто-поглощения $i_0 = 0,9 \text{ Вт/м}^2$ отражаемый вниз парниковыми газами поток ИК-излучения составляет 157,4 Вт/м².

Приведенная на рис. 3 схема современного радиационно-теплового баланса Земли не является застывшей и в дальнейшем будет непрерывно меняться до достижения планетой абсолютной радиационно-равновесной температуры 292,2 К ($T_{\text{max}} = 4,2^\circ\text{C}$), соответствующей концентрации антропогенных ПГ $K = 233 \text{ ppm-eq}$. Например, в 2050 г. нетто-поглощение увеличится до $i_0 = 1,2 \text{ Вт/м}^2$, что соответственно, уменьшит возвращение тепловой энергии в Космос до 238,8 Вт/м². Когда Земля нагреется на 4,2°С и придет в состояние радиационно-теплового баланса, полное радиационное усиление составит $J = 174 \text{ Вт/м}^2$. В этом состоянии нетто-поглощение будет отсутствовать ($i_0 = 0$), а Земля будет возвращать в космическое пространство всю получаемую от Солнца энергию.

Эффект глобального потепления от экранирующего действия антропогенных выбросов ПГ является отложенным во времени. Продолжительность глобаль-

ного потепления t_{max} до достижения радиационного баланса в системе «Земля-Космос» определяется следующей зависимостью [13, 15]:

$$t_{\text{max}} = 10^2 \cdot (T_{\text{max}} - T_0) \cdot m \cdot c_p / 0,5n \cdot Q_0 \text{ (годы)}, \quad (6)$$

где t_{max} – время, определяемое количеством 10-летних периодов; T_0 – начальная глобальная температура атмосферы; $m = 5,18 \cdot 10^{15} \text{ т}$ – масса атмосферы; $c_p = 0,286 \text{ кВт}\cdot\text{ч/т}\cdot\text{град}$ – удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении; n – доля (%) тепловой энергии, остающаяся в атмосфере в каждом 10-летнем акте теплообмена (табл. 1).

Накопленная в КС за время t тепловая энергия определяется следующей зависимостью [13]:

$$Q_{\text{КС}} = Q_0 \cdot (2t_{\text{max}} - t) \cdot t / 2t_{\text{max}} \text{ [кВт}\cdot\text{ч]}, \quad (7)$$

где t – время, определяемое количеством 10-летних периодов.

После 2050 г. в условиях предполагаемого достижения КС углеродной нейтральности концентрация антропогенных выбросов ПГ в атмосфере составит около $K = 233 \text{ ppm-eq}$ и в дальнейшем будет держаться на постоянном уровне. В соответствии с функциями (1) и (5) этому значению концентрации ПГ отвечают следующие значения энергетических параметров: вклад антропогенных ПГ в радиационно-равновесную температуру (глобальное потепление) $T_{\text{max}} = 4,2^\circ\text{C}$; интенсивность поглощения КС Земли парникового тепла $Q_0 = 53,8 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч/10 лет}$ ($i_0 = 1,2 \text{ Вт/м}^2$). К 2050 г. средняя глобальная температура приземного слоя поднимется до $T_0 = 1,7^\circ\text{C}$.

На рис. 4 приводится кривая роста накопленной КС тепловой энергии, соответствующая рекомендованному Парижским Соглашением сценарию достижения углеродной нейтральности в 2050 г. при постоянной концентрации $K = 233 \text{ ppm-eq}$. Эта расчетная кривая является продолжением эмпирического графика рис. 1. В соответствии с (6) и с учетом условия (2) продолжительность глобального потепления составляет $t_{\text{max}} = 170 \text{ лет}$. Таким образом, после достижения углеродной нейтральности в 2050 г. нагревающаяся КС Земли достигнет равновесной температуры $T_{\text{max}} = 4,2^\circ\text{C}$ в 2220 г. К 2100 г. КС Земли всего накопит $558 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ энергии, а средняя глобальная температура поднимется до 2,6°С. В соответствии с функцией (7) после 2050 г. КС Земли дополнительно накопит $458 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ тепловой энергии. За весь период глобального потепления с 1900 г. КС Земли аккумулирует $786 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ тепловой энергии.

Глобальное потепление сопровождается рядом опасных для цивилизации последствий. В таблице 2 приводятся осредненные количественные характеристики отмеченных страховыми компаниями природных стихийных бедствий [19, 20, 27], а также их

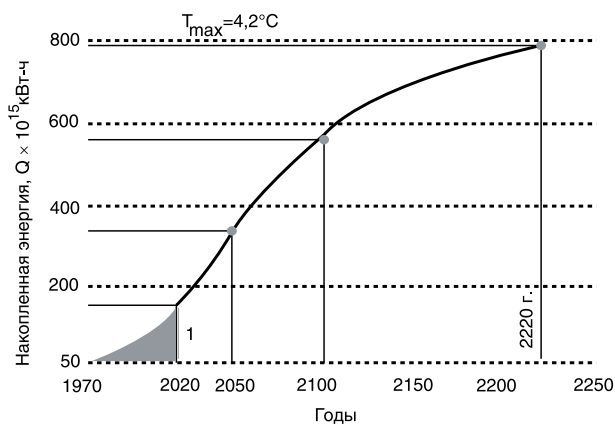


Рис. 4.

Расчетная кривая роста накопленной тепловой энергии для сценария достижения углеродной нейтральности в 2050 г. и постоянной концентрации ПГ в атмосфере $K = 233$ ppm-eq; 1 – эмпирическая кривая рис. 1

расчетные предельные значения в 2050 г. [12]. Расчеты роста частоты проявления природных стихийных бедствий выполнены с учетом энергетических особенностей глобального потепления.

Человечество, в частности, волнует проблема ускоряющегося роста таяния материковых льдов и роста уровня Мирового океана (МО), которые вызваны глобальным потеплением. Из материалов Доклада МГЭИК ОД-6 следует, что на нагревание МО до глубины 2000 м расходуется 84%, а на таяние льдов 2,7% накопленной тепловой парниковой энергии [24]. Анализ зависимости уровня h МО от накопленной Землей тепловой энергии позволяет прогнозировать изменение уровня [15] в любой момент времени. Приводим без вывода соответствующую расчетную функцию:

$$h = 10^{-15} \cdot Q + 62 \text{ мм}, \quad (8)$$

где Q определяется функцией (7). Форма кривой роста уровня МО во времени идентична графику рис. 4. Из функции (8) находим, что к 2100 г. за счет глобального потепления уровень МО поднимется примерно на 620 мм, а за весь период потепления с 1900 г. – на 848 мм. Подобная перспектива потребует строительства новых и увеличения высоты действующих за-

щитных сооружений, включая сооружения Санкт-Петербурга.

По мере роста глобального потепления активизируются спровоцированные гидрометеорологические и другие природные стихийные бедствия [4, 5], которые по силе воздействия на экономику выходят на первое место: на тропические циклоны и приносимые ими осадки и наводнения приходится 32%, на землетрясения 12%, на засухи 10% природных катастроф. Только в период 2000–2010 гг. отмечено 1260 метеорологических, 1944 гидрологических, 349 геофизических и 283 климатических стихийных бедствий [1]. Средняя энергия тропического циклона составляет $0,3 \cdot 10^{12}$ кВт·ч, что эквивалентно энергии взрыва 250 мегатонных бомб в тротиловом эквиваленте.

Анализ проявления природных стихийных бедствий позволил связать частоту их повторяемости N в течение года с накопленной тепловой энергией. В частности, для частоты спровоцированных глобальным потеплением метеорологических бедствий (СМ-бедствий) выведена следующая эмпирическая зависимость [12]:

$$N = 2,6 \cdot 10^{-15} \cdot Q - 4,7 \cdot 10^{-33} \cdot Q^2. \quad (9)$$

Из (9) следует, что при накоплении в КС Земли $276 \cdot 10^{15}$ кВт·ч тепловой энергии частота повторяемости катастрофических СМ-бедствий достигнет своего максимального значения около $N = 360$ в год. Этот предел будет достигнут в период 2040–2050 гг. При дальнейшем глобальном потеплении частота СМ-бедствий N увеличиваться не будет, а будет наблюдаться возможное увеличение разрушительной энергии каждого отдельного катастрофического СМ-события. Примерно такая картина наблюдается в настоящее время во всем мире.

Страховые компании расценивают будущие последствия потепления как катастрофические, при которых страхование большинства рисков становится невозможным [18,27]. В случае, если наши расчеты верны, то к 2050 г. (табл. 2) частота проявления всех классов природных стихийных бедствий увеличится не более чем на 20% по сравнению с современными значениями.

ТАБЛИЦА 2.

Рост средних значений отмеченных природных стихийных бедствий, вызванных глобальным потеплением, а также их предельные расчетные значения в 2050 г.

Процессы	1980	1995	2015	2050
Частота геофизических бедствий (СГФ-событий), число в год	26	42	54	65
Частота метеорологических бедствий (СМ-бедствий), число в год	107	175	258	360
Частота гидрологических бедствий (СГ-бедствий), число в год	80	175	290	400
Частота климатических бедствий (СК-бедствий), число в год	26	48	79	100

Ещё одним негативным последствием глобального потепления является увеличение частоты землетрясений и других геофизических стихийных бедствий (табл. 2). В период 1970–2020 г. мощность нетто-поглощения тепловой энергии КС Земли увеличилась от $i = 0,30$ до $0,86 \text{ Вт/м}^2$ (табл. 1). Радиационное воздействие ПГ формирует в литосфере суши нисходящий тепловой поток, который является встречным по отношению к восходящему естественному геотермальному потоку 60 мВт/м^2 . Поток нетто-поглощения суши тепловой энергии искажает естественное температурное поле земной коры, снижает естественный геотермический градиент, чем затрудняет разгрузку восходящего геотермального потока. К 2020 г. за счет эффекта антропогенного глобального потепления в приповерхностных слоях континентальной земной коры накопилось около $9,4 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ тепловой энергии. Эта энергия формирует в горных породах термоупругие напряжения, потенциальная энергия которых с учащающейся периодичностью самопроизвольно разгружается в виде землетрясений и других геофизических стихийных бедствий (горных ударов, оползней, селевых потоков, лавин и термокарстов в криолитозоне).

ВЫВОДЫ

Каждый киловатт-час произведенной человечеством энергии нагревает планету Земля за счет антропогенного парникового эффекта более чем на $20 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$.

Предлагаемые эмпирические зависимости позволяют при любом сценарии выбросов парниковых газов выполнять расчеты пределов, темпа и продолжительности глобального потепления до достижения климатической системой Земли состояния радиационно-равновесного состояния.

Примерно с 1970 г. по мере роста глобальной температуры во всем мире наблюдается активизация спровоцированных глобальным потеплением гидрометеорологических, геофизических и климатических стихийных бедствий и катастроф. Расчеты показывают, что к 2050 г. суммарная частота их проявления достигнет предельного значения и составит примерно 930 катастрофических событий в год, из которых на гидрометеорологические будет приходиться около 760 в год.

При сценарии снижения к 2050 г. глобальных выбросов в два раза и фиксации содержания парниковых газов в атмосфере на уровне 233 ppm-eq расчетные последствия глобального потепления будут следующими:

– к 2100 г. климатическая система Земли накопит $558 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ парниковой тепловой энергии; глобальная температура поднимется до $2,6^\circ\text{C}$; подъем уровня Мирового океана составит примерно 620 мм; частота повторяемости природных стихийных бедствий и катастроф приблизится к 930 в год;

– глобальное потепление будет продолжаться до 2220 г. до достижения радиационно-равновесной температуры $4,2^\circ\text{C}$. К этому времени в климатической системе Земли будет накоплено $786 \cdot 10^{15} \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ тепловой энергии; общий подъем уровня Мирового океана составит около 860 мм; частота повторяемости природных стихийных бедствий останется на уровне 930 в год.

Достижение к 2050 г. одной из целей Парижского Соглашения с фиксацией содержания парниковых газов в атмосфере на уровне 233 ppm-eq предотвратит возможность дополнительного нагревания планеты Земля в будущем на $4,7^\circ\text{C}$.

Намечаемое ограничение глобальных выбросов парниковых газов является экономически затратным процессом, поэтому необходимо сопоставить экономическую цену предпринимаемых человечеством усилий по сдерживанию глобального потепления с ущербом от неконтролируемого роста частоты и силы спровоцированных природных стихийных бедствий и катастроф.

ЛИТЕРАТУРА

1. **БОНДУР В.Г.** Что болит у Земли // В мире науки. 2022. №1/2. С. 5–12.
2. **БРИНКМАН Э.** Физические проблемы экологии (пер. с англ.). М.: Интеллект. 2012. 288 с.
3. **ГОЛИЦЫН Г.С., ВАСИЛЬЕВ А.А.** Изменение климата и его влияние на частоту экстремальных гидрометеорологических явлений // Метеорология и гидрология. 2019. №11. С. 9–13.
4. **ГОРБАТЕНКО В.П., КУЖЕВСКАЯ И.В., ПУСТОВАЛОВ К.И. и др.** Оценка изменчивости конвективного потенциала атмосферы в условиях изменяющегося климата Западной Сибири // Метеорология и гидрология. 2020. №5. С. 108–117.
5. **КНУТСОН Т., КАМАРГО С.Д., ЧАН Д.С. и др.** Оценка тропических циклонов и изменение климата: Часть II. **Прогнозируемый ответ на антропогенное потепление** // Бюллетень Американского метеорологического общества. 2020. Р. 303–322. 101(3) VAMS-D-18-0194.1.
6. **ЛАТОНИН М.М., БАШМАЧНИКОВ И.Л., БОБЫЛЕВ А.П.** Явление арктического усиления и его механизмы // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2020. Т. 13. №3. С. 3–19.
7. **МГЭИК: Изменение климата, Обобщенный доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в пятый оценочный доклад МГЭИК** [основная группа авторов Р. Пачаури и Л. Мейер]. Женева: МГЭИК, 2014. С. 44.
8. **МИТРОВА Т., ХОХЛОВ А., МЕЛЬНИКОВ Ю. и др.** Глобальная климатическая угроза и экономика России в поисках особого пути. М.: Центр энергетики Московской школы управления Сколково. 2020.
9. **МОХОВ И.И.** Изменение климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулиро-

- вания // Вестник РАН. 2022. Т. 92. №1. С. 3–14.
10. **ОСИПОВ В.И.** Природные катастрофы: анализ развития и пути минимизации последствий / Проблемы анализа риска. М.: Деловой экспресс. 2015. Т. 12. С. 84–93.
 11. **СЕМЕНОВ С.М., ПОПОВ И.О.** Сравнительная оценка влияния изменения концентрации диоксида углерода, метана, закиси азота и водяного пара на радиационно-равновесную температуру земной поверхности // Метеорология и гидрология. 2011. №8. С. 34–43.
 12. **ТЕТЕЛЬМИН В.В.** Количественная оценка глобального потепления // Горная промышленность. 2023. №3. С. 64–70.
 13. **ТЕТЕЛЬМИН В.В.** Аналитический расчет глобального потепления // Экология промышленного производства. 2022. №3. С. 34–41.
 14. **ТЕТЕЛЬМИН В.В.** Энергетические особенности и пределы глобального потепления // Экология промышленного производства. 2023. №1. С. 51–59.
 15. **ТЕТЕЛЬМИН В.В.** Расчет темпа глобального потепления и роста уровня Мирового океана // Экология промышленного производства. 2023. №2. С. 32–38.
 16. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории России. Общее резюме / Росгидромет. СПб.: Научно-технологии. 2022. 144 с.
 17. **ЧЕРНОКУЛЬСКИЙ А.В., ЕЛИСЕЕВ А.В.** Опасные атмосферные явления конвективного характера в России // Метеорология и гидрология. 2022. №5. С. 27–41.
 18. **BROOKS H.E., DOSWELL C.A., ZHANG X. ET AL.** A century of progress in severe convective storm research and forecasting. Meteorol. Monographs, 2019. Vol. 59. P. 18.1–18.41.
 19. EM-DAT, CRED/UC Louvain, Brussels, Belgium, www.emdat.be (D. Guha-Sapir) Version: 2020-06-15, The International Disaster Database (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), University of Louvain.
 20. Global Challenges Annual Report: GCF and Thought Leaders Sharing What You Need to Know on Global Catastrophic Risks 2017: <https://bit.ly/2Z6qC0x>. <https://munichre.com/en/risks/natural-disasters-losses-are-trending-upwards.html>.
 21. IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
 22. IPCC AR5, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
 23. Technical Summary. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, P. 33–144.
 24. **SHUKLA P.R., SKEA J., SLADE R.** IPCC. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
 25. WMO, 2022. State of the Global Climate 2022. World Meteorological Organization. WMO-No 1316. 2023. Geneva, Switzerland.
 26. **TANAKA K.R.** The recent normalization of historical marine heat extremes. PLOS Clim 1(2). February 1. 2022. Maite de Castro. University of Vigo. Spain. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000007>.
 27. The heat is insurability and Resilience in a Changing Climate Emerging Risk Initiative-Position Paper. Group Chief Risk Officer (CRO). January. 2019. 28. Laboratoire d'Etudes en Geophysique et Oceanographie Spatiales (LEGOS); data from AVISO altimetry (<https://www.aviso.altimetry.fr>).
 28. **TRENBERTH K.E., FASULLO J.T., KIEHL J.** Earth global energy budget. // American meteorological society, march 2009. P. 311–323.

REFERENCE

1. **BONDUR V.G.** What hurts the Earth. *V mire nauki*. 2022;1/2:5–12. (In Russian).
2. **BRINKMAN E.** Physical problems of ecology (translated from English). Moscow: Intellect. 2012:288. (In Russian).
3. **GOLITSYN G.S., VASILIEV A.A.** Climate change and its impact on the frequency of extreme hydrometeorological phenomena. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2019;11:9–13. (In Russian).
4. **GORBATENKO V.P., KUZHEVSKAYA I.V., PUSTOVALOV K.I.** Evaluation of the variability of the convective potential of the atmosphere under the changing climate of Western Siberia. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2020;5:108–117. (In Russian).
5. **KNUTSON T., KAMARGO S.D., CHAN D.S.** Tropical Cyclone Assessment and Climate Change: Part II. Projected response to anthropogenic warming. *Byulleten' Amerikanskogo meteorologicheskogo obshchestva*. 2020:303–322. 101(3) BAMS-D-18-0194.1. (In Russian).
6. **LATONIN M.M., BASHMACHNIKOV I.L., BOBYLEV L.P.** The phenomenon of Arctic amplification and its mechanisms. *Fundamental'naya i prikladnaya gidrofizika*. 2020;13;(3):3–19. (In Russian).
7. IPCC: Climate Change, Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC [core group of authors R.

- Pachauri and L. Meyer]. Geneva: IPCC, 2014:44. (In Russian).
8. **МИТРОВА Т., КХОКХЛОВ А., МЕЛНИКОВ Ю. ЕТ АЛ.** Global climate threat and the Russian economy in search of a special path. Moscow: Tsentr energetiki Moskovskoy shkoly upravleniya SKOLKOVO. 2020. (In Russian).
 9. **МОКHOB И.И.** Climate Change: Causes, Risks, Consequences, Problems of Adaptation and Regulation. *Vestnik RAN*. 2022;92;(1):3–14. (In Russian).
 10. **ОСИPOB В.И.** Natural Disasters: Analysis of Development and Ways to Minimize Consequences. Problems of Risk Analysis. Moscow: Delovoy ekspress. 2015;12:84–93. (In Russian).
 11. **СЕМЕHOV С.М., ПОПОВ И.О.** Comparative assessment of the effect of changes in the concentration of carbon dioxide, methane, nitrous oxide and water vapor on the radiation-equilibrium temperature of the earth's surface. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2011;8:34–43. (In Russian).
 12. **ТЕТЕЛМИН В.В.** Quantifying global warming. *Gornaya promyshlennost'*. 2023;3:64–70. (In Russian).
 13. **ТЕТЕЛМИН В.В.** Analytical calculation of global warming. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva*. 2022;3:34–41. (In Russian).
 14. **ТЕТЕЛМИН В.В.** Energy features and limits of global warming. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva*. 2023; 1:51–59. (In Russian).
 15. **ТЕТЕЛМИН В.В.** Calculation of the rate of global warming and growth of the level of the World Ocean. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva*. 2023;2:32–38. (In Russian).
 16. Third assessment report on climate change and its consequences on the territory of Russia. General summary. Roshydromet. Saint Petersburg: *Naukoyemkiye tekhnologii*. 2022:144. (In Russian).
 17. **СЕРНОКУЛЬСКИЙ А.В., ЕЛИСЕЕВ А.В.** Dangerous atmospheric phenomena of a convective nature in Russia. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2022; 5:27–41. (In Russian).
 18. **БРОУКС Х.Е., ДОСВЕЛЛ С.А., ЗHАNG X. ЕТ АЛ.** A century of progress in severe convective storm research and forecasting. Meteorol. Monographs, 2019;59: 18.1–18.41.
 19. EM-DAT, CRED/UC Louvain, Brussels, Belgium, www.emdat.be (D. Guha-Sapir) Version: 2020-06-15, The International Disaster Database (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), University of Louvain.
 20. Global Challenges Annual Report: GCF and Thought Leaders Sharing What You Need to Know on Global Catastrophic Risks 2017: <https://bit.ly/2Z6qC0x>. <https://munichre.com/en/risks/natural-disasters-losses-are-trending-upwards.html>.
 21. IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds. Solomon S., D. Qin, M. Manning, H.L. Miller. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
 22. IPCC AR5, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
 23. Technical Summary. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 33–144.
 24. **SHUKLA P.R., SKEA J., SLADE R.** IPCC. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
 25. WMO, 2022. State of the Global Climate 2022. World Meteorological Organization. WMO-No 1316. 2023. Geneva, Switzerland.
 26. **TANAKA K.R.** The recent normalization of historical marine heat extremes. PLOS Clim 1(2). February 1. 2022. Maite de Castro. University of Vigo. Spain. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000007>.
 27. The heat is insurability and Resilience in a Changing Climate Emerging Risk Initiative-Position Paper. Group Chief Risk Officer (CRO). January. 2019. 28. Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Oceanographie Spatiales (LEGOS); data from AVISO altimetry (<https://www.aviso.altimetry.fr>).
 28. **TRENBERTH K.E., FASULLO J.T., КИЕHL J.** Earthglobal energy budget. American meteorological society, march 2009:311–323.

Тетельмин Владимир Владимирович, д.т.н., главный специалист Института экологии РУДН им. Патриса Лумумбы, член Общественного совета при Минэнерго РФ

✉ 115093, г. Москва, Подольское ш., д. 8,
115093, Moscow, Podolskoye sh., 8,
e-mail: v-tetelmin@rambler.ru

УДК 373.31

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-100-107

Научная статья

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТРУДЫ К.Д. УШИНСКОГО И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ (К 200-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ВЕЛИКОГО РОССИЙСКОГО ПЕДАГОГА)

А.Д. Шалыгин¹,
А.Ф. Логинов¹, Ю.К. Цеев²

¹ ФГБУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ
МЕДИКО-ХИРУРГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ИМ. Н.И. ПИРОГОВА», г. МОСКВА

² МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
ФГБОУ ВО «МГТУ», г. МАЙКОП

Изложена образовательная, научно-исследовательская, педагогическая, писательская и общественная деятельность выдающегося отечественного педагога Константина Дмитриевича Ушинского. Отмечен его значительный вклад в основание и развитие научной педагогики в России, реформаторстве в образовательном процессе, воспитании, мышлении, педагогике, а также новаторстве в литературной и общественной деятельности. Представлено значение педагогических трудов К.Д. Ушинского для развития медицинского образования, в том числе в ИУВ Пироговского Центра.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Ушинский Константин Дмитриевич, основоположник научной педагогики в России, великий отечественный педагог, новатор и реформатор образования, воспитатель, писатель, общественный деятель

Константин Дмитриевич Ушинский родился 3 марта (19 февраля) 1823 г. в Туле, а детство провел в небольшом имении родителей, расположенном возле города Новгород-Северский. Его отец, Дмитрий Григорьевич, был выпускником Московского благородного пансиона, офицером, участником войны 1812 г. Константин получил начальное домашнее образование, часто пользовался обширной отцовской библиотекой.

В двенадцатилетнем возрасте Константин остался без матери, которую любил безмерно. Эту любовь и светлую память о ней Ушинский пронес через всю

Original article

PEDAGOGICAL WORKS OF K.D. USHINSKY AND THEIR IMPORTANCE FOR THE DEVELOPMENT OF MEDICAL EDUCATION (TO THE 200TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF THE GREAT RUSSIAN TEACHER)

L.D. SHALYGIN¹,
A.F. LOGINOV¹, YU.K. TSEEV²

¹ FGBU "NATIONAL MEDICAL AND SURGICAL
CENTER THEM. N.I. PIROGOV, MOSCOW

² MEDICAL INSTITUTE FGBOU VO "MG TU",
MAYKOP

The article describes the educational, research, pedagogical, writing and social activities of the outstanding Russian teacher Konstantin Dmitrievich Ushinsky. His significant contribution to the foundation and development of scientific pedagogy in Russia, reformation in the educational process, education, thinking, pedagogy, as well as innovation in literary and social activities is noted. The importance of K.D. Ushinsky's pedagogical works for the development of medical education, including in the IU of the Pirogov Center, is presented.

KEYWORDS: Ushinsky Konstantin Dmitrievich, the founder of scientific pedagogy in Russia, a great Russian teacher, innovator and reformer of education, educator, writer, public figure

жизнь. Именно мама дала сыну первые уроки, и когда его отправили в гимназию, то сразу зачислили в третий класс. Много лет спустя Константин будет с благодарностью вспоминать весь педагогический коллектив гимназии, включая и директора. Ушинский говорил, что они были настоящими педагогами, увлеченными своим делом, и самое важное, беззаветно любили детей. Может быть поэтому, уровень знаний выпускников этой школы был намного выше, чем в аналогичных учебных заведениях других городков.

Окончив гимназию в 1840 г., поступил в Московский университет на юридический факультет. В 1844 г. юноша окончил основной курс, но остался в магистратуре. В тот период он всерьез заинтересовался вопросами просвещения простого народа, в боль-

шинстве своем, не владеющем грамотой. Ушинский успешно сдал экзамен в магистратуре, получил степень кандидата юридических наук, и в 1846 г. уехал в Ярославль [3, 8].

В возрасте 22 лет выпускник университета Константин Ушинский был приглашен на должность профессора в Ярославский Демидовский лицей. Преподавать он должен был так называемые камеральные науки, включающие общее понятие о праве, элементы науки о хозяйстве, финансового права, государственного права. Начав работать, Ушинский все больше и больше убеждался, что образование в России нуждается в коренных реформах. «Тяжело бороться одному против усыпления, заливающего со всех сторон», – писал Ушинский. Но попытки что-либо поменять натолкнулись на противодействие со стороны начальства, в результате Ушинский вынужден был уволиться из лицея. После этого он некоторое время зарабатывал переводами статей из иностранных журналов, рецензиями и обзорами в журналах.

Однако к этому времени Ушинский уже был убежден, что его призвание – педагогика. Он надеялся найти место преподавателя в другом учебном заведении, но репутация вольнодумца, которую он успел заработать у чиновников министерства просвещения, мешала этому. Ушинский не мог стать даже уездным учителем. Из Ярославля он переехал в Санкт-Петербург и чтобы содержать семью (Ушинский к тому времени уже был женат) ему пришлось служить чиновником министерства внутренних дел по департаменту иностранных исповеданий. Заведовал департаментом граф Дмитрий Толстой. Ушинский, только поступивший туда, позволил себе в разговорах с сослуживцами критиковать какие-то действия своего начальника – в результате нажил себе могущественного недоброжелателя. Сказалось это в будущем, когда Толстой стал министром просвещения.

В 1854 г. Ушинскому удалось получить назначение сначала учителем, а затем инспектором Гатчинского сиротского института. Это заведение представляло собой целую систему школ, от начальной, где дети учились читать и писать, до высшей, с курсом законовещения. Задачей Гатчинского сиротского института было воспитание людей, верных «царю и отечеству», а применяемые для этого методы славились своей строгостью. Ушинский так характеризовал позже институтские порядки: «Канцелярия и экономия наверху, администрация в середине, учение под ногами, а воспитание – за дверьми здания». Уже в 1855 г. он стал инспектором классов Гатчинского сиротского института. В стенах этого учебного заведения К. Д. Ушинский обнаружил архив одного из прежних инспекторов Гатчинского сиротского института – Е. О. Гугеля, в котором он нашёл, как писал позже сам Ушинский, «полное собрание педагогических книг». Гугель был учеником Песталоцци и тоже пытался реформи-

ровать школьное преподавание. Благодаря его наследству Ушинский познакомился с трудами Песталоцци, Руссо, Коменского. Позднее он вспоминал, что многим обязан двум шкафам с книгами, оставшимися от Гугеля. Найденные книги оказали огромное влияние на Ушинского. Впоследствии, под влиянием идей, полученных от прочтения этих книг, он написал одну из лучших своих статей по педагогике «О пользе педагогической литературы» [4, 9, 12].

Впервые Ушинский получил возможность организовать учебный процесс в соответствии со своими взглядами. Он пытался сделать так, чтобы время, проведенное в школе, стало для детей временем развития и подготовки к жизни, а не пустым слушанием нудных лекций.

В 1859 г. последовало неожиданное для Ушинского предложение – занять должность инспектора Смольного института благородных девиц. Качество образования в Смольном институте было тогда невысоким, руководство больше заботилось об обучении воспитанниц светским манерам. Ушинский действовал очень энергично. Он менял учебные планы, приглашал новых учителей. Для воспитанниц было неожиданностью, что новые учителя хотели, чтобы им задавали вопросы, раньше вопросы от учениц на уроках не поощрялись. Наконец ученицы увидели в учителях людей, с которыми можно было разговаривать, не обмирая ни от страха, ни от «обожания».

Работая в Смольном институте, Ушинский сократил девятилетний срок учения до семи лет, с годичным курсом в каждом классе. Помимо этого, он ввел дополнительный педагогический класс, после обучения в котором девушки могли сами преподавать. Он занимал два года: первый – теоретическая подготовка, второй – для практического преподавания, под руководством учителей. Обе половины Смольного института, «благородная» и «неблагородная» (мещанская), после реформ Ушинского стали равны по объему учебного курса и продолжительности обучения. Преподаванию был дан систематический характер. В младших классах введено наглядное обучение, причем родной язык положен в основу образования. Значительно улучшилось преподавание естествознания и географии, которым раньше уделяли мало внимания. Математика, считавшаяся скучным предметом, недоступным для женского ума, впервые была использована как важное средство развития логического мышления, при этом преподавалась так, что вызывала у учениц искренний интерес. Риторика и пиитика были заменены разборами в классе самих художественных произведений, как русских, так и иностранных, и уже на основании таких разборов делались теоретические выводы. В старшем классе существенная роль была у предмета по истории отечественной литературы «как особенно благородному предмету в деле развития вообще и облагораживания эстетического чувства в частности» [5, 11].

Кроме этого, Константин регулярно проводил заседания, на которых присутствовал весь педагогический коллектив. На таких собраниях обсуждали насущные проблемы, передовые идеи в образовательной сфере. Эти вечера любили все, потому что это были не сухие заседания, а скорее, на встречу друзей и единомышленников. Педагоги обсуждали реформы, литературу, театральные премьеры. Константина Дмитриевича любили ученики и коллеги, и только начальство видело в нем вольнодумца (рис. 1).

После двухлетней работы под управлением Ушинского Смольный институт, нисколько не интересовавший прежде столичное общество, вызывавший только нелепейшие легенды, по причине своей замкнутости и рутины, вдруг стал предметом большого внимания со стороны всего интеллигентного Петербурга. О новой, разумной жизни этого учебного заведения, о происходящих и готовящихся там капитальных реформах громко говорила печать. Представители разных учреждений и ведомств, родители и родственники учениц, люди педагогической профессии массами стремились в институт, чтобы послушать уроки, о которых говорил весь город. И то, что они видели там, приводило их в изумление и восторг. Ученицы обоих отделений Смольного института и всех классов, от старшего до самого младшего, не только не тяготились учением, не называли его "противным", как это было прежде, а, напротив, с уважением относились к нему, были явно увлечены занятиями, обнаруживая большую любовь к труду. Между ученицами и наставниками были хорошие, простые, естественные отношения, основанные



РИС. 1.

К.Д. Ушинский, 1859 г.

А. Д. ШАЛЫГИН, А. Ф. ЛОГИНОВ, Ю. К. ЦЕЕВ
 ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТРУДЫ К. Д. УШИНСКОГО И
 ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКОГО
 ОБРАЗОВАНИЯ (К 200-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
 ВЕЛИКОГО РОССИЙСКОГО ПЕДАГОГА)

на взаимном уважении, доверии и доброжелательстве. Авторитет преподавателей, особенно Ушинского, был очень велик в глазах учащихся. Родители и родственники на словах и в письмах, иногда даже печатно, выражали Ушинскому горячую признательность за то, что видит в ученицах не светских кукол, не кисейных барышень, а разумных, развитых девушек, со здоровыми взглядами, понятиями и суждениями [1, 6].

В это время Ушинским была составлена хрестоматия по русскому языку «Детский мир» в двух частях для преподавания в младших классах, содержащая много материала по естествознанию. Скоро «Детский мир» был почти в каждой образованной российской семье. Также Ушинский редактировал статьи в «Журнал министерства народного просвещения». Он совершенно изменил его программу, превратив официальный ведомственный орган в научно-педагогический журнал. Но недоброжелатели Ушинского стали действовать активнее. Один за другим в министерство поступали доносы, в которых Ушинский обвинялся в свободомыслии, в преподавании безбожия. Проверки не давали подтверждения, но отбирали у Ушинского немало сил. Однажды написание объяснения по поводу очередного доноса заняло несколько суток. Нервы Ушинского были напряжены, но сдаваться он не собирался. Однако от него все-таки сумели избавиться. Уволить известного на всю страну учителя не решились, поэтому он был убран из Смольного под предлогом длительной командировки за границу для изучения опыта женского образования. Фактически это была пусть почетная, но ссылка.

Ушинский посетил Швейцарию, Германию, Францию, Бельгию и Италию. Он изучил состояние женского образования, постановку начального обучения в Швейцарии и Германии, составил книгу для чтения – «Родное слово» (1864–1870) и методическое руководство к ней, подготовил к печати два тома главного своего психолого-педагогического сочинения «Человек как предмет воспитания (Опыт педагогической антропологии)». Пока Ушинский находился за рубежом, в России его популярность не падала благодаря его книгам «Детский мир» и «Родное слово», которые пользовались огромной популярностью. Хрестоматия Ушинского «Родное слово» за первые двадцать пять лет выдержала 99 изданий, а за полвека была издана общим тиражом более десяти миллионов экземпляров (рис. 2). «Руководство к преподаванию по «Родному слову» для учителей и родителей» до 1917 г. выдержало 146 изданий [7, 10].

Когда Ушинский в 1867 г. вернулся в Россию, он не смог стать преподавателем в каком-нибудь учебном заведении, но зато стал вести активную общественную деятельность. Он публиковал статьи, участвовал в собраниях Петербургского педагогического общества.

К.Д. Ушинский писал статьи о воскресных школах, о школах для детей ремесленников, а также при-

нял участие в учительском съезде в Крыму. Приехав в 1870 г. в Симферополь, Ушинский побывал в нескольких учебных заведениях, в том числе женском училище, охотно встречался и с учителями, и с учащимися. Учитель Симферопольской казённой мужской гимназии И.П. Деркачев вспоминал: «Дружественный тон, которым автор «Родного слова» говорил с учителями, мягкость обращения и простота быстро привлекали к нему всех. Он смотрел на каждого учителя, как на равного себе товарища, и скромно, терпеливо, с непритворным уважением слушал всякое замечание и возражение... Проэкзаменовал всех учениц, поступивших в первый класс. Учительницу поразило, с каким искусством великий педагог опрашивал детей. Он ставил вопросы просто, ясно и в то же время так, что по ответам можно было легко понять, насколько подготовлена и развита та или иная ученица».

При Симферопольской казённой мужской гимназии был образцовый класс по способу наглядного обучения. Будучи одним из основателей этого способа, К.Д. Ушинский заинтересовался работой класса, присутствовал на уроках, которые проводил И.П. Деркачев. В здании казённой мужской гимназии состоялся II съезд учителей Таврической губернии, и К.Д. Ушинский принял участие в его работе. Обсуждался, в частности, вопрос о книгах для классного чтения в народных школах, о необходимости создания таких книг. К этому призывал учителей Константин Дмитриевич Ушинский. Предложение было принято, выработанная на съезде «азбука» в том же 1870 г. издана в Симферополе (рис. 3).



РИС. 2.

Первый учебник для детей Константина Ушинского «Родное слово»

Литератор А. Фролков рассказывал об этом периоде: «Не занимая никакого официального поста, он был видим и слышим на всю Россию — для всех лиц, сколько-нибудь интересующихся педагогическими вопросами. Материальное положение его было в цветущем состоянии благодаря необычайному спросу на все его печатные труды. Ни от кого не зависимый, совершенно самостоятельный в выборе занятий и в распоряжении своим временем, он мог бы назвать себя даже счастливым» [1, 4, 10, 12].

Константин Ушинский обрел счастье, не только занимаясь любимым делом, но и в личной жизни. В 1851 г. он женился на своей подруге детства Надежде Дорошенко. В 1852 г. супруга подарила педагогу сына Павла, потом семья пополнилась дочерьми Верой и Надеждой, сыновьями Константином и Владимиром. В 1867 г. родился шестой ребенок — дочь Ольга, которая стала художником.

По мере того, как Константин Ушинский менял место своей службы, семья следовала за ним. Однако как бы там ни было, Ушинские имели свой тихий уголок, пристанище, куда они всегда могли вернуться. Константин Дмитриевич приобрел дом на хуторе Богданка недалеко от Чернигова.

Интересно то, что все дочери Ушинского продолжили его дело. Они организовывали народные школы и училища, при этом зачастую тратили не только время, но и личные средства.

Следует отметить, что еще во время службы в Смольном институте у Ушинского началась чахотка.



РИС. 3.

Педагог Константин Ушинский

Развитие болезни затормозилось за границей, но после трех лет жизни в Петербурге она возобновилась с новой силой. Весною 1870 г. он чувствовал себя так плохо, что вынужден был отправиться в Италию на лечение. Но в Вене он заболел настолько, что пролежал около двух недель с обострением туберкулеза легких. Врачи посоветовали ему возвратиться в Россию, ехать прямо в Крым и лечиться кумысом. Ушинский вернулся, и в Крыму лечился кумысом в Альме возле Бахчисарая, его состояние здоровья временно улучшилось.

Константин Дмитриевич решил приехать в новгород-северское имение, чтобы там закончить третью часть «Родного слова» и очередной том «Очерка педагогической антропологии». Но его ждал тяжелый удар – в результате трагического случая погиб на охоте его старший сын. От этого Константин Дмитриевич уже не смог оправиться. Возвращаясь в Крым для очередного лечения, он простудился и в Одессе слег с воспалением легких. 21 декабря 1870 г. (3 января 1871 г.) Константин Дмитриевич Ушинский умер в возрасте сорока семи лет (рис. 4).

Местом вечного упокоения Константина Ушинского стал Киево-Выдубицкий мужской монастырь г. Киева.

На протяжении всей истории человеческой цивилизации для любого типа государства проблемы охраны здоровья всегда имели исключительное, если не первостепенное значение. От уровня развития медицинской науки и образования во многом зависело благополучие населения.

Накануне второго тысячелетия Министр здравоохранения РФ академик РАН Шевченко Ю.Л. разработал и обосновал концепцию «Здравоохранение России как система жизнеобеспечения, фактор национальной безопасности, главный приоритет государства», где образованию уделена особая роль. Из-

вестно, что врачебная профессия, как никакая иная, уже по своей природе предполагает непрерывное совершенствование, бесконечный научный поиск, в основе которых лежит самый благородный душевный порыв – помочь страждущему человеку. Именно это приближает ее к искусству и не позволяет опуститься ей до уровня банального ремесла. Это согласуется с великим высказыванием выдающегося отечественного педагога Константина Ушинского, который утверждал: «... ни политика, ни медицина, ни педагогика не могут быть названы науками в ... строгом смысле, а только искусствами... Наука только изучает существующее или существовавшее, а искусство стремится творить то, чего еще нет...» [13].

Руководствуясь наследием гениального хирурга, ученого, педагога и мыслителя Н.И. Пирогова о том, что прогресс просвещения возможен исключительно при условии, если будет опираться на органическое единство науки, образования и воспитания, была успешно реализована идея академика РАН Ю.Л. Шевченко о создании образовательного учреждения в структуре Пироговского Центра с первого года работы Федерального медицинского Центра Минздрава России, который является многопрофильным лечебным учреждением, оказывающим специализированную и высокотехнологичную медицинскую помощь жителям многих регионов России и пациентам из других стран. Следует отметить, что 23 июня 2023 г. исполнилось 20 лет со дня основания Института усовершенствования врачей Пироговского Центра.

Институт формировался на основе богатейших традиций отечественного и мирового образования, в том числе последипломного. Этому во многом способствовал тот факт, что первыми руководителями большинства кафедр Института стали профессора Военно-медицинской академии. Образовательную деятельность в ИУВ осуществляет высококвалифицированный и опытный профессорско-преподавательский состав, который в обучении медицинского персонала использует некоторые практические рекомендации из педагогических трудов К.Д. Ушинского. Так, значительную часть времени в процессе обучения медиков уделяется совершенствованию клинического мышления у постели больного при организации и проведении лечебно-диагностического процесса. Это, пожалуй, одна из главных составляющих в деятельности медицинского персонала при оказании медицинской помощи нуждающимся в ней пациентам [2, 13, 14].

Следует отметить, что К.Д. Ушинский придавал огромное значение систематическому обучению учащихся логике мышления. Блестящим примером разъяснения логических приемов и категорий является его труд «Первые уроки логики», в котором в популярной форме излагаются основные понятия и правила логики: сравнение, различие и сходство, суждение, причина и следствие и другие.



РИС. 4.

Мемориальная доска в Одессе

Педагоги Института усовершенствования врачей Пироговского Центра в учебном процессе при обучении обучающимися в ординатуре специальности, при профессиональной переподготовке, а также в ходе повышения квалификации специалистов здравоохранения, акцент делают не только на освоении теоретических знаний по изучаемому вопросу, но большое значение уделяют приобретению практических компетенций, навыков и умений. Это совпадает с мнением К.Д. Ушинского, который в своих лекциях, статьях и книгах говорил о том, что обучение – не зубрежка, не механическое запоминание и не слепое следование инструкциям, а живой процесс, и ученики должны понимать не только то, что они учат, но и для чего. Теории обязательно должна сопутствовать практика.

Великий Н.И. Пирогов писал: «Кто учит, тот также продвигает науку вперед, а кто двигает ее вперед, тот также учит». Естественно, что учебный процесс в Институте неразрывно связан с научно-исследовательской работой. Эта органичная связь проявляется не только неуклонным ростом количества выполняемых диссертационных исследований его аспирантами. Большинство же научных исследований готовятся вне программы обучения в аспирантуре. По сути, это реализация неукоснительного требования нашего президента академика РАН Ю.А. Шевченко. «Работать в Пироговском Центре и не заниматься исследовательской работой нельзя!». Важная роль в проведении научно-исследовательской работы в образовательном учреждении отводится заведующим кафедрами. К.Д. Ушинский считал, что главная обязанность наставника – приучение воспитанников к умственному труду, и она даже важнее, чем обучение самому предмету [13, 14].

Наряду с классическим преподаванием у нас есть и свои оригинальные методы воспитания и обучения. Прежде всего, это регулярные президентские конференции, на которые приглашают весь врачебный и средний медицинский персонал, а также все категории обучающихся в Институте. На конференциях докладываются наиболее интересные клинические случаи, доклады обсуждаются в форме конкурса: оценивается не только содержание, но и качество презентации, а также умение выступающего вести научную дискуссию. Помимо этого, на этих конференциях заслушивается информация специалистов об их участии в работе международных научных форумов, а также делаются сообщения об особенностях стажировки в ведущих мировых научных и клинических центрах. Все материалы конференции публикуются в специальном разделе «Вестника НМХЦ им. Н.И. Пирогова» [2, 13, 14].

Другим очень важным направлением обучения и подготовки научно-педагогических кадров является проведение ежегодного конкурса на лучшую

научную работу среди молодых ученых и специалистов. Конкурсная комиссия из профессорско-преподавательского состава Института оценивает представленные на конкурс исследовательские работы и определяет победителей. Как правило, эти работы молодых ученых и специалистов затем трансформируются в диссертационные исследования, которые в последующем успешно защищаются в профильных советах на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Немалая доля из числа защитившихся приходится на ординаторов и аспирантов ИУВ [13]. Основоположник научной педагогики в России К.Д. Ушинский всегда поддерживал оригинальные, а также новые методы обучения и воспитания и в своих педагогических трудах указывал, что монотонность и однообразие вредят хорошему обучению, потому что устает обучающийся не от деятельности, а от ее односторонности.

Медицинское образование по своему предназначению и природе в качестве стержневой основы предполагает непрерывный воспитательный процесс. Вопросы врачебной профессиональной этики, моральный облик, нравственные принципы должны постоянно обсуждаться при любых формах и методах обучения. Неиссякаемый источник образцов и примеров для подражания – сама история мировой и отечественной медицины. В Пироговском Центре это стало аксиомой. По инициативе и благодаря непрестанной заботе академика РАН Ю.А. Шевченко в Центре создан уникальный музей, посвященный Н.И. Пирогову с бесценными историческими экспонатами. На территории Центра усилиями нашего президента и генерального директора академика РАН О.Э. Карпова установлен целый ряд памятников, в том числе выдающимся ученым-врачам. Это подлинные произведения искусства, имеющие высокую художественную ценность, несущие большую воспитательную нагрузку. История самого Пироговского Центра, которому 1 ноября 2022 года исполнилось 20 лет с момента основания, ярко отражена в его собственном музее [2, 13, 14]. По этому поводу хочется вспомнить еще одну цитату великого педагога, реформатора образования К.Д. Ушинского: «В воспитании все должно основываться на личности воспитателя, потому что воспитательная сила изливается только из живого источника человеческой личности. Никакие уставы и программы, никакой искусственный организм заведения, как бы хитро он ни был придуман, не может заменить личности в деле воспитания».

В российской традиции врач – это не просто квалифицированный специалист – это интеллигентный, широко образованный, глубоко порядочный человек, дающий надежду на исцеление и поддерживающий больного и его близких. А российский представитель профессорско-преподавательского состава медицинского образовательного учреждения – носитель не

только знаний, но и мудрости, интересный, яркий, увлекающий своей работой наставник, искренне заинтересованный в успехе своих учеников [13].

Педагог по Ушинскому – тот «кто имеет целостность, беззаветную искренность души», «кто сохраняет в себе вечно не стареющее детство души», «кто не торгуется с самим собой». «Преподаватель должен иметь необыкновенно много нравственной энергии, чтобы не уснуть под убаюкивающее журчание однообразной учительской жизни». Такой педагогический манифест К.Д. Ушинского особенно актуален в наши дни.

Сегодня ИУВ Пироговского Центра успешно завершает переход к современному непрерывному медицинскому образованию, располагая высококвалифицированным профессорско-преподавательским составом, имея необходимую материально-техническую базу образовательного процесса и обладая исключительно позитивной мотивацией к новому, прогрессивному и высокотехнологичному у всех участников образовательной деятельности.

Вместе с тем, следует отметить, что даже самая совершенная современная система образования не может заменить главный стимул – внутреннюю мотивацию врача на получение новых знаний, понимание им своей миссии, своей роли в жизни людей, доверивших ему свое здоровье. При этом важно сохранить и развить то лучшее, что было заложено в отечественной медицине и медицинском образовании великими отечественными врачами и педагогами: Н.И. Пироговым, Г.А. Захарьиним, С.П. Боткиным, К.Д. Ушинским и др. Педагогические идеи Ушинского вдохновляли замечательных педагогов прошлого и не утратили своей значимости в современной системе образования. Памятник К.Д. Ушинскому, выдающемуся педагогу установлен у здания у Московского педагогического государственного университета (рис. 5).

3 марта 2023 г. исполнилось 200 лет со дня рождения основоположнику научной педагогики в России Константину Дмитриевичу Ушинскому. Юбилей выдающегося отечественного педагога отмечается в Год педагога и наставника, который был объявлен указом президента РФ В.В. Путина «в целях признания особого статуса педагогических работников, в том числе осуществляющих наставническую деятельность». В его рамках в МГУ в ноябре месяце 2023 г. планируется провести международный педагогический конгресс «Наследие К.Д. Ушинского и современное образование». В Москве, Санкт-Петербурге, Тульской и Ярославской областях в мае месяце 2023 г. прошла акция «Аллея К.Д. Ушинского», организаторами которой выступили педагогические университеты этих регионов.

Л. Д. ШАЛЫГИН, А. Ф. ЛОГИНОВ, Ю. К. ЦЕЕВ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТРУДЫ К. Д. УШИНСКОГО И
ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКОГО
ОБРАЗОВАНИЯ (К 200-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ВЕЛИКОГО РОССИЙСКОГО ПЕДАГОГА)



Рис. 5.

Памятник Константину Ушинскому у Московского педагогического государственного университета

ЛИТЕРАТУРА

1. **АКСЕНОВА Э.А.** Психологическая система в педагогическом наследии Ушинского // Школьные технологии. 2014. № 5. С. 32–41.
2. **БОРЦЕВ Г.Г., ШАЛЫГИН Л.Д., МАТВЕЕВ С.А., КОНЯЕВА О.Е.** Становление и развитие института усовершенствования врачей Пироговского центра // Вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2022. Т. 17. №4. Ч. 1. С. 166–174.
3. **ВУЛЬФСОН Б.Л.** К.Д. Ушинский - основоположник сравнительной педагогики в России: (к 190-летию со дня рождения) // Педагогика. 2015. № 2. С. 105–111.
4. **ДОНЦОВ Д.А.** Методология К. Д. Ушинского как основа отечественной педагогики и педагогической психологии // Педагогика. 2017. № 8. С. 34–42.
5. **КОНДРАТЬЕВА Г.В.** К.Д. Ушинский и совершенствование преподавания математики : к 190-летию со дня рождения // Образование в современной школе. 2014. № 2. С. 10–15.
6. **ПЕРМИНОВА Л.М.** Немеркнущий свет идей К.Д. Ушинского // Педагогика. 2014. № 2. С. 90–95.
7. **ПРЕВЕРЗЕВА М. В.** Психолого-педагогический потенциал теории К.Д. Ушинского (развитие ребенка в контексте специальной педагогики) // Коррекционная педагогика. 2016. № 1. С. 71–79.
8. **ПОМЕЛОВ В.Б.** Дорогое и любимое имя – К.Д. Ушинский: к 190-летию со дня рождения великого педагога // Начальная школа. 2014. № 3. С. 4–11.

9. СТЕПАНОВА М. Учитель русских учителей: Константин Дмитриевич Ушинский (1824–1870) // Школьный психолог. журн. Изд. дом «Первое сент». 2014. № 3. С. 9–13.
10. ШАТАЛОВ А.А. К.Д. Ушинский и В.А. Сухомлинский о роли и значении книги и родного языка в интеллектуальном и нравственном воспитании личности // Воспитание школьников. 2017. № 5. С. 61–68.
11. ШАТАЛОВ А.А. Ненасильственная школа в педагогике Л.Н. Толстого и К.Д. Ушинского // Воспитание школьников. 2018. № 5. С. 69–76.
12. ШАТАЛОВ А.А. Основоположники отечественной педагогики об учителе и педагогическом мастерстве // Воспитание школьников. 2015. № 9. С. 66–75.
13. ШАЛЫГИН Л.Д. Последипломное медицинское образование: от курсов усовершенствования к непрерывному медицинскому образованию. Актовая речь 25 мая 2018 г. В год 15 летия Института усовершенствования врачей Пироговского центра. М.: РАЕН, 2018. 28 с.
14. ШАЛЫГИН Л.Д., КАРПОВ О.Э., КОНЯЕВА О.Е., МАТВЕЕВ С.А. Становление и развитие образовательной деятельности в Пироговском центре (к 15 летию Института усовершенствования врачей // Вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2018. Т. 13. №2. С. 3–11.

REFERENCES

1. AKSENOVA E.A. Psychological system in the pedagogical heritage of Ushinsky. *Shkol'nyye tekhnologii*. 2014;(5): 32–41. (In Russian).
2. BORSHCHEV G.G., SHALYGIN L.D., MATVEEV S.A., KONYAEVA O.E. Formation and development of the Institute of advanced training of doctors of the Pirogov Center. *Vestnik natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova*. 2022;17;(4);1:166–174. (In Russian).
3. WOLFSON B.L. K.D. Ushinsky – the founder of comparative pedagogy in Russia: (to the 190th anniversary of his birth). *Pedagogika*. 2015;(2):105–111. (In Russian).
4. DONTSOV D.A. Methodology of K.D. Ushinsky as the basis of Russian pedagogy and pedagogical psychology. *Pedagogika*. 2017;(8):34–42. (In Russian).
5. KONDRATIEVA G.V. K.D. Ushinsky and the improvement of teaching mathematics: to the 190th anniversary of his birth. *Obrazovaniye v sovremennoy shkole*. 2014;(2):10–15. (In Russian).
6. PERMINOVA L.M. The unfading light of K.D. Ushinsky's ideas. *Pedagogika*. 2014;(2):90–95. (In Russian).
7. PREVERZEVA M.V. Psychological and pedagogical potential of K.D. Ushinsky's theory (child development in the context of special pedagogy). *Korreksionnaya pedagogika*. 2016; (1): 71–79. (In Russian).
8. ROMELOV V.B. Dear and beloved name – K.D. Ushinsky: to the 190th anniversary of the birth of the great

teacher. *Nachal'naya shkola*. 2014;(3):4–11. (In Russian).

9. STEPANOVA M. Teacher of Russian teachers: Konstantin Dmitrievich Ushinsky (1824–1870). *Shkol'nyy psikholog. zhurn. Izd. dom «Pervoye sent»*. 2014;(3):9–13. (In Russian).
10. SHATALOV A.A. K.D. Ushinsky and V. A. Sukhomlinsky on the role and significance of the book and the native language in the intellectual and moral education of the individual. *Vospitaniye shkol'nikov*. 2017;(5):61–68. (In Russian).
11. SHATALOV A.A. Nonviolent school in pedagogy of L.N. Tolstoy and K.D. Ushinsky. *Vospitaniye shkol'nikov*. 2018;(5):69–76. (In Russian).
12. SHATALOV A.A. The founders of Russian pedagogy about the teacher and pedagogical skills. *Vospitaniye shkol'nikov*. 2015;(9):66–75. (In Russian).
13. SHALYGIN L.D. Postgraduate medical education: from advanced training courses to continuing medical education. Assembly speech on May 25, 2018. In the year of the 15th anniversary of the Institute of Advanced Training of Doctors of the Pirogov Center. Moscow: Russian Academy of Natural Sciences, 2018:28. (In Russian).
14. SHALYGIN L.D., KARPOV O.E., KONYAEVA O.E., MATVEEV S.A. Formation and development of educational activities in the Pirogov Center (to the 15th anniversary of the Institute of Advanced Medical Training. *Vestnik natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova*. 2018;(3):3–11. (In Russian).

Шалыгин Леонид Дмитриевич,

д.м.н., профессор, советник дирекции по образовательной деятельности ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова»

☎ 105203, г. Москва, ул. Нижняя Первомайская, д. 70,
105203, Moscow, ul. Nizhnyaya Pervomayskaya, 70,
тел.: +7 (903) 201-22-23,
e-mail: shalyginld@pirogov-center.ru,

Алексей Федорович Логинов,

к.м.н., доцент ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова», проректор Института усовершенствования врачей

☎ 105203, г. Москва, ул. Нижняя Первомайская, д. 65,
105203, Moscow, ul. Nizhnyaya Pervomayskaya, 65,
тел.: +7 (916) 394-98-04,
e-mail: loginovaf@pirogov-center.ru

Цеев Юрий Кондаурович,

к.м.н., доцент Медицинского института ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технический университет»

☎ 385000, Респ. Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская,
д. 191,
385000, Republic of Adygea, Maykop, ul. Pervomayskaya,
191,
тел.: +7 (918)427-24-81, e-mail: yksana59@mail.ru

УДК 502.131.1

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-108-111

Обзорная статья

МОДЕЛЬ КРЕСТЬЯНСКОЙ «УТОПИИ» ПО ЧАЯНОВУ

М. В. КириллинаФГБОУ ВО Российский
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Ученый-экономист, общественный деятель и литератор Александр Васильевич Чапанов (1888–1937) входил в первый ряд российских экономистов, разрабатывающих вопросы восстановления страны из революционной катастрофы. В статье рассмотрены методические подходы построения трудопотребительного баланса, на основе расчёта дифференциальных оптимумов. Возврат к традиционным русским ценностям, семейным традициям – очень актуально в наше время.

Ключевые слова: актуальность Чапановской модели, трудопотребительный баланс, земля – невозполнимый ресурс, мотивация сельскохозяйственного труда, традиционные православные ценности

В наше сложное убыстряющее время противоречивой информации, непредсказуемости будущего необходимо обрести точку опоры, понять свои корни, которые всегда питали русский народ. Мы «ни Иваны, не помнящие родства», нам метафизически выстоять и возродиться помогут наши замечательные ученые, мечтавшие о «Счастливой и Богатой Духовно и материально России». Один из них А. В. Чапанов (1888–1937). В этой обзорной статье мы не будем «грузить» научными формулами и графиками этого ученого, но Александр Васильевич прекрасный литератор, автор нескольких фантастических романов, один из них научно-утопический – «Путешествие моего брата Алексея в страну крестьянской утопии» [3]. Язык Чапанова сродни Булгаковскому, и пишет он в эту же эпоху – 1920-годы. Он предлагает яркие и смелые решения в построении экономической модели России как крестьянской утопии (роман найден в архиве РГГУ и опубликован только в 2002 г., т. е. более чем через 70 лет после его написания. Невольно приходят на память слова о том, что «рукописи не горят»). Данный роман был написан А. В. Чапановым под псевдонимом Ив. Кремнева в зарубежной командировке в Великобритании. Представленная утопия в

Original article

THE MODEL OF PEASANT «UTOPIA» BY CHAYANOV

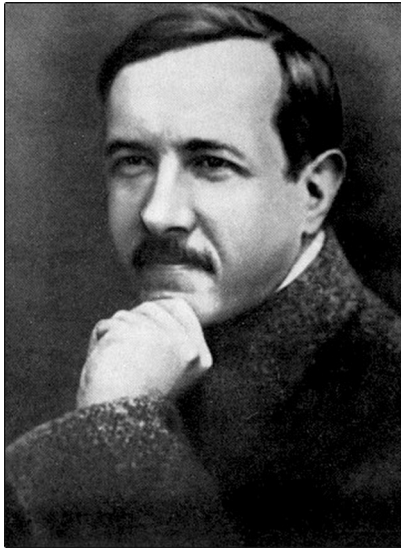
M. V. KirillinaFGBOU VO RUSSIAN STATE UNIVERSITY
FOR THE HUMANITIES

The scientist-economist, public figure and writer Alexander Vasilyevich Chayanov (1888–1937). He was one of the first number of Russian economists working on the country's reconstruction. The article discusses methodological approaches: building a labor-consumer balance based on the calculation of differential optima. Return to traditional Russian values, family traditions – very relevant in our time.

KEYWORDS: the relevance of the Chayanov model, labor consumption balance land – an irreplaceable resource, motivation of agricultural labor traditional Orthodox values

беллетризованном изложении взглядов автора на переустройство экономики социалистической России на основе сельскохозяйственной кооперации поражает не только своей простотой и завораживающим сюжетом, но и актуальностью. Назвать данную работу иначе, чем «Крестьянская утопия», в то время, было невозможно. На самом деле, Чапанов предложил в «завуалированном» виде экономическую модель будущей России. Соединение национальных традиций с современными технологиями при поддержании экологии на высоком уровне, – вот какой хотел видеть Россию. Попробуем представить современную Россию, которой бы мог гордиться наш великий экономист.

Абсолютное преимущество и национальная особенность России: огромные природные потенциальные богатства. Хочется напомнить, что на территории России (земельный фонд составляет 1709,8 млн га, или 12,5% мировой территории, а также 420 млн га континентального шельфа) сосредоточено 55% мировых черноземных почв, 50% запасов пресной воды, 60% запасов древесины хвойных пород. Россия занимает ведущее место в мире по объему разведанных запасов минерального сырья. Ее доля в мировых запасах (процент): нефти составляет 12–13, газа – 32, угля – 11, железа – 26, никеля – 36, кобальта – 18, свинца – 10, цинка – 15. По запасам алмазов, платиноидов, золота, серебра, титана, циркония, редких и редкоземельных металлов наша страна входит в первую тройку



Александр Васильевич Чаянов (1888–1937)

мировых лидеров. Валовая потенциальная ценность разведанных балансовых запасов основных видов полезных ископаемых России к концу XX в. оценивалась почти в 30 трлн долларов США, а прогнозный потенциал – в 150 трлн долларов США. В общем объеме полезных ископаемых, добываемых в мире, на долю России приходится (процент): апатитов – 55, природного газа – 28, алмазов – 26, никеля – 22, калийных солей – 16, железной руды – 14, цветных и редких металлов – 13, нефти – 12, каменного угля – 12. Минерально-сырьевой сектор в экономике России занимает ведущее место – около 40% фондов промышленных предприятий и 13% балансовой стоимости основных фондов сосредоточено в сфере недропользования [9]. Сырьевые отрасли обеспечивают 30% ВВП и около 50% объема экспорта страны [11]. Но вот в рейтинге ВВП (номинальный) стран мира по оценкам Международного валютного фонда, Россия с ВВП 1 830 млрд долларов США занимала в 2022 г. лишь 11 место [6]. Рейтинг, представленный МВФ ещё за 2019 г. по ВВП на душу населения (по номиналу – 11,3 тыс. \$,) определил нашей стране только 60 место, а, по паритету покупательной способности (ППС) – 53 место [8]. В рейтинге 2023 г по уровню жизни, составленном Институтом Legatum, наша страна уже находится на 90-м месте среди 142 стран мира, между Гватемалой и Лаосом [11].

И где же наше богатство, почему в мировом рейтинге мы занимаем столь низкие места, близкие к сырьевым державам? Видимо, мы утратили самое важное – «божественное» отношение к земле как к единственному источнику чистого продукта, и, следовательно, основному фактору роста интегрального показателя богатства государства – ВВП на душу населения. Отношение к земле как к особому первичному

и животворящему фактору производства, по мнению Чаянова, позволило бы снизить влияние тенденции понижения плодородия почвы: «Земледелие никогда не было столь же ручным, как теперь. И это не блажь, а необходимость при нашей плотности населения» [4, с. 263]. Жестокая ирония – в современной России уже несколько лет наблюдается масштабная депопуляция и одна из самых низких плотностей населения. По состоянию на 1 января 2022 г. средняя плотность населения в России составила 8,58 чел. / км² [5].

Между тем А.В. Чаянов мечтал увидеть свою страну грандиозной и густонаселенной, он обосновывает методические рекомендации для этого. К сожалению, до настоящего времени они так и не использованы в полной степени. Важнейшее направление исследований А.В. Чаянова по созданию в политэкономии маргиналистской концепции крестьянского хозяйства, основанного на знании трудопотребительского баланса – модели совокупных экономических, социальных, психологических отношений в крестьянской семье. А.В. Чаянов предлагает модель вертикальной кооперации, которая позволяет наиболее выгодно вести деятельность до самого сбыта продукции, без существенных потерь. По мнению д.э.н. Г.И. Шмелева именно концепция трудопотребительского баланса – «подлинная жемчужина научных результатов Чаянова. Именно этот методический подход необходимо использовать сегодня России [2]. Стоит подчеркнуть, что сегодня эта модель показала свое преимущество в странах Юго-Восточной Азии, Северной и Западной Европы. Например, в скандинавских странах в молочной отрасли от 80 до 99% рынка приходится на кооперативы; на рынки мяса во Франции, Швеции и Дании – около 90% [8].

В чем же ее научная новизна данного исследования, попробуем объяснить утилитарно очень глубокие теоретические прозрения Чаянова. В крестьянском хозяйстве не может и не должен работать только рыночный механизм спроса и предложения с целью максимизации прибыли (коммерческое предприятие). Необходимо введение таких новых экономических категорий и показателей, как: самоэксплуатация, тягостность предельной затраты труда и предельная полезность [3, с. 52.] Только баланс, т.е. равновесие между предельными затратами труда но получение какого-блага и предельная полезность от данного блага «приводит человека в действие», т.е. заставляет его трудиться (по-Чаянову самоэксплуатироваться) Именно сам человек определяет свою хозяйственную деятельность, затраты необходимые для нее, причем, не только материальные, но, и психологические.

Согласно учению о вертикальной крестьянской кооперации А.В. Чаянова, можно было бы считать главным направлением среди преобразований сельскохозяйственного сектора (и это актуально для современной России!) способность сочетать высокую

мотивацию к труду отдельных крестьянских семей с преимуществами добровольно создаваемых кооперативов [3]. «Теория дифференциальных оптимумов один из его крупных научных результатов... Сущность ее в выделении в сельскохозяйственном производстве отдельно механических, биологических и экономических процессов и операций, каждый из которых имеет свои оптимальные размеры» [3, с. 74].

По мнению Александра Васильевича, крестьянский образ жизни и та работа, которая осуществляется в процессе деятельности жителей деревни, дают возможность развиваться индивидуально подходу к труду, оставляя свободу для труда творческого. «Строй трудового земледелия, в котором работа не отделена от творчества организационных форм, в котором свободная личная инициатива дает возможность каждой человеческой личности проявить все возможности своего духовного развития, предоставляя ей в то же время использовать в нужных случаях всю мощь коллективного крупного хозяйства, а также общественных и государственных организаций» [4, с. 273]. Человек в этой области всегда является ключевым звеном, так как все хозяйство страны строится на ручном труде, проявляющимся в естественном состоянии человека, из которого он, по мнению автора, «был выведен демоном капитализма». Основополагающее значение имеет творческая деятельность граждан, которую поддерживает на протяжении всей жизни человека государство, а природа при этом дает возможность развиваться ее потенциалу. Следует объяснить, как Чайнов объяснял сохранение важности ручного труда.

В этом он близок к концепции Христианской политэкономии С.Н. Булгакова (1871–1944). Свободный труд поможет человеку «преодолеет гнет первородного греха» и одновременно поможет увеличить не только собственное, но и народное богатства. Сергей Николаевич доказывает, что противоречия между индивидами и классами по поводу распределения богатства в христианской политэкономии отойдут на второй план, так как в этой модели хозяйство – единый процесс, где рост народного богатства не цель политэкономии, а только необходимое условие для достижения цели – духовного роста [1]. Человек-наивысшая ценность, по мнению еще одного экономиста мирового уровня – М.И. Туган-Барановского (1865–1919), никогда не может быть обращен в средство для других целей. Не может считаться общественным благом низведение трудящегося человека до простого винтика огромного государственного механизма, до «простого подчиненного орудия общественного целого». Общество совершенно свободных людей – вот конечная цель общественного прогресса. В приближении к социалистическому идеалу и заключается весь исторический прогресс человечества [2]. Сейчас весь мир и Россия в том числе, как никогда далек от него. Поэ-

тому прошу внимательно вчитаться в ключевые слова из «Главы 7,убеждающей всех желающих, что семья есть семья, и всегда семьей окажется» [2, с. 263]. Экономика никогда не достигнет цели, если не вернется к исконно русским ценностям и традициям: «Обширная семья,общая трапеза,состоящая исключительно из национальных блюд, и даже женская одежда, которая отражает благосостояние страны, ее благополучие. В утопической России почти полностью отсутствует черный цвет... Яркие голубые, красные, желтые, почти всегда одноцветные мужские куртки и блузы смешивались с женскими очень пестрыми платьями, напоминавшими собою нечто вроде сарафанов с кринолином, но все же являющими собою достаточное разнообразие форм» [2, с. 73]. В стране-утопии было установлено полное равенство людей. В ней не было дифференциации центра и периферийных городов, был сформирован «устойчивый» средний класс. Так государство решало проблему социального равенства. «... Люди различных возрастов (от мала до велика) посещают ярмарки-центры экономических, технических и культурных инноваций. Город – это уже не место проживания, а «место празднеств, собраний, некоторых дел. Город – всего лишь пункт, а не социальное существо. Жители сельских и городских поселений не отличаются друг от друга ни одеждой, ни речью... Здесь сосредоточены все имеющиеся элементы культуры: «уездные и волостные театры, уездные музеи, народные университеты и спорт во всех его формах, хоровые общества, церкви» [4, с. 250, 278].

В России А.В. Чайнова нет, и не могло быть протестов и бунтов. Данную идею следует принять во внимание современным политикам. В настоящее время в гражданском обществе страны наблюдается ярко выраженное расслоение. Пропасть между богатством и бедностью растет ужасающе быстро, а средний класс по-прежнему не сформирован. Об этом свидетельствуют последние статистические данные. На долю 10% наиболее обеспеченных россиян приходится более 80% общей суммы денежных доходов.

А.В. Чайнов, преподавая в Московском городском народном университете им. А.А. Шанявского (современное РГГУ) считал его истинно Народным. (Здание университета теперь находится на улице его имени) Для развития творческих способностей молодежи он предлагал принять содействующие этому законы. Например, «об обязательном субсидировании путешествий для юношей и девушек»: «Теперь не может затеряться ни один талант, ни одна человеческая возможность не улетит в царство забвения...» [2, с. 305].

Поддерживается высокий уровень культуры населения, поскольку каждый член общества имеет знания в области искусства и науки. Эрудированный человек ценен для своей страны, он может анализировать существующую модель устройства. Возможно, что даже при наличии несогласий с действующим режимом

или методами правления, он будет понимать причины, побуждающие правительство применять такую политику, и придерживаться менее агрессивной позиции. Человек с высоким культурным развитием относится и к своему труду, который занимает особое место в системе крестьянской утопии, с творчеством. Он больше не является «винтиком» огромной государственной машины, а проявляет индивидуальность во всех сферах своей жизнедеятельности. Сельское хозяйство поддерживается за счет труда крестьян. Каждый человек, работающий на Земле, – Демиург (др.-греч. *δημιουργός* «мастер, знаток, специалист; ремесленник, мастеровой; создатель, творец» от др.-греч. *δήμος* – «земля, народ»), по Божественному предопределению, он выращивает прекрасный сад на Земле подобный Райскому.

Методическое положение А.В. Чаянова учёного-энциклопедиста, о необходимости введение в рыночный механизм христианских ценностей, приведёт к уходу от пошлого утилитаризма (полезности), насаждаемой Либеральной школой и сделает возможным переход современной экономики РФ к её истинным корням – Русской школе политэкономии.

Возврат к традиционным русским ценностям, семейным традициям – очень актуален в наше время. Современный АПК России не может оставаться равнодушным к проблемам угрозы продовольственной безопасности, которая может и должна быть снижена дифференциацией сельскохозяйственного производства, перераспределением ее между полноценными крестьянскими хозяйствами. Именно Земля, и только труд на Земле, согласно физиократам, создает чистый продукт, а, следовательно, богатство Родины. Закончить исследование хочется словами нашего великого М.В. Ломоносова: «Хлеб, рожденный землей, водой и воздухом – жизни главна крепость, довольство всех потреб» И еще одно, возможно, самое главное из работ В.А. Чаянова, хочется отметить – только совместный творческий семейный труд патриархальной семьи позволит воссоздать святую Русь, ведь согласно М.В. Ломоносову: «Сохранение и размножение российского народа, в чем состоит величество, могущество и богатство всего государства, а не в обширности, тщетной без обитателей»

ЛИТЕРАТУРА

1. БУГАКОВ С.Н. Краткий курс политической экономии. Выпуск первый. Основные черты современного хозяйственного строя. М.: Астрель, 2006. 528 с.
2. ТУГАН-БАРАНОВСКИЙ М.И. Социализм как положительное учение. М.: 1918.
3. ЧАЯНОВ В.А. А.В. Чаянов – человек, ученый, гражданин / под общ. ред. Г.И. Шмелева. М.: Дашков и К°, 2000.
4. ЧАЯНОВ А.В. Не публиковавшиеся и малоизвестные работы / под общ. ред. Г.И. Шмелева. М.: Дашков и К°, 2003.
5. Новостной портал о ТЭК России и Мира Neftegaz.RU. Новости>Экономика, финансы, рынки. (дата обращения 15.04.2023).
6. [topreytings.ru>reyting-stran-po-vvp-na-cheloveka/](https://topreytings.ru/rejting-stran-po-vvp-na-cheloveka/)
7. <https://ru.aznations.com/>
8. https://www.yaneuch.ru/cat_110/kooperaciya-i-kooperativnoe-dvizhenie-v/147143.1894396.page2.html.
9. <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 15.04.1923). neftegaz.ru>Новости>Экономика, финансы, рынки Federal State Statistics Service – Information and analytical materials. [https://rosstat.gov.ru/\(03/15/1923\)](https://rosstat.gov.ru/(03/15/1923)).
10. State Report on the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2021 <https://www.rosnedra.gov.ru/article/15043.html> (03/15/1923).
11. <https://timbest.ru/rejting-stran-po-yrovnu-jizni-2023/?ysclid=ll73sqe0ar240381096>.

REFERENCES

1. BULGAKOV S.N. A short course of political economy. The first issue. The main features of the modern economic system. Moscow: Astrel, 2006:528. (In Russian).
2. TUGAN-BARANOVSKY M. Socialism as a positive doctrine. Moscow. 1918. (In Russian).
3. CHAYANOV V.A. A.V. Chayanov – man, scientist, citizen. Editor Shmelev G.I. Moscow: Dashkov i Ko, 2000. (In Russian).
4. CHAYANOV. Unpublished and little-known works. Editor Shmelev G.I. Moscow: Dashkov i Ko, 2003. (In Russian).
5. News portal about the fuel and energy complex of Russia and the World Neftegaz.RU. News>Economy, finance, markets. (accessed 15.04.2023).
6. [topreytings.ru>reyting-stran-po-vvp-na-cheloveka/](https://topreytings.ru/rejting-stran-po-vvp-na-cheloveka/)
7. <https://ru.aznations.com/>
8. https://www.yaneuch.ru/cat_110/kooperaciya-i-kooperativnoe-dvizhenie-v/147143.1894396.page2.html.
9. <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 15.04.1923). neftegaz.ru>Новости>Экономика, финансы, рынки Federal State Statistics Service – Information and analytical materials. [https://rosstat.gov.ru/\(03/15/1923\)](https://rosstat.gov.ru/(03/15/1923)).
10. State Report on the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2021 <https://www.rosnedra.gov.ru/article/15043.html> (03/15/1923).
11. <https://timbest.ru/rejting-stran-po-yrovnu-jizni-2023/?ysclid=ll73sqe0ar240381096>.

Кириллина Марина Викторовна,
к.э.н, доцент ФГБОУ ВО Российского государственного гуманитарного университета
✉ 125047, г. Москва, Миусская пл., д. 6,
125047, Moscow, Miusskaya sq., 6,
тел.: +7 (903) 524-49-33, e-mail: kirmiry@yandex.ru

УДК 378.096

DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-112-116

К 45-ЛЕТИЮ ОБРАЗОВАНИЯ БАЗОВОЙ КАФЕДРЫ № 333 ИМ. ПРОФЕССОРА Б.С. ЛОБАНОВА – СИСТЕМ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ ИНСТИТУТА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ИНФОРМАТИКИ РТУ МИРЭА ПРИ АО «ЦНИРТИ ИМ. АКАДЕМИКА А.И. БЕРГА»

А.А. Кравцов, А.В. Русалеев
 МИРЭА – Российский
 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Постановка проблемы: эффективность системы радиоэлектронной борьбы коренным образом зависит от уровня входящих в нее технических средств, способов и методов ведения радиоэлектронной борьбы. Разработка и создание современных комплексов и аппаратуры радиоэлектронной борьбы, способов их применения обеспечиваются высококвалифицированными специалистами. Начальная подготовка квалифицированных кадров для создания технической основы отечественной системы радиоэлектронной борьбы требует организации их обучения, приобретения ими обще- профессиональных и профессиональных компетенций.

Цель: обосновать фундаментальность и уникальность подготовки, профессионализм и востребованность выпускников базовой кафедры № 333 им. профессора Б.С. Лобанова – систем радиоэлектронной борьбы ИРИ РТУ МИРЭА при АО «ЦНИРТИ имени академика А.И. Берга».

Результаты: проанализированы история создания и развития кафедры – систем радиоэлектронной борьбы ИРИ РТУ МИРЭА, специфика организации учебного процесса, востребованность выпускников кафедры, перспективы научного роста выпускников и направления совершенствования деятельности кафедры.

Ключевые слова: радиоэлектронная борьба, система подготовки и обучения, базовая кафедра, радиоэлектронные системы и комплексы, производственная практика, научные исследования, профессиональные компетенции

ВВЕДЕНИЕ

В современных вооруженных противостояниях радиоэлектронная борьба играет одну из ведущих ролей. На заседании Коллегии Минобороны России при рассмотрении вопроса о состоянии и дальнейшем развитии войск радиоэлектронной борьбы Министр обороны РФ генерал армии С.К. Шойгу констатировал: в России созданы современные комплексы радиоэлектронной борьбы, многие из кото-

**TO THE 45TH ANNIVERSARY OF
 THE FORMATION OF THE BASIC
 DEPARTMENT № 333 NAMED
 AFTER PROFESSOR B.S. LOBANOV
 – ELECTRONIC WARFARE SYSTEMS
 INSTITUTE OF RADIO ELECTRONICS AND
 COMPUTER SCIENCE OF RTU MIREA AT
 THE JOINT-STOCK COMPANY "CENTRAL
 RESEARCH RADIO ENGINEERING
 INSTITUTE NAMED AFTER ACADEMICIAN
 A.I. BERG"**

A.A. Kravcov, A.V. Rusaleev
 MIREA — RUSSIAN TECHNOLOGICAL
 UNIVERSITY, MOSCOW

Problem statement: the effectiveness of an electronic warfare system fundamentally depends on the level of its technical means, methods and methods of conducting electronic warfare. The development and creation of modern complexes and electronic warfare equipment, methods of their application are provided by highly qualified specialists. The initial training of qualified personnel to create the technical basis of the domestic electronic warfare system requires the organization of their training, their acquisition of general professional and professional competencies.

KEYWORDS: *electronic warfare, training and training system, basic department, electronic systems and complexes, industrial practice, scientific research, professional competencies*

рых не имеют аналогов в мире. События последних лет наглядно продемонстрировали исключительную важность сил и средств радиоэлектронной борьбы в решении боевых задач в военных конфликтах. Отечественные средства радиоэлектронной борьбы подтвердили свою высокую эффективность в боевых условиях в Сирийской Арабской Республике и при проведении специальной военной операции на территории Украины.

Классифицируя систему радиоэлектронной борьбы как сложную физическую систему, следует отметить, что ее основу составляют две подсистемы: подсистема профессиональных кадров в области радиоэлектронной борьбы и подсистема технических средств радиоэлектронной борьбы.

Основными компонентами первой подсистемы являются специалисты по применению сил и средств радиоэлектронной борьбы и специалисты, разрабатывающие и создающие технические средства радиоэлектронной борьбы, а также способы их применения (конструкторы, научные сотрудники, разработчики, инженерно-технические специалисты, изготавливающие изделия радиоэлектронного подавления и защиты и др.).

ПОДГОТОВКА КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕХНИКИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ

Целенаправленная подготовка квалифицированных кадров для создания технической основы отечественной системы радиоэлектронной борьбы (разработка и изготовление техники РЭБ на предприятиях оборонно-промышленного комплекса России) осуществляется в ряде гражданских государственных высших учебных заведений. Это, прежде всего, Российский технологический университет (РТУ) МИРЭА (г. Москва), Балтийский государственный технический университет ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова (г. Санкт-Петербург), Рязанский государственный радиотехнический университет (г. Рязань), Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет) и Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова (Московская область, г. Королев).

Во всех вышеуказанных учебных заведениях подготовка специалистов в области разработки и изготовления техники радиоэлектронной борьбы, способов их применения осуществляется в рамках специалитета по направлению подготовки 11.05.01. «Радиоэлектронные системы и комплексы». Обучение организуется в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО), утвержденным приказом Минобрнауки РФ [4].

Руководствуясь данным ФГОС ВО, вузы предоставляют студентам возможность приобрести универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, овладеть профессией «специалист по радиоэлектронной борьбе».

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ НА КАФЕДРЕ

Овладение профессиональными компетенциями при обучении в РТУ МИРЭА по сравнению с другими вышеперечисленными вузами имеет специфику. Она заключается в том, что РТУ МИРЭА сегодня – это бо-

лее 50 базовых кафедр при научно-исследовательских институтах РАН, конструкторских бюро и высокотехнологичных предприятиях Московского региона. В РТУ МИРЭА реализуется уникальная система обучения «вуз – базовая кафедра – базовое предприятие», которая обеспечивает высокую эффективность учебного процесса и гарантирует быструю адаптацию выпускников к реальным условиям современного производства [5].

Одной из таких базовых кафедр РТУ МИРЭА, специализирующейся в области подготовки специалистов по радиоэлектронной борьбе, является «базовая кафедра № 333 им. профессора Б.С. Лобанова – систем радиоэлектронной борьбы».

Данная кафедра действует при предприятии-партнере РТУ МИРЭА – Акционерном обществе «Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А.И. Берга» (далее – Общество, Институт). Общество является ведущим предприятием по разработке средств радиоэлектронной борьбы и конкурентоспособной наукоемкой гражданской продукции. За годы своего существования более тысячи его работников были награждены орденами и медалями, в стенах Общества трудилось более 300 докторов и кандидатов наук, шесть академиков и два член-корреспондента РАН РФ (ранее АН СССР).

Общество входит в состав АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», одного из крупнейших интегрированных объединений российского оборонно-промышленного комплекса, в составе которого свыше 60 НИИ, конструкторских бюро, промышленных предприятий и сервисных центров.

Профессорско-преподавательский состав базовой кафедры систем радиоэлектронной борьбы ИРИРТУ МИРЭА (далее – базовая кафедра № 333) состоит из высококвалифицированных работников Общества, обладающих практическим опытом в области радиоэлектронной борьбы и имеющих большой научно-педагогический опыт, ученые степени и звания.

Вышеприведенные факты определяют специфику организации обучения студентов на базовой кафедре и обеспечивают целенаправленную выработку у них профессионально значимых компетенций в области радиоэлектронной борьбы.

Фундаментальность подготовки студентов обеспечивается тем, что они проходят базовое обучение в признанном в России и широко известном в мире Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования МИРЭА – Российском технологическом университете (РТУ МИРЭА), где чтут и преумножают классические университетские традиции и используют современные образовательные технологии.

РТУ МИРЭА сегодня является одним из лидеров в области подготовки высококвалифицированных

специалистов для быстро развивающихся наукоемких отраслей науки и техники: телекоммуникаций, информационных и компьютерных технологий, автоматики, кибернетики, радиотехники и электроники, химии и биотехнологий.

Базовая кафедра действует в составе Института радиоэлектроники и информатики – подразделения РТУ МИРЭА, широко известного своей фундаментальной физико-математической подготовкой в сочетании с производственным обучением на предприятиях Москвы и Московской области.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ БАЗОВОЙ КАФЕДРЫ № 333 ИМ. ПРОФЕССОРА Б.С. ЛОБАНОВА

Выдающийся русский философ и публицист П.Я. Чаадаев, который длительное время проживал и закончил жизнь в одном из зданий, находящихся на территории Общества, говорил: «Протекшее определяет будущее: таков закон жизни. Отказаться от своего прошлого – значит лишиться себя будущего».

В год 45-летия образования кафедры рассмотрим историю ее возникновения и становления, тесно увязанную с развитием РТУ МИРЭА и Общества, а также современное состояние и перспективы совершенствования учебного процесса на ней.

Во исполнение решения Комиссии Президиума Совета Министров СССР по военно-промышленным вопросам от 3 февраля 1978 г. № 29 в соответствии с приказом № 51 от 9 февраля 1978 г. Министра радиопромышленности СССР «О базовых организациях Московского института радиотехники, электроники и автоматики Минвуза РСФСР» в целях повышения качества подготовки молодых специалистов в Московском институте радиотехники, электроники и автоматики Минвуза РСФСР путем привлечения научных сил и специалистов промышленности и использования опытно-производственной базы в Центральном научно-исследовательском радиотехническом институте (в 2004 г. было присвоено имя академика Алексея Ивановича Берга) была открыта базовая кафедра. Директору Центрального научно-исследовательского радиотехнического института Ю.Н. Мажорову было приказано оказать содействие Московскому институту радиотехники, электроники и автоматики Минвуза РСФСР в комплектовании высококвалифицированными специалистами создаваемой кафедры.

Перед кафедрой была поставлена задача подготовки дипломированных специалистов по радиолокации и противорадиолокации для подразделений Института, занимающихся разработкой и производством образцов техники по профилю их деятельности.

Необходимо отметить, что термин «радиоэлектронная борьба РЭБ» в отечественном профессиональном научном и образовательном лексиконе начал вводиться только с 1969 г., и на протяжении более

А.А. КРАВЦОВ, А.В. РУСАЛЕЕВ
К 45-ЛЕТИЮ ОБРАЗОВАНИЯ БАЗОВОЙ КАФЕДРЫ № 333
ИМ. ПРОФЕССОРА Б.С. ЛОБАНОВА –
СИСТЕМ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ ИНСТИТУТА
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ИНФОРМАТИКИ РТУ МИРЭА
ПРИ АО «ЦНИРТИ ИМ. АКАДЕМИКА А.И. БЕРГА»

10 лет еще широко использовался синонимический термин «противорадиолокация» [1].

У истоков создания кафедры стояли ученые и руководители научно-технических подразделений Института: профессора Ю.Н. Ерофеев и И.А. Легкий, доценты С.Н. Филиппов и К.И. Фомичев. Первым заведующим кафедрой стал лауреат Ленинской и двух Государственных премий директор Центрального научно-исследовательского радиотехнического института, к.т.н., профессор Ю.Н. Мажоров (руководил до 1985 г.) [2].

В дальнейшем кафедру возглавлял лауреат Государственных премий СССР, Совета министров СССР директор ЦНИРТИ А.Н. Шулунов (1987–2004 гг.).

С 2005 г. базовой кафедрой руководил генеральный директор Института, д.т.н., профессор Б.С. Лобанов, чье имя после его безвременной кончины (в 2015 г.) за большие заслуги по подготовке высококвалифицированных профессиональных кадров и было присвоено кафедре. С 2017 г. по 2022 г. кафедрой руководил генеральный директор Акционерного общества «ЦНИРТИ имени академика А.И. Берга» действительный член РАЕН и Академии военных наук, д.т.н., проф. Г.И. Андреев.

Базовая кафедра первоначально входила в состав образованного в 1971 г. факультета радиотехнических систем и устройств (РТС и У) МИРЭА. В 1998 г. факультет РТС и У переименован в факультет радиотехнических систем (РТС). В 2010 г., в связи с расширением спектра направлений подготовки и присоединением вечернего радиотехнического факультета, факультет получил новое название – факультет радиотехнических и телекоммуникационных систем (с сохранением прежней аббревиатуры – РТС). В 2014 г. факультет РТС преобразуется в Институт радиотехнических и телекоммуникационных систем (ИРТС), а МИРЭА в 2015 г. переименовывается в «Московский технологический университет».

В 2018 г. «Московский технологический университет» приобретает современное название «Российский технологический университет – МИРЭА», а ИРТС с 2021 г. называется Институтом радиоэлектроники и информатики.

В настоящее время кафедра участвует в обучении студентов в рамках специалитета по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» (кафедра является выпускающей), а также в рамках бакалавриата (11.03.01) и магистратуры (11.04.01) по направлениям подготовки «Радиотехника».

Среди студентов базовой кафедры успешно обучаются студенты, поступившие по квоте целевого приема за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета в интересах Общества. Поступление на целевое обучение в РТУ МИРЭА осуществляется на основании договора, заключенного с Институтом. Существенной частью договора является оказание

мер социальной поддержки обучающемуся, выплаты надбавок к стипендии, гарантированное трудоустройство в соответствии с полученной квалификацией и обязательства по осуществлению трудовой деятельности – отработать в Обществе не менее трех лет.

Отдельно стоит отметить, что студенты старших курсов базовой кафедры, в том числе целевого набора, имеют возможность устроиться на работу и совмещать ее с учебой, при этом получить практический опыт и знания.

В Обществе учреждены три именные стипендии:

- им. академика А.И. Берга – первый руководитель Института, академик АН СССР;
- им. П.С. Плешакова – директор Института в 1958–1964 гг., впоследствии министр радиопромышленности СССР;
- им. Б.С. Лобанова – генеральный директор ФГУП «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга» с 2005 по 2015 гг., д.т.н., профессор, возглавлял кафедру.

Присуждение именных стипендий является большим стимулом к успехам в учебе и занятию научной деятельностью для студентов, проходящих обучение на базовой кафедре.

В период с 2016 г. по 2022 г. девять студентов базовой кафедры стали стипендиатами именных стипендий. Всего, начиная с 2010 г., именные стипендии присуждены 16 студентам (троим из них дважды). Специализация студентов на базовой кафедре осуществляется по одному из профилей: «Радиоэлектронные комплексы локации, навигации и связи» и «Радиоэлектронные системы космических комплексов». В ходе изучения дисциплин по вышеуказанным профилям студенты получают теоретическую и практическую подготовку либо в сфере обнаружения различных объектов, решения навигационных задач и задач управления техническими объектами, либо – в передаче, приеме и обработке информации, получении информации об окружающей среде, природных и технических объектах.

Будущие специалисты по радиоэлектронной борьбе занимаются вопросами проектирования, моделирования, разработки и обеспечения функционирования радиоэлектронных устройств, прежде всего систем и комплексов радиоэлектронной борьбы. Освоение профессии студентами проходит как в процессе изучения теоретических основ систем и комплексов радиоэлектронной борьбы, написания под научным руководством преподавателей базовой кафедры выпускной квалификационной работы в сфере радиоэлектронной борьбы, так и путем приобретения профессиональных компетенций в период прохождения производственной практики в Обществе под руководством наиболее опытных работников подразделений Института.

Большинство студентов РТУ МИРЭА, пройдя обучение в специалитете на базовой кафедре и получив компетенции в профессиональной сфере «спе-

циалист по радиоэлектронной борьбе», изъявляют желание работать в Обществе.

В ходе производственной практики и приобретения опыта работы в режиме неполного рабочего дня, выпускники быстро адаптируются и включаются практически сразу же после окончания учебы в повседневную производственную деятельность Общества.

Студенты, обучающиеся в бакалавриате и магистратуре по направлению подготовки «Радиотехника», в Обществе проходят только ознакомительную практику. Однако, как свидетельствует статистика последнего десятилетия, получив дипломы бакалавра или магистра по указанному направлению подготовки, значительное число выпускников выбирают также в качестве места работы Общество и далее специализируются в области разработки и создания техники радиоэлектронной борьбы.

За время существования кафедра выпустила почти 200 специалистов. С 2015 г. на базовой кафедре стали обучаться студенты, поступившие по целевому приему в интересах АО «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга», это не менее 30% от численности группы. За последние 8 лет численность базовой кафедры составила более 70 студентов, 36 человек начали трудовую деятельность в Обществе (из них 15 человек студенты – целевики).

К настоящему времени большинство из выпускников кафедры «выросли по служебной лестнице» и занимают должности ведущих специалистов, начальников секторов и заместителей начальников отделов.

Профессорско-преподавательский состав кафедры, базируясь на существующих в Обществе научных школах, проводит исследования по различным перспективным научным направлениям в области радиоэлектронной борьбы. Среди наиболее актуальных направлений научных исследований, которыми занимается в последние годы профессорско-преподавательский состав кафедры, следует выделить:

- совершенствование теории программно-целевого планирования и управления развитием образцов космической, авиационной, наземной техники радиоэлектронной борьбы, в том числе: разработка теории и технологии процедур поддержки принятия решений в процессе формирования и реализации государственных программ и планов развития образцов техники радиоэлектронной борьбы;

- разработка теории и технологии управления развитием образцов техники радиоэлектронной борьбы на основе управления параметрами их жизненного цикла;

- совершенствование методологии подготовки научных кадров в области системного анализа, теории моделирования и поддержки принятия решений в задачах управления развитием образцов техники радиоэлектронной борьбы. Говоря о перспективах развития кафедры следует отметить, что в Обществе

в последние годы созданы благоприятные условия для того, чтобы выпускник РТУ МИРЭА мог стать специалистом высшей квалификации в области радиоэлектронной борьбы.

Кроме того, кафедра тесно взаимодействует с аспирантурой Института, которая с 2022 г. получила лицензию на осуществление образовательной деятельности по специальности «радиоэлектронная борьба». С 2020 г. на базе Общества действует специальный диссертационный совет по данной научной специальности с правом присуждения ученых степеней «кандидат технических наук» и «доктор технических наук». Ряд работников кафедры входят в состав диссертационного совета. Таким образом, преподаватели кафедры уже на ранних этапах обучения студентов могут целенаправленно их ориентировать на проведение диссертационного исследования в области радиоэлектронной борьбы по окончании вуза. Таким образом, для студентов, обучающихся на кафедре и выбравших в качестве места работы Общество, предоставляются уникальные возможности воспользоваться существующим «социальным лифтом» в научной карьере: «студент РТУ МИРЭА – выпускник базовой кафедры – работник Общества – аспирант Общества – соискатель ученой степени в специальном диссертационном совете Общества кандидат технических наук в области радиоэлектронной борьбы».

В перспективных планах кафедры – организация постоянно действующих мини-конференций и научно-практических коллоквиумов со студентами ИРИ РТУ МИРЭА, проходящими ознакомительную и производственную практики в Обществе, с привлечением известных ученых Акционерного общества «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» (в Концерне ученую степень кандидата наук имеют почти 1100 работников, доктора наук – около 200) [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрение подготовки квалифицированных специалистов по радиоэлектронной борьбе на кафедре на фоне истории создания и развития кафедры показывает фундаментальность и уникальность организации данной подготовки. Профессионализм и востребованность выпускников кафедры свидетельствует о качестве работы профессорско-преподавательского состава РТУ МИРЭА и внимании руководства Общества к вопросу обеспечения государства высококвалифицированными подготовленными кадрами.

Базовая кафедра № 333 имени профессора Б.С. Лобанова – систем радиоэлектронной борьбы Института радиоэлектроники и информатики РТУ МИРЭА, встречая свое 45-летие, живет, развивается и устремлена к будущим успехам в деле подготовки для российского оборонно-промышленного комплекса высококлассных специалистов в области разработки и создания техники радиоэлектронной борьбы, способов ее применения.

А.А. КРАВЦОВ, А.В. РУСАЛЕЕВ
К 45-ЛЕТИЮ ОБРАЗОВАНИЯ БАЗОВОЙ КАФЕДРЫ № 333
ИМ. ПРОФЕССОРА Б.С. ЛОБАНОВА –
СИСТЕМ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ ИНСТИТУТА
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ИНФОРМАТИКИ РТУ МИРЭА
ПРИ АО «ЦНИРТИ ИМ. АКАДЕМИКА А.И. БЕРГА»

ЛИТЕРАТУРА

1. **АНДРЕЕВ Г.И.** Создание в «108-м Институте» (ныне АО «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга») наземных средств радиотехнического наблюдения, РЭБ и разведывательно-ударных комплексов // Вестник РАЕН. 2018. Т. 18. №3. С. 3–6.
2. **АНДРЕЕВ Г.И., ЗАМАРИН М.Е., СОЛДАТОВ В.П.** Научные школы АО «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга» фундамент для создания и развития технической основы средств радиоэлектронной борьбы и радиоэлектронного мониторинга // Радиотехника. М. 2020. Т. 84. №1(2). С. 85–91.
3. **КРАВЦОВ А.А.** Научные школы – фундамент развития науки в Концерне ВКО «Алмаз-Антей» // Вестник РАЕН. 2018. Т. 18. №3. С. 7–9.
4. Приказ Минобрнауки РФ от 9 февраля 2018 г. № 94 «Об утверждении государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 11.05.01. Радиоэлектронные системы и комплексы».
5. Российский технологический университет – МИРЭА [Электронный ресурс] URL: <https://www.mirea.ru/> (дата обращения 10.11.2022).

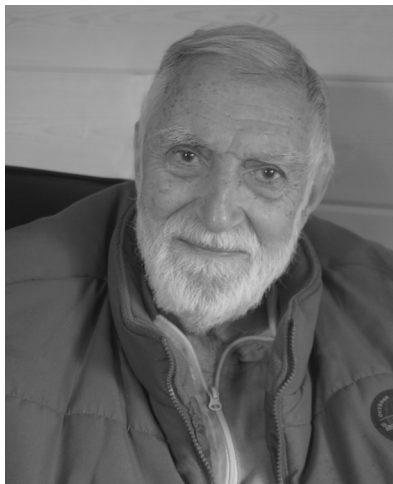
REFERENCES

1. **ANDREEV G.I.** Creation of ground-based means of radio-technical surveillance, electronic warfare and reconnaissance and strike complexes at the 108th Institute (now JSC TSNIRTI named after Academician A.I. Berg). *Vestnik RAEN*. 2018;(3);3–6. (In Russian).
2. **ANDREEV G.I., ZAMARIN M.E., SOLDATOV V.P.** Scientific schools of JSC "TSNIRTI named after Academician A.I. Berg" foundation for the creation and development of the technical basis of electronic warfare and electronic monitoring. *Radiotekhnika*. Moscow, 2020(2);85–91. (In Russian).
3. **KRAVCOV A.A.** Scientific schools are the foundation for development of science in "air and space defence corporation "almaz-antey". *Vestnik RAEN*. 2018(3);7–9. (In Russian).
4. Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated February 9, 2018 N 94 "On approval of the state educational standard of higher education – specialty in the specialty 11.05.01. Radio-electronic systems and complexes". (In Russian).
5. MIREA – Russian Technological University [Electronic resource] URL: <https://www.mirea.ru/> (date of application 10.11.2022). (In Russian).

Кравцов Андрей Андреевич, к.т.н., профессор РТУ МИРЭА, зав. базовой кафедрой № 333 им. проф. Б.С. Лобанова – систем радиоэлектронной борьбы
☎ тел.: + 7 (985) 051-20-38, e-mail: ak20786@yandex.ru

Русалеев Алексей Валерьевич, к.психол.н., старший преподаватель базовой кафедры № 333 им. проф. Б.С. Лобанова – систем радиоэлектронной борьбы, РТУ МИРЭА
☎ 119454 г. Москва, пр-т Вернадского, д. 78,
119454 Moscow, Vernadsky Ave., 78
тел.: + 7 (926) 812-18-40, e-mail: rusaleev@cnirti.ru

ВИКТОРУ ЖАНОВИЧУ АРЕНСУ 90 ЛЕТ



14 августа 2023 г. Виктору Жановичу Аренсу д.т.н., профессору, Почетному вице-президенту РАЕН, ученому с мировым именем в области горных наук исполнилось 90 лет.

Виктор Жанович родился в семье российских интеллигентов в Свердловске. Учился в 170 московской школе и Московском горном институте, окончив который работал на шахте «Польсаевская Северная» в Кузбассе, пройдя путь от горного мастера до и.о. главного инженера шахты, где курировал, кроме производственного направления, научные и опытно-промышленные работы. Учился в аспирантуре Института горного дела имени А.А. Скочинского. После защиты кандидатской диссертации В.Ж. Аренс перешел на работу в Государственный научно-исследовательский институт горнохимического сырья, где создал лабораторию, которая явилась научным центром, развивавшим принципиально новый подход в разработке месторождений твердых полезных ископаемых, названный впоследствии «физико-химической геотехнологией».

На основании исследований проф. Аренса выявлены основные закономерности и способы перевода твердых полезных ископаемых в подвижное состояние и установлены факторы, применимость новых методов. По работам лаборатории

созданы новые промышленные предприятия в горной отрасли: на Яворовском и Гаурдакском месторождениях – по подземной выплавке серы, на Кингисеппском месторождении – по скважинной гидродобыче фосфатных руд. В рамках научного направления проводятся исследования и разработки в области физико-химических методов добычи полезных ископаемых через скважины. Профессор Аренс автор многих учебников и научно-методических пособий.

С середины 60 годов Виктор Жанович работал по совместительству в Московском горном и Московском геологоразведочном институте. Глубокие научные знания, большой практический опыт, незаурядные организаторские способности В.Ж. Аренса сделали возможным разработку новых технологий и создание на их базе новых промышленных предприятий в горной отрасли. В настоящее время на основе созданного научного направления по геотехнологии активно проводятся экспериментальные и теоретические исследования в области физико-химической геотехнологии, которая является удивительно ярким примером прогресса на стыке наук.

В.Ж. Аренс был одним из инициаторов и организаторов создания РАЕН. С 1992 по 2012 гг. председатель Горно-металлургической секции, одной из самых крупных в Академии. С 1992 по 2019 гг. – Вице-президент РАЕН, с 2019 г. Почетный вице-президент Российской академии естественных наук.

В.Ж. Аренс автор более 100 патентов на изобретения на технические решения в горном деле. Под его руководством подготовили и защитили кандидатские и докторские диссертации более 30 аспирантов и соискателей. Результаты научных изысканий отражены в более 500 научных публикациях, из них в 30 монографиях, нескольких десятках учебников и пособий,

научно-методических и учебных разработках для горных вузов страны.

В.Ж. Аренс за большие заслуги удостоен многих государственных и общественных наград и званий. Он – Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат Государственной премии Туркменской ССР, награжден Орденом Трудового Красного Знамени, Медалями «Шахтерская слава» (I, II и III степени), Золотыми медалями ВДНХ, Серебряной медалью Кузбасса, государственными наградами зарубежных стран (Китайская народная республика, Польская народная республика, Приднестровская Молдавская республика), орденами РАЕН, ему присвоено звание «Почетный профессор Московского государственного горного университета».

И сегодня Виктор Жанович в постоянной активной работе. Недавно вышла в свет его книга «Размышления горного инженера о прошлом и будущем», где он еще раз показал себя разносторонним ученым и мудрым человеком. В книге на основе личного многолетнего опыта представлен анализ прошлого, настоящего и возможного развития нашей страны. Материал изложен красивым и доступным языком, непрерывно чувствуется забота и переживания о судьбе нашей страны и народа. Книга, бесспорно, послужит хорошим и полезным напутствием современникам и, особенно, молодому поколению, вступающему на непростой жизненный путь.

Президиум РАЕН от души поздравляет Виктора Жановича, с знаменательным юбилеем! Желает крепкого здоровья, присущей бодрости духа и оптимизма, много новой и увлекательной работы, радости человеческого общения, счастья и благополучия, пусть всегда Вас окружают искренние и доброжелательные люди, соратники и единомышленники.

АЛЕКСАНДРУ ЛЬВОВИЧУ ЛЕВЧУКУ 65 ЛЕТ



Александр Львович Левчук родился 04.08.1958 г. в Ленинграде в семье врачей. После окончания школы в 1975 г. поступил в Военно-медицинскую академию им. С.М. Кирова. В 1981 г. окончил факультет подготовки врачей для военно-морского флота ВМА им. С.М. Кирова. В течение 7 лет проходил службу на различных хирургических должностях в Главном госпитале Тихоокеанского флота в отделении неотложной хирургии. В этот период принимал участие в учениях и боевой службе на кораблях и подводных лодках в Индийском и Тихом океанах.

В 1982 г. был в служебной командировке в г. Камрань (ВНР), работал в военном госпитале военно-морской базы. В 1984 г. осуществлял хирургическое лечение раненых, поступающих из Афганистана в г. Термез (Узбекистан). В 1990 г. принимал участие в составе группы врачей-специалистов ВМА им. С.М. Кирова, которая обследовала местное население в г. Могилев (Беларусь), изучая последствия взрыва на Чернобыльской АЭС.

В 1991 г. окончил факультет руководящего состава по циклу «Хирургия» ВМА им. С.М. Кирова и был назначен в 32 ЦВМКГ, где последовательно занимал должности старшего ординатора, начальника отделения неотложной хирургии, ведущего хирурга. В 1994 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Селективное внутриартериальное введение антибиотиков в комплексном лечении разлитого перитонита».

В 1995–2000 гг. участвовал в боевых действиях во время локальных вооруженных конфликтов в Чеченской Республике в должности начальника хирургического отделения 532 Медицинского отряда специального назначения. В этот период времени профессиональные интересы профессора А.Л. Левчука сосредоточены на сложных направлениях военно-полевой хирургии по оказанию помощи раненым с огнестрельными и минно-взрывными ранениями органов брюшной полости, грудной клетки и конечностей.

В 2003 г. А.Л. Левчук назначен главным хирургом ВМФ РФ. В 2004 г. он продолжил свою практическую и научную работу в Национальном медико-хирургическом Центре им. Н.И. Пирогова в должности заведующего отделением абдоминальной хирургии и онкологии. Активно оперирует на органах грудной клетки и брюшной полости, выполняет реконструктивные и пластические операции на пищеводе, желудке, кишечнике, печени, поджелудочной железе при онкологических и хирургических заболеваниях. В 2006 г. А.Л. Левчук защитил докторскую диссертацию «Огнестрельные торакоспинальные ранения (патогенез, диагностика, лечение)», в которой подробно разработал лечебно-диагностический алгоритм оказания хирургической и нейрохирургической помощи раненым. В 2020 г. А.Л. Левчук назначен советником дирекции ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России по хирургии. В этом же году работал в ковидном госпитале, развернутом на базе Пироговского Центра. В 2020 г. по распоряжению Минздрава РФ и руководства Пироговского Центра выезжал в командировки для организации работы ковидных госпиталей в г. Кызыл и г. Симферополь и Судак. В 2022 г. (февраль–март) был командирован по линии «Медицины катастроф» в г. Миллерово Ростовской области, где в ЦРБ в составе группы специалистов Пироговского Центра осуществлял лечение раненых, поступающих из районов боевых действий с территории Украины. В мае 2022 г. выезжал в г. Ка-

зань для оказания специализированной хирургической помощи при огнестрельных ранениях у детей после теракта в школе. В 2023 г. (январь–февраль) был направлен в Луганскую народную республику, где работал в госпитале Федерального центра «Медицины катастроф» по приему раненых и оказанию им хирургической помощи.

Профессор кафедры хирургии с курсом хирургической эндокринологии ИУВ Пироговского Центра, Александр Львович на высоком профессиональном уровне читает лекции и проводит практические занятия в ординатуре, аспирантуре и с врачами-хирургами, прибывшими в ИУВ для повышения квалификации, щедро делаясь с ними богатейшим практическим опытом. Научные исследования и преподавательскую работу проф. А.Л. Левчук ведет в онкохирургии, военно-полевой, неотложной, торакальной и абдоминальной хирургии. Он автор и соавтор более 400 научных работ, в т.ч. 11 монографий (двух учебников «Военно-морская хирургия», 2003 г., «Частная хирургия», 2017 г.). Регулярно принимает участие в работе Международных научных конгрессах с докладами.

Под руководством профессора А.Л. Левчука защищено 9 кандидатских диссертаций. А.Л. Левчук является членом редколлегии журналов «Медицинский вестник МВД», «Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова». Награжден 4 орденами и 19 медалями, в т.ч. «За боевые заслуги», кавалер государственного ордена Н.И. Пирогова, награжден международной медалью Теодора Бильрота.

Руководство НМХЦ им. Н.И. Пирогова, ректорат и коллектив ИУВ, ред. коллегия журнала сердечно поздравляют Александра Львовича с юбилеем и искренне желают ему крепкого здоровья, творческого долголетия, дальнейших успехов в многогранной деятельности врача-хирурга, наставника молодых специалистов во благо процветания отечественной науки, образования и медицины.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ШАХВЕРДИЕВ АЗИЗАГА ХАНБАБА ОГЛЫ — д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений» Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе, вице-президент РАЕН

ГЛАЗКО ВАЛЕРИЙ ИВАНОВИЧ — д.с.-х.н., профессор, иностранный член РАН, зав. Центром нанобиотехнологии Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, заместитель главного редактора журнала «Вестник РАЕН»

РОСТАНЕЦ ВИКТОР ГРИГОРЬЕВИЧ — д.э.н., профессор, зам. директора АО «Институт региональных экономических исследований»

ПОРОТНИКОВА МИЛЕНА ВСЕВОЛОДОВНА — ответственный секретарь журнала «Вестник РАЕН»

АЛЕКСЕЕВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ — д.г.-м.н., профессор кафедры палеонтологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, зав. лабораторией протистологии ПИН им. А.А. Борисяка РАН, главный редактор журнала «Вестник» РАЕН, Почетный работник сферы образования Российской Федерации

АЛЕКСЕЕВ ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ — д.и.н., профессор Университета управления правительства Москвы, почетный работник высшего профессионального образования

АНТОНОВ АНТОН ВАЛЕРЬЕВИЧ — д.э.н., профессор, начальник планово-экономического управления РАЕН

АРЕНС ВИКТОР ЖАНОВИЧ — д.т.н., профессор, почетный профессор НИТУ «МИСиС», член ученого совета ФГБОУ ВО «РГГУ им. Серго Орджоникидзе» (МГРИ), Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, Лауреат Государственной премии ТССР, почетный вице-президент РАЕН

БАТАЕР РОСС РАСТИ — профессор, вице-президент Университета Долины штата Юта (США), директор Института Юта-Россия (США)

БОБРОВ АНДРЕЙ ВИКТОРОВИЧ — д.г.-м.н., доцент, профессор кафедры геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

БУРАК ПЕТР ИОСИФОВИЧ — д.э.н., профессор, директор Института региональных экономических исследований, ИО президента РАЕН

ВОЛКОВ ЮРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ — д.филос.н., профессор, зав. кафедрой социологии, политологии и права, директор Института по переподготовке и повышению квалификации Южного федерального университета, Заслуженный деятель науки РФ

ЕПИФАНЦЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ — д.соц.н., действительный государственный советник II класса, профессор Южного федерального университета

ЖАДАНОВ МИХАИЛ СЕМЕНОВИЧ — д.ф.-м.н., профессор, г.н.с. лаборатории электромагнитных методов геофизических исследований Института геоэлектродинамических исследований Объединенного института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, профессор университета Солт-Лейк-Сити (США)

ЗОЛОТАРЕВ ВЛАДИМИР АНТОНОВИЧ — д.ю.н., д.и.н., профессор, действительный государственный советник РФ I класса, вице-президент РАЕН

ИВАНЦЫКА ЛИДА ВЛАДИМИРОВНА — к.т.н., Первый вице-президент – Главный ученый секретарь РАЕН

КАЗАРЯН СУРИК БАХШИЕВИЧ — д.ю.н., Судья третьего ранга Квалификационного класса Республики Армения, Гос. Советник юстиции, президент Высшего арбитражного консультативного совета ЗА, президент Американского научного центра РАЕН

МОЖАЕВ ЕВГЕНИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ — д.э.н., профессор, научный руководитель Национального научно-исследовательского института ресурсосбережения и энергоэффективности, Почетный работник науки и техники РФ

ПАНИН АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ — д.вет.н., профессор, академик Всероссийского государственного университета качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов

ПИСЬМЕНСКИЙ ГЕННАДИЙ ИВАНОВИЧ — д.воен.н., д.и.н., профессор, ректор АНО ДПО «Университет Евразийского экономического сообщества»

САВЕЛЬЕВ ВИКТОР НИКОЛАЕВИЧ — д.филос.н., профессор кафедры правового обеспечения экономической деятельности ФГБУ ВО Российского государственного университета правосудия; директор департамента науки и экспертной оценки Совета по реализации стратегии пространственного развития страны, вице-президент РАЕН

ТАГАНОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ — д.м.н., профессор, член союза журналистов России и международного союза журналистов

УТЯМЫШЕВ ИЛЬДАР РУСТАМОВИЧ — д.т.н., ученый секретарь отделения «Научные основы регулирования естественных монополий», вице-президент РАЕН

ХАЧАТРИАН КАРЕН ГЕВОРГОВИЧ — к.т.н., д-р горного дела, специалист по географическим системам управления (GIS) департамента государственных работ графства ЛосАнджелес (США), член Союза писателей Армении, вице-президент и ученый секретарь Американского научного центра РАЕН, гл. редактор журнала «Знаток»

ЧЕНЬ ЦЗЯНЬПИН — д.т.н., профессор, директор научно-исследовательского центра «Земли, ресурсов и высоких технологий» Китайского геологического университета (г. Пекин), начальник головной лаборатории и профессионального комитета математической геологии и геоинформации Китайского геологического общества. Лауреат пяти премий научно-технологического прогресса министерства геологии и минеральных ресурсов (Китай)

ЧЖАО ПЕНДА — д.т.н., профессор Китайского геологического университета (г. Пекин), действительный член Китайской академии наук, председатель международного комитета по геологическим данным от азиатского региона (Китай)

ШЕВЧЕНКО ЮРИЙ ЛЕОНИДОВИЧ — д.м.н., профессор, академик РАН, Заслуженный врач РФ, Заслуженный деятель науки РФ, президент Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова

ШОГЕНОВ БЕТАЛ АМИНОВИЧ — д.э.н., профессор кафедры Экономики Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета, заслуженный деятель науки КБР

ЯКУШИНА ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА — д.т.н., университет «Дубна», Ученый секретарь НСОММИ Федерального научно-методического центра «ВИМС»

ЯННАКОПУЛОС ПАНАЙОТИС — профессор кафедры компьютерных систем, член управляющего совета Пирейского университета прикладных наук, Вице-президент Европейских программ ПУПИ, член совета Национального греческого информационного центра (Греция)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Гейхман Исаак Львович — д.т.н., профессор, Вице-президент РАЕН, президент Ассоциации строительных компаний «Росзарубежстрой», Заслуженный деятель науки РФ

Кервалишвили Паата Джамлетович — д.ф.-м.н., профессор Института прикладной физики Грузинского технического университета, президент Грузинской АЕН

Мелуа Аркадий Иванович — д.филос.н., профессор, генеральный директор научного издательства «Гуманистика»

Новиков Василий Семенович — д.м.н., профессор, Лауреат Государственной премии РФ, Заслуженный деятель науки РФ, вице-президент РАЕН

Петросян Валерий Самсонович — д.х.н., профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ, автор научного открытия, зав. лаб. физической органической химии химического ф-та Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, эксперт ООН по химической безопасности

Рахманин Юрий Анатольевич — д.м.н., профессор, академик РАН, главный научный консультант (сотрудник) ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России, вице-президент РАЕН

Степашин Сергей Вадимович — д.ю.н., профессор, государственный советник юстиции РФ, председатель наблюдательного совета государственной корпорации «Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства»

Тыминский Владимир Георгиевич — к.г.-м.н., профессор, президент Европейской академии естественных наук (ФРГ, Ганновер), почетный Главный ученый секретарь РАЕН

правила для авторов

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. Издание «Вестника РАЕН» имеет своей целью регулярно знакомить российскую научную общественность с наиболее важными научными и научно-практическими достижениями членов РАЕН, с новыми разработками и новыми концепциями в различных областях знаний, с текущими событиями в секциях и отделениях РАЕН как в России, так и за рубежом. Представляемые в редакцию материалы должны отличаться четкой и ясной формой изложения, доступной для широкого круга специалистов различных отраслей науки. На страницах журнала публикуются также краткие научные сообщения, дискуссии, письма читателей, персоналии, а также информационные и рекламные объявления.

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ. В статье указывается название на русском и английском языках, имя, отчество и фамилия автора (авторов), его (их) ученая степень, ученое звание, место работы на русском и английском языках, должность. Статья должна содержать почтовый индекс, адрес работы на русском и английском языках, адрес электронной почты и телефон автора (соавтора). Отдельно указывается автор, с которым редакция сможет вести переписку.

К статье прилагается резюме на русском и английском языках объемом не более 8–10 строк, ключевые слова на русском и английском языках, УДК, тип статьи (научная статья, обзорная статья, редакционная статья, дискуссионная статья, персоналии, рецензия на книгу, рецензия на статью и т.п.) Текст статьи 12 пунктов объемом не более 15 страниц через 1,5 интервала в формате MS WORD.

ИЛЛЮСТРАЦИИ. Иллюстрации (графики, схемы, диаграммы, рисунки, фотографии) в виде отдельных файлов с указанием позиции для размещения в тексте. Растровые изображения в формате TIFF с разрешением 350 dpi. Векторные изображения в формате EPS. При необходимости в журнале могут быть опубликованы цветные иллюстрации при условии оплаты автором.

ФОРМУЛЫ. Количество формул в статье не должно превышать 10.

Список источников нумеруется и составляется в алфавитном порядке. В тексте статьи дается в квадратных скобках ссылка на порядковый номер упомянутой работы, которая в списке приводится в следующем виде: фамилия и инициалы автора (авторов), полное название работы, сокращенное название журнала, год, том, номер, интервал страниц. Ссылки на монографии (книги) включают полное название книги, фамилию и инициалы автора (авторов), город, издательство, год, полное количество страниц.

Дополнительно приводится перечень затекстовых библиографических ссылок на латинице (“References”). Нумерация записей в дополнительном перечне затекстовых библиографических ссылок должна совпадать с нумерацией записей в основном перечне затекстовых библиографических ссылок.

Редакция оставляет за собой право сокращать и редактировать материалы статьи.

Утверждено на совместном заседании редакционной коллегии и редакционного совета
7 февраля 2002 г.

Журнал входит в перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук по следующим группам специальностей:

- ♦ 1.6.9. Геофизика (технические науки),
- ♦ 1.6.10. Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения (технические науки),
- ♦ 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин (технические науки),
- ♦ 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (технические науки),

- ♦ 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ (технические науки),
- ♦ 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (технические науки),
- ♦ 2.8.3. Горнопромышленная и нефтегазопромышленная геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр (технические науки),
- ♦ 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки),
- ♦ 5.2.6. Менеджмент (экономические науки),
- ♦ 5.2.7. Государственное и муниципальное управление (экономические науки).

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРЕМИЯ 2023



Международная экологическая премия «ЭкоМир» является общественной наградой за выдающиеся достижения в охране окружающей среды и обеспечении экологической безопасности, а также в иной экологической деятельности, направленной на устойчивое развитие в XXI веке.

Проведение конкурса направлено на содействие развитию экологической политики, повышению уровня экологического образования и экологической культуры населения, развитию экологической науки, распространению экологически чистых технологий, улучшению здоровья населения и сохранению биоразнообразия.

Отбор участников конкурса осуществляется на основе поданных заявок и документов, подтверждающих реализацию представленных проектов, программ, акций.

Номинации конкурса, условия и требования к представлению заявок содержатся в Положении о Международной экологической премии «ЭкоМир», которое размещено на сайте www.raen.info.

Срок направления заявок на конкурс до 10 ноября 2023 г.



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
УЧЕРЕДИТЕЛЬ КОНКУРСА



ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ КОНКУРСА

В качестве соискателей Премии могут выступать российские и зарубежные предприятия и организации, авторские коллективы, представители органов власти, общественные деятели и лица, непосредственно инициировавшие и реализовавшие проекты, программы и акции, направленные на сохранение окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

ДОПОЛНИТЕЛЬНУЮ ИНФОРМАЦИЮ О КОНКУРСЕ МОЖНО ПОЛУЧИТЬ В ОРГКОМИТЕТЕ:

E-mail: prezidiumraen@yandex.ru, **тел.:** +7 (495) 954-26-11

Тел.: +7 (915) 498-29-45 Иваницкая Л.В. – председатель Оргкомитета Конкурса МЭП «ЭкоМир-2023»

Тел.: +7 (916) 536-30-60 Антонов А.В. – зам. председателя Оргкомитета Конкурса МЭП «ЭкоМир-2023»

Тел.: +7 (925) 530-21-09 Шахвердиев Э.А. – зам. председателя Оргкомитета Конкурса МЭП «ЭкоМир-2023»

ПОЛОЖЕНИЕ О МЕЖДУНАРОДНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРЕМИИ «ЭкоМир-2023»

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРЕМИИ

Основная цель: формирование общественного сознания людей для понимания их роли в сохранении жизни на Земле.

Задачи: консолидация и активизация всех слоев общества в решении проблем охраны окружающей среды; развитие институтов гражданского общества, ориентированных на сохранение окружающей природной среды, как важнейшего фактора устойчивого развития.

НАГРАДЫ КОНКУРСА



Орден великого российского ученого и мыслителя Никиты Моисеева «За спасение жизни на земле»



Почетный знак РАЕН «За Заслуги»

НОМИНАЦИИ ПРЕМИИ

Международная экологическая премия

«ЭкоМир-2022» присуждается по 11 номинациям:

1. Экологическая политика и окружающая среда
2. Экология, защита прав граждан на благоприятную окружающую среду, сохранение природного, исторического и культурного наследия территорий
3. Экологическое образование, просвещение и культура
4. Эколога-патриотическая деятельность, восстановление природно-исторического наследия, создание туристско-экскурсионных программ и проектов
5. Молодёжные программы, проекты в области экологии и охраны окружающей природной среды (участники-молодые люди до 35 лет включительно)
6. Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии, переработка отходов производства и потребления
7. Экологически безопасные товары и продукты питания
8. Экология и здоровье человека
9. Сохранение биоразнообразия и природных ландшафтов
10. Экологически безопасные технологии и материалы в малоэтажном строительстве, деревянном домостроении
11. Ландшафтно-парковый дизайн, современные архитектурные решения и пейзажная живопись

Попечительский совет Международной экологической премии «ЭкоМир»-2023 ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПОПЕЧИТЕЛЬСКОГО СОВЕТА:

Николай Васильевич Арефьев – первый заместитель председателя Комитета по экономической политике Государственной Думы РФ (Российская Федерация)

ЧЛЕНЫ ПОПЕЧИТЕЛЬСКОГО СОВЕТА

Амирхан Магомедович Амирханов – Советник Руководителя Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, кандидат биологических наук (Российская Федерация)

Татьяна Анатольевна Гигель – член Комитета Совета Федерации по аграрнопродовольственной политике и природопользованию, (Российская Федерация)

Ибрагим Саидович Гулиев – вице-президент Национальной академии наук Азербайджана, доктор геолого-минералогических наук, профессор (Азербайджанская Республика)

Гуррагча Жугдэрдэмидийн – первый монгольский космонавт, Герой Монгольской Народной Республики и Герой Советского Союза (Монголия)

Николай Николаевич Дроздов – телеведущий и радиоведущий, биогеограф, доктор биологических наук, профессор географического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова (Российская Федерация)

Михаил Чоккаевич Залиханов – доктор географических наук, академик РАН, Герой Социалистического труда, экс-председатель Высшего экологического совета Федерального Собрания РФ (Российская Федерация)

Канат Жамилевич Садыхов – экс-ректор Кыргызского национального университета им. Ж. Баласагына, кандидат филологических наук, доцент. Министр образования и науки КР (2010–2014) (Республика Кыргызстан)

Валерий Иванович Токарев – лётчик-космонавт СССР, Герой России, глава закрытого административно-территориального образования Московской области Звездный городок (Российская Федерация)

Виктор Георгиевич Усов – исполнительный директор НП «ЮНЕПКОМ», советник вице-президента РАН, ученый секретарь Комитета РАН по Программе ООН по окружающей среде (Российская Федерация)