

УДК 658.567.1

DOI: 10.52531/1682-1696-2024-24-3-72-85

Научная статья

EDN: JVSWMQ

УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОПАСНОГО РОСТА ТЕМПЕРАТУРЫ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

В.А. МЫМРИНФЕДЕРАЛЬНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ, г. КУРИТИБА, ФЕДЕРАТИВНАЯ
РЕСПУБЛИКА БРАЗИЛИЯ

С целью оказания помощи предприятиям в решении их экологических проблем автор в течение более 60 лет разработал методы (составы и технологии) использования около 100 различных типов промышленных и муниципальных отходов (ПМО) в качестве сырья для производства новых экологически чистых материалов со свойствами бетонов без портланд-цемента, керамики, стеклокерамики, огнеупоров, штукатурки, термо- и звукоизоляторов, новых разновидностей топлива с повышенной теплотворной способностью, оснований автодорог, аэродромов, городских и промышленных свалок, ядер плотин и т.д. В результате полевых испытаний, проведенных в различных регионах, включая Сибирь и Север страны, разработанные составы и технологии создания оснований автодорог были включены в строительные нормы СН 25-74 [3] бывшего СССР и широко использованы в строительной практике. В настоящее время автором выполняются проекты для филиалов международных концернов РЕНО, ВОЛВО, БОШ, ОДЕБРЕХТ, ПЕТРОБРАЗ, САНЕПАР, КОСЕЛПА и других предприятий и муниципалитетов Бразилии по использованию их ПМО для производства новых преимущественно строительных материалов с высокой экономической и экологической эффективностью.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: промышленные и муниципальные отходы, утилизация, новые виды бетона и керамики, высокая экологическая и экономическая эффективность, снижение температуры атмосферы

ВВЕДЕНИЕ

По мнению самого знаменитого космолога Стивена Хокинга [4], главной угрозой человечеству на Земле является загрязнение окружающей среды, ведущее

Original article

RECYCLING INDUSTRIAL AND MUNICIPAL WASTE TO PREVENT DANGEROUS INCREASES IN THE EARTH'S ATMOSPHERIC TEMPERATURE

V.A. MYMRINFEDERAL TECHNOLOGICAL UNIVERSITY,
CURITIBA, FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL

In order to assist enterprises in solving their environmental problems, the author has spent over 60 years developing methods (compositions and technologies) for using about 100 different types of industrial and municipal waste (IMW) as raw materials for producing new environmentally friendly materials with the properties of concrete without Portland cement, ceramics, glass ceramics, refractories, plaster, heat and sound insulators, new types of fuel with increased calorific value, foundations for highways, airfields, urban and industrial landfills, dam cores, etc. As a result of field tests conducted in various regions, including Siberia and the North of the country, the developed compositions and technologies for creating foundations for highways were included in the building codes SN 25-74 [3] of the former USSR and are widely used in construction practice. Currently, the author is implementing projects for branches of international concerns RENAULT, VOLVO, BOSCH, ODEBRECHT, PETROBRAZ, SANEPAR, KOSELPA and other enterprises and municipalities of Brazil on the use of their PМО for the production of new, primarily building materials with high economic and environmental efficiency.

KEYWORDS: industrial and municipal waste, recycling, new types of concrete and ceramics, high environmental and economic efficiency, reduction of atmospheric temperature

к росту температуры ее атмосферы до уровня, превышающего возможности выживания людей. В 2016 г. он заявил, что за последние пять лет загрязнение атмосферы Земли увеличилось на 8%. Поэтому единственной возможностью предотвратить экологическую гибель нашей цивилизации является утилизация всех видов отходов, вызывающих загрязнение атмосферы и ускоренный рост ее температуры.

Опыт экспериментальных исследований автора в области утилизации более 100 промышленных и муниципальных отходов (ПМО) показывает, что, несмотря на высокое содержание во многих из них опасных тяжелых металлов, все они вследствие химических и термохимических реакций между компонентами разработанных смесей могут быть использованы для производства экологически чистых преимущественно строительных материалов, заменяя традиционные природные материалы с высокой экономической эффективностью.

ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. В очень сокращенном виде показать возможность очистки окружающей среды путем использования наиболее распространенных ПМО в качестве ценных сырьевых материалов для производства как экологически чистых видов керамики, так и бесцементных бетонов.
2. Помочь предприятиям в решении их экологических проблем путем утилизации различных типов ПМО, включая отходы с максимальным содержанием тяжелых металлов.
3. Исследовать термохимические и физико-химические процессы структурообразования новых экологически чистых материалов с высокими заранее заданными показателями механических и химических свойств, соответствующих требованиям национальных стандартов.
4. Разработать новые или адаптировать существующие технологии производства материалов на промышленном уровне.
5. Подготовить новое поколение исследователей и инженеров для продолжения работ в области утилизации ПМО на промышленном уровне с высокой экологической и экономической эффективностью.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ВИДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

В мировой научно-технической литературе имеется значительное количество работ по утилизации ПМО. Принципиальным отличием от них является стремление автора достичь максимального процентного содержания ПМО без природных компонентов или при минимальном их содержании в разработанных материалах с целью наискорейшей очистки окружающей среды.

Отходы черной и цветной металлургии являются одними из наиболее распространенных и опасных отходов мировой индустрии. К ним относятся все типы шлаков черной металлургии (доменных, мартеновских, конвертерных, электросталеплавильных и др.), пыли электрофильтров сталеплавильных производств и шлаков цветной металлургии (Ni, Al, Cu, Pb, Ni, Zn, Cr, V, и т.д.) и др. В начальных исследованиях автором были использованы золы горючих сланцев [1] и пять

типов шлаков черной металлургии [2] для укрепления природных грунтов с полной заменой двух традиционных слоев дорожных одежд и аэродрома (песка и каменных материалов) [1, 2]. В бывшем СССР разработанные составы и технологии их применения были использованы при строительстве многих объектов и включены во всесоюзные строительные нормы СН 25–74 [3].

Отходы машиностроения: отходы автомобилестроения (жидкие щелочные, пылевидные, пастообразные), формовочные пески и шлаки, шламы гальванических производств, соли нейтрализации аккумуляторных батарей, масляные и влажные отходы точильных процессов, диатомиты с высоким содержанием масел в смеси с гальваническими отходами, высокощелочные шламы и растворы анодизации алюминия, шлаки переплавки свинцовых автомобильных аккумуляторов и шламы производства компьютерных плат и др.

Отходы горнодобывающей промышленности: бокситовый красный шлам (КШ) с повышенным содержанием железа и алюминия. Обычно одну тонну алюминия производят из 6 тонн боксита, генерируя от 2 до 5 т СО с высокой щелочностью (рН = 13,5) и содержанием таких опасных элементов, как As (110 мг/кг), Hg – 1,2 мг./кг и Cr – 660 мг/кг. Накопления их привели к громким экологическим трагедиям в Венгрии (Айка, 2010 г.) и в Бразилии (2015 и 2019 гг.).

Были изучены вскрышные грунты различных месторождений, отходы горных пород с повышенным содержанием тяжелых металлов, хвосты флотации и шлак от плавки свинцовой руды, отходы переработки горных пород: гранита, мрамора, сланца, карбонатов, серпентинита и др., выветренные горные породы, шлам обогащения железной руды, хвосты добычи полезных ископаемых (золота, алмазов и др.), рудный травильный грунт, шламы очистки шахтных вод с повышенным содержанием солей и руд, отходы изготовления асбестовых материалов, хвосты добычи и переработки ярозита (в Испании), шлам анодирования алюминия, жидкие отходы алюминиевого производства (в Испании), отходы производства гипсовых изделий, отход фосфогипса при производстве фосфорных удобрений, мелкая фракция разработки угольных месторождений, пыль древесного угля, шламы углубления каналов морских портов.

Муниципальные отходы: шлам городских очистных станций в качестве топлива с повышенной теплотворной способностью, золы сжигания шлама городских очистных станций, золы сжигания шламов городских свалок, донные грунты шламохранилищ городских свалок с высоким содержанием тяжелых металлов, шламы опреснения морской воды, шлам городских станций водоочистки без предварительной сушки, без обжига и без цемента, шлам драгирования осадков портов, рек и водосемов без предварительной

сушки, золы и шлаки мусоросжигания, шламы фильтров промышленных и городских прачечных, отходы кожевенных производств.

Отходы строительства и сноса сооружений: отходы производства извести, отходы производства цемента, гидратированный отход использованного гипса, смеси отходов строительства и сноса сооружений без применения цемента, отходы производства и применения штукатурных материалов, отходы бетона, шлам и вода мойки бетоновозов, отходы стекла (обрезки, зачистки и полировки стекла, изоляторы и пр.), отходы производства фарфора (электроизоляторов, посуды и т.п.), отходы асбоцементных материалов.

Отходы целлюлозно-бумажной и картонной промышленности: шлам производства целлюлозы, зола и другие отходы производства бумаги, шлам производства красок декоративной бумаги, шлам реутилизации картона, шлам производства бумаги.

Отходы нефтехимии: отход переработки нефти, отход окраски автомобилей на автомобильных заводах, отработанная пыль чернил принтеров, жидкие высокощелочные отходы нефтехимических производств, использованные катализаторы нефтеперегонки с высоким содержанием тяжелых металлов, тяжелые масляные шламы нефтеперегонки, катализатор синтеза метанола, зола сжигания грунтов после аварийного разлива нефти, мелкие отходы добычи и переработки горючих сланцев, отходы горючих сланцев после экстракции нефтепродуктов,

Отходы энергетики: зола сжигания древесины, горючего сланца, угля и др., отходы шлифовальных производств в металло-механической отрасли, карбонатный шлам от очистных котлов ТЭЦ (Россия), зола от процессов газификации органических материалов, зола от сжигания городских отходов.

Отходы химической промышленности: различные отходы химических предприятий (пыль электрофильтров, жидкие щелочные отходы и т.д.), полиуретановые отходы устаревших морозильных и холодильных агрегатов, отходы производства сульфата алюминия, шламы производства фосфорных и азотных удобрений, пасты производства моющих средств, шламы производства косметической и парфюмерной продукции (шампуни, кондиционеры, мыло, губные помады, дезодоранты, кремы и кремы депиляции, зубные пасты, солнцезащитные средства, средства защиты кожи от насекомых и др.), шламы производства кальцинированной соды, шламы производства панелей МДФ, катализаторы синтеза этилового спирта и метанола, шлам производства и использования масляной краски.

Отходы аграрного комплекса: золы сжигания шелухи и стеблей (кофе, риса и других зерновых), кофе, сахарного тростника и т.п., отходы животных после выделения метана для производства топлива с высокой теплотворной способностью, некондиционный кофе.

РАЗРАБОТКА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И БЕЗЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ ИЗ ПМО

В качестве примера ниже приведены в предельно сокращенном виде основные результаты разработки из ПМО двух типов строительных материалов:

1) керамических материалов путем проведения термохимических процессов для надежного связывания тяжелых металлов исходных компонентов опасных ПМО;

2) бесцементных бетонов путем проведения процессов физико-химического взаимодействия исходных ПМО.

Керамические материалы из ПМО

Утилизацию ПМО и исследование термохимических процессов перевода опасных отходов в экологически чистую керамику можно рассмотреть на примере одного из самых сложных по вещественному составу шламов производства легковых автомобилей (ШПА) завода РЕНО, г. Куритиба, Бразилия. На нем все отходы завода (гальваника, масло, краски, отходы стекла и синтетики, глины, горелый песок и др.) по трубам сбрасываются водой в общий бассейн, откуда отстоявшаяся вода возвращается для повторного использования, а оставшийся на дне шлам удаляется в открытый заводской шламонакопитель, засоряя окружающую среду.

Химический состав ШПА состоит преимущественно из Cr – 28,53%, Zn – 20,28%, Cu – 3,78%. Кроме того, в нем было много других тяжелых металлов (Cu, Se, Co, Ni, W, Sn и Pb), содержание каждого из которых составляло 0,21–0,67%, всего 1,97% от общего количества отходов. Большое число тяжелых металлов и их высокое содержание позволяют отнести этот шлам к опасному материалу первого класса [6]. Высокое значение потерь при прокаливании (39,11%) можно объяснить наличием органических компонентов (в основном смол, масел, красок, синтетики, чернил).

Вторым компонентом разработанной керамики служили стекольные отходы (СО) с типичным для стекла химическим составом: преимущественно SiO_2 – 69,33%, CaO – 7,46%, Na_2O – 10,13% и K_2O – 8,50%; в нем также присутствуют тяжелые металлы, но в относительно небольшом количестве: Zn – 0,07%, Pb и Sr – 0,02%, с незначительным ППП = 0,45%.

Третьим компонентом служила глинисто-песчаная: смесь (ГПС) с химическим составом, обычным для этих природных материалов: SiO_2 – 54,58%, Al_2O_3 – 21,40%, Fe_2O_3 – 8,33%, K_2O – 4,98%, MgO – 1,53% и ППП = 7,91% в основном за счет сжигания органики и диссоциации карбонатов.

Минеральный состав исходных компонентов

Шлам ШПА преимущественно состоит (рис. 1А) из аморфного материала с небольшим включением кристаллов кварца под углом $2\theta^\circ = 51^\circ$ and 62° ; близок к нему по минеральному составу стекольный отход СО, но с заметно большим количеством пиков

кварца между $2\theta^\circ = 28^\circ$; ГПС также состоит из очень большого количества аморфной фазы с малым количеством кристаллов глинистого минерала иллита $KAl_2Si_3AlO_{10}(OH)_2$, железистого минерала магнетита Fe_3O_4 и кварца SiO_2 .

Структура сырьевых материалов

СЭМ-изображения трех исследуемых сырьевых материалов (рис. 2) показали, что все частицы во всех исходных компонентах не были химически связаны, демонстрируя только механические контакты друг с другом.

Они состоят из частиц и пор между ними самых разных размеров и форм. Частицы стекла (рис. 2Б) состоят из почти идеальных сфер диаметром от 10 до 300 мкм и их фрагментов разных размеров и конфигураций, образовавшихся в результате процесса очистки металла мелкими сферами стекла и сжатым воздухом.

Физические свойства разработанной керамики

Разработанные образцы керамики были испытаны методами сопротивления на изгиб в трех точках, на водопоглощение, линейную усадку и плотность керамики с целью определения ее механических и физических свойств. Для исследования процессов структурообразования новых материалов были использованы методы РФА, СЭМ, ЭДС и ЛАММА. Для контроля экологических показателей были проведены испытания на выщелачивание и растворимость металлов в стандартных растворах кислот.

Сопротивление на изгиб керамики после обжига при различных температурах

Содержание ШПА изучали в интервале 0–10 мас. % (табл. 1) для удовлетворения требований производителей керамики. После обжига образцов в течение 6 часов при температурах 700, 750, 800, 850, 900, 950 и 1000° С в течение 6 часов все составы показали сопротивление изгибу от 3,2 до и 19,8 МПа.

В соответствии с бразильским техническим стандартом NBR 15270-3 [6] полнотелые кирпичи классифицируются по их нагрузкам на изгиб для керамики класса А < 2,5 МПа, класс Б 2,5–4,0 МПа, и класс С > 4,0 МПа. Значит, прочность разработанной керамики после обжига при 700° С удовлетворяет высшие требования государственных норм и подолжает расти с ростом температуры обжига, в 3–5 раз превышая эти нормы после обжига при 1000° С и заметно превышая прочность традиционного состава 7 из природных компонентов глинисто-песчаной смеси. Этот факт демонстрирует положительное влияние исследуемых отходов на прочность керамики.

Водная абсорбция (WA) керамики

Результаты испытаний разработанных керамических материалов на водопоглощение (табл. 2) коррелируют с количеством открытых пор. Поэтому значения WA стабильно снижались с повышением температуры обжига и частичным плавлением исследуемых образцов. Состав 6 показал самое низкое

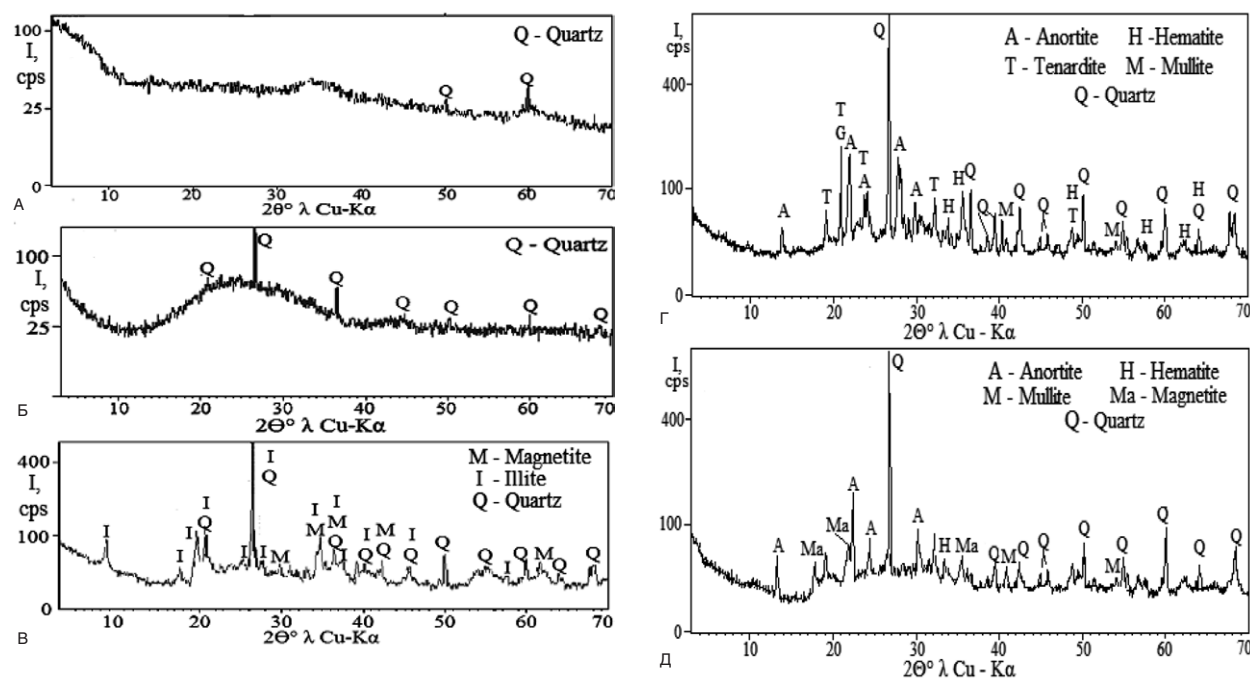


Рис. 1.

Рентгеновские диффрактограммы исходных компонентов: А – шлам производства автомобилей (ШПА), Б – стекольный отход (СО), В – глинисто-песчаная смесь (ГПС), Г – состав 4 после обжига при $T^\circ = 700^\circ$ и Д – при 950° С в течение 6 часов

водопоглощение с WA (3,73%) при 1000° С, за ним следовали керамика 4 (4,28%) и керамика 3 (5,06%), что полностью согласуется со значениями сопротивления изгибу (табл. 1). Керамические образцы из традиционной глино-песчаной смеси состава 7 показали самый высокий WA (9,71%) из-за отсутствия во флюсах элементов ШПА и СО. Второе место по более высокому WA заняла керамика 1 с наименьшим содержанием ШПА (3%) и 5% СО (табл. 2), за ней следует керамика 2 с 5% и 7% содержанием ШПА и СО соответственно. Значения стандартного отклонения водопоглощения исследуемых образцов варьировались в пределах 0,9–1,6% и увеличивались с увеличением температуры обжига.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ
РАЗРАБОТАННОЙ КЕРАМИКИ**

Анализ минерального состава разработанной керамики (рис. 1Г, Д), изменения микро-морфологической структур (рис. 2Г, Д и Е) в процессе обжига, а также большое различие химического состава ближайших точек 1–3 и 4, 5 методом ЭДС показывает увеличение высокого фона аморфных структур и появление новых пиков кристаллических структур крайне низкой интенсивности. Эти результаты доказывают, что в процессе обжига исходных смесей происходит синтез преимущественно аморфных новообразований, что и объясняет как рост прочности керамики (табл. 1), так и уменьшение водной абсорбции (табл. 2) при увеличении температуры обжига всех смесей.

При обжиге смеси компонентов (рис. 2Е) разрозненные частицы превращаются в плотную стеклообразную структуру с достаточно большим количеством пор разных размеров и конфигураций. Наличие пор свидетельствует о процессе плавления смесей с газообразованием при химическом взаимодействии компонентов и горении органических веществ СМ (масла, красок, смол и других отходов) машиностроения.

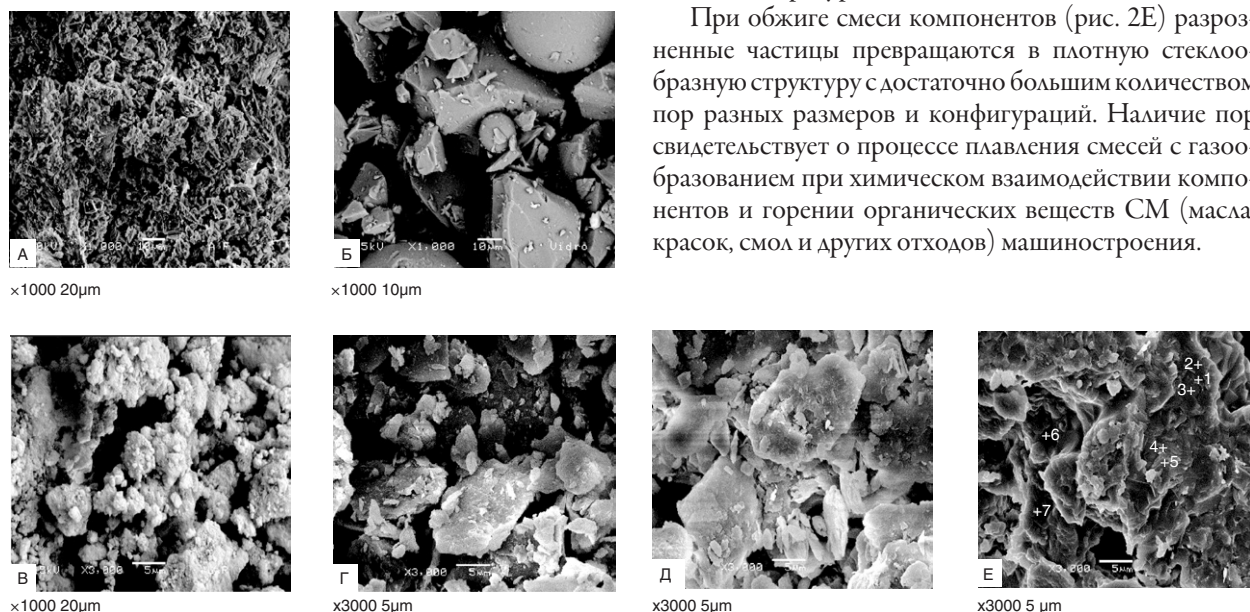


РИС. 2. Микроструктура А – ШПА, Б – СО, В – ГПС, Г – смесь состава 4, Д – состав 4 после обжига при T* = 700°, Е – при 950° С и точки химического микроанализа методом ЭДС

ТАБЛИЦА 1.

Прочность на изгиб образцов керамики, обожженных при различных температурах

№	Составы, вес %			Прочность на изгиб (МПа) керамики после обжига при T °С						
	ШАП	ПГС	СО	700	750	800	850	900	950	1,000
1	3	92	5	4,3	5,6	7,0	8,3	10,2	11,3	13,1
2	5	88	7	5,4	6,2	7,9	10,3	11,8	13,0	15,8
3	7	83	10	6,3	7,1	9,4	11,8	12,9	14,5	16,3
4	10	80	10	6,5	7,3	11,2	11,8	14,3	14,5	15,5
5	8	86	6	5,8	6,9	8,7	10,6	11,8	12,5	14,1
6	0	90	10	4,1	5,4	8,2	14,5	16,9	17,6	19,8
7	0	100	0	3,2	5,3	8,8	9,6	11,6	12,8	15,0

ТАБЛИЦА 2.

Изменение водной абсорбции (%) после обжига керамики при T°С

№	Составы, вес %			Водная абсорбция (%) после обжига при T° С						
	ШПА	ГПС	СО	700	750	800	850	900	950	1,000
1	3	92	5	25,17	23,45	19,67	16,54	14,41	10,45	9,48
2	5	88	7	27,28	27,86	22,86	20,51	17,03	9,67	6,14
3	7	83	10	19,14	16,58	16,10	14,04	9,34	7,98	5,06
4	10	80	10	17,28	16,69	15,65	13,56	9,98	6,93	4,28
5	8	86	6	21,38	20,80	18,94	13,26	10,46	7,89	5,98
6	0	90	10	19,34	18,44	17,59	14,12	9,59	6,53	3,73
7	0	100	0	31,36	28,68	25,79	24,62	19,98	11,79	9,71

Выщелачивание и растворимость тяжелых металлов разработанной керамики.

Сравнение экспериментально полученных значений выщелачивания и растворимости металлов из ШПА и керамики состава 4 (табл. 3, 4) со стандартными Бразилии NBR 10004 [6] показывает большой запас в этих показателях практически для всех элементов, особенно для тяжелых металлов.

Несомненно, этот запас существует и для Sn, Zn и Ni, но в Бразилии еще не разработаны требования к лимитам этих чрезвычайно опасных металлов. Технология изготовления керамики обеспечивает надежное химическое связывание опасных элементов ШПА исследуемого сырья до нерастворимого состояния.

Повышение температуры обжига с 700° С до 850° С приводит к значительному расплавлению компонентов и их механическому и химическому связыванию с резким (до 14037,5 раз) снижением выщелачивания металлов.

СВОЙСТВА БЕЗЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ ИЗ ПМО

В качестве примера приготовления безцементных бетонов из ПМО и их свойств ниже приведены составы из красного шлама (КШ) боксита (52–78%) Павлодарского алюминиевого завода Казахстана в смесях с конвертерным шлаком Карагандинского металлургического комбината (20–45%) и отходом производства извести (ОПИ) в количестве 2–3%.

Свойства разработанных безцементных бетонов из ПМО

Химический состав использованных ПМО

Химический состав шлама характеризуется высоким модулем основности Мосн., что хорошо характеризует его вяжущие свойства (табл. 5):

$$\text{Мосн.} = (\text{CaO} + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{FeO}) = \\ = (42,7 + 9,9) / (15,8 + 3,6 + 19,2) = 52,6 / 38,6 = 1,36.$$

Красный шлам (КШ) содержит большое количество тяжелых металлов, превышающее санитарные

нормы Бразилии NBR 10004 [7]. В частности, методом РФА установлены значения Zn – 0,72%, Ni – 1,26%, Ba – 0,79%, Cu – 1,32%, Sn – 1,18%, Cr – 0,54%. Наряду с чрезвычайно высоким уровнем щелочности (рН = 13,5) КШ относят к экологически опасным материалам.

Минеральный состав из ПМО

На всех дифрактограммах сырьевых материалов (рис. 3), особенно шлама (рис. 4Б), хорошо виден высокий уровень рентгеновского фона, типичный для аморфного материала, а также большое количество рентгеновских пиков кристаллических структур акерманита и кварца. Отход обогащения боксита КШ содержит кроме боксита минералы железа (магнетит и гематит) и кварц вмещающих пород. Среди пиков отхода производства извести ОПИ (рис. 4В) хорошо видны пики кварца SiO₂, очень слабые пики портландита Ca(OH)₂, исходных минералов карбонатных пород кальцита CaCO₃ и магнезита MgCO₃, что является убедительным подтверждением низкой температуры обжига природных карбонатов для производства извести.

Большинство частиц КШ и ОПИ, исследованные методом электронной микроскопии (рис. 4А, Б), имеют большее разнообразие частиц по размерам от одного до 10 микрон с острыми углами. ОПИ (рис. 2В) имеют округлую форму частиц разных размеров, слипшихся в конгломераты различных размеров и форм.

Растворимость и выщелачивание металлов из красного шлама

Растворимость и выщелачивание металлов из красного шлама боксита (КШ, табл. 6) значительно превышают величины, допустимые бразильскими нормами NBR. Поэтому перевод этих металлов в химически нерастворимое состояние является основным требованием, предъявляемым ко всем материалам, разработанным на основе ПМО. Сопоставление величин растворимости и выщелачивания металлов, представленных в таблице 6, показывает, что в составе 8 это требование выполнено с большим запасом этих величин, по сравнению с бразильскими нормами NBR.

ТАБЛИЦА 3.

Выщелачивание и растворимость металлов из образцов состава 4 после обжига при 700° С

Элемент	Выщелачивание, мг/л			Растворимость, мг/л		
	ШПА	Состав 4	NBR	ШПА	Состав 4	NBR
Ba	94,1	12,7	70,0	18,13	< 0,001	0,7
As	12,42	0,09	1,0	< 0,001	0	0,01
Cr total	34,15	н.о.	5,0	< 0,05	н.о.	0,05
Fe	43,07	<0,05	*	60,16	<0,05	0,3
Ni	12,05	0,81	*	33,00	0,06	*
Zn	8,14	<0,002	*	13,27	< 0,0002	5,0
Al	49,85	0,1	*	64,16	0,1	0,2
Cu	*	<0,005	*	< 0,05	<0,005	2,0
Cd	4,005	н.о.	0,5	6,037	н.о.	0,005
Pb	11,17	н.о.	1,0	<0,01	н.о.	0,01
Sn		<0,01	*	*	н.о.	*
Hg	6,125	*	0,1	8,219	*	0,001
Mn	0,01	0,01			0,01	0,1

Примечание: NBR – нормы Бразилии NBR 10004; н.о. – не обнаружено. * – не определено в нормах Бразилии.

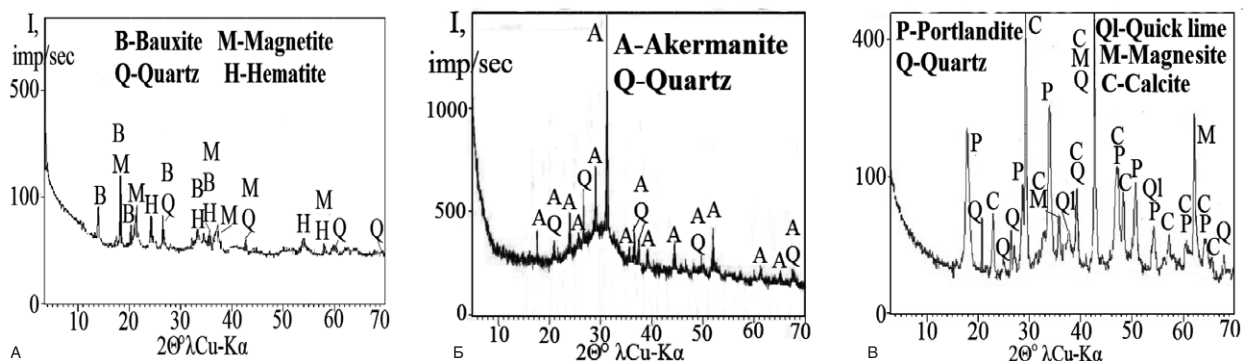


Рис. 3.

Рентгеновские дифракционные картины сырья: А – КШ, Б – шлак and В – ОПИ

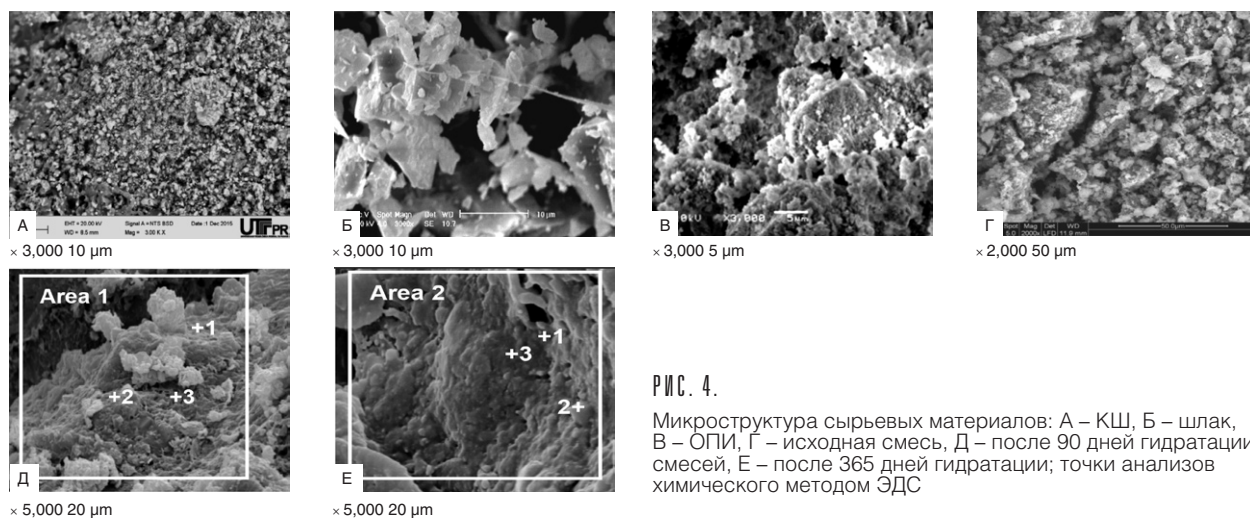


Рис. 4.

Микроструктура сырьевых материалов: А – КШ, Б – шлак, В – ОПИ, Г – исходная смесь, Д – после 90 дней гидратации смесей, Е – после 365 дней гидратации; точки анализов химического методом ЭДС

ТАБЛИЦА 4.

Растворимость и выщелачивание металлов (методом ААС) из красного шлама (КШ) и бетона состава 8 после 90 суток гидратации образцов

Элементы	Выщелачивание, mg/L			Растворимость, mg/L		
	КШ	Состав 8	NBR	КШ	Состав 8	NBR
Ba	89,0	6,25	70,0	11,20	0,019	0,7
As	17,11	3,19	1,0	5,62	н.о.	0,01
Cr общий	28,04	1,13	5,0	4,17	0,01	0,05
Fe	35,12	4,10	н.о.	49,84	0,06	0,3
Ni	9,74	0,29	н.о.	19,23	0,06	*
Zn	13,29	0,13	н.о.	9,31	0,13	5,0
Al	62,11	3,44	н.о.	83,24	0,1	0,2
Cu	4,09	0,19	н.о.	5,17	<0,005	2,0
Cd	5,63	н.о.	0,5	4,15	н.о.	0,005
Pb	9,32	0,13	1,0	5,32	н.о.	0,01
Sn	6,07	0,28	н.о.	2,18	н.о.	0,01
Hg	4,11	н.о.	0,1	5,60	н.о.	0,001

Примечание: н.о. – не обнаружен. * – не установлен.

ТАБЛИЦА 5.

Химический состав использованных промышленных отходов (методом РФА)

Исходные компоненты	Окислы, вес %									
	SiO ₂	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	MnO	FeO+Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	TiO ₂	П.П.П.	Σ
КШ	13,5	1,6	16,8	12,6	–	35,5	4,6	15,2	1,4	100,0
Шлак	15,8	9,9	42,7	3,6	3,9	19,2	–	–	4,9	100,0
ОПИ	4,7	22,3	43,1	4,1	0,3	1,6	–	–	23,9	100,0

где П.П.П. – потеря веса при прокаливании при 1000° С.

ТАБЛИЦА 6.

Растворимость и выщелачивание металлов из красного шлама и композиции 8 после 365 дней гидратации образца (методом ААС)

Элементы	Выщелачивание, mg/L			Растворимость, mg/L		
	КШ	Состав 8	NBR	КШ	Состав 8	NBR
Ba	89,0	6,25	70,0	11,20	0,019	0,7
As	17,11	3,19	1,0	5,62	н.о.	0,01
Cr общий	28,04	1,13	5,0	4,17	0,01	0,05
Fe	35,12	4,10	н.о.	49,84	0,06	0,3
Ni	9,74	0,29	н.о.	19,23	0,06	*
Zn	13,29	0,13	н.о.	9,31	0,13	5,0
Al	62,11	3,44	н.о.	83,24	0,1	0,2
Cu	4,09	0,19	н.о.	5,17	<0,005	2,0
Cd	5,63	н.о.	0,5	4,15	н.о.	0,005
Pb	9,32	0,13	1,0	5,32	н.о.	0,01
Sn	6,07	0,28	н.о.	2,18	н.о.	0,01
Hg	4,11	н.о.	0,1	5,60	н.о.	0,001

Примечание: н.о. – не обнаружен. * – не установлен.

Составы и свойства разработанных материалов

Исходными компонентами разработанных бесцементных бетонов были красный шлак (КШ) переработки боксита (52–78%), конвертерный шлак (20–45%) заводского отвала и отход обжига извести (2–3%). Все образцы сырья были высушены, измельчены в шаровой мельнице и просеяны через сито 1,14 мм. Сухие компоненты были смешаны в различных соотношениях (табл. 7), увлажнены до оптимальной влажности (10–12%), уплотнены под давлением 10 МПа в виде цилиндрических образцов размером 20 × 20 мм и упрочнялись в пресс-формах при влажности 94–96%.

Механические свойства материалов

Исследование изменения механических свойств разработанных материалов в процессе их гидратации и уплотнения проводилось путем изучения их прочности при одноосном сжатии, водо- и морозостойкости, коэффициентов линейного расширения и водопоглощения.

Изменение прочности при гидратации

В 7-дневном возрасте образцов (рис. 5) их прочность составляла 0,8–3,4 МПа, а к годовому возрасту достигала 5,1–11,2 МПа. По ГОСТ 379-2015 прочность кирпича максимальной марки М300 должна быть не ниже 4 МПа, минимальной марки М100 – не ниже 2 МПа. Так, уже на 14-е сутки прочность состава 2 превышала требуемую для кирпича максимального качества в 1,5 раза; другие составы тоже были близки к этим величинам прочности. В период между 28 и 60 сутками наблюдалось временное снижение прочности с последующим ее ростом на 90 сут. и далее на 365 сут. Через 90 суток прочность всех составов, кроме составов 3 и 4, достигала или превышала 4 МПа, а в течение 180 суток это требование ГОСТ 379-2015 было существенно превышено. Оптимальной прочностью обладает состав 8, к 14 суткам достигаящий 3,9 МПа, почти соответствующей максимальной величине требований ГОСТ (4,0 МПа), а к 180 сут более чем в 2 раза превышающий эти требования.

Водо- и морозостойкость разработанных материалов

Водо- и морозостойкость опытных образцов определялись (табл. 8) по российскому стандарту СН 25-74

[10]. Состав 1 со 100% содержанием шлака достиг очень высокой величины коэффициента водопоглощения (1,05), что означает увеличение сопротивления в течение 24 часов погружения в воду. В соответствии с требованиями СН 25-74 водонасыщенные образцы 1-го класса должны иметь прочность 4–6 МПа, 2-го класса – 2–4 МПа. Следовательно, составы 1, 2, 5–8 соответствуют требованиям первого класса, составы 3 и 4 – второго класса.

Все составы, кроме контрольного состава 1, соответствуют требованиям 1 класса (табл. 4) по коэффициенту морозостойкости (не менее 0,75). Явление повышения прочности материалов объясняется 50 термоударами (мгновенными изменениями температуры от +25 до –25 и наоборот), которым подверглись водонасыщенные образцы. При этом появление неизбежного шелушения твердых частиц вызывает увеличение удельной поверхности щелочной коррозии и синтез дополнительного количества золь-гель структур, упрочняющих образцы.

Коэффициент линейного расширения (КЛР) образцов при их упрочнении

Состав 2 (98% шлака и 2% извести) показал максимальное значение КЛР через 180 суток (рис. 6), что, по-видимому, связано с максимальной щелочной коррозией поверхности шлака. При этом полученные растворы химически взаимодействуют, синтезируя новые образования в поровом пространстве и упрочняя объем образцов.

Замена 78% шлака красным шламом (состав 3) вызвала резкое падение КЛР и прочности до самых низких значений на всех возрастах, кроме 180 и 365 суток. Это указывает на то, что красный шлак, возможно, максимально реагировал с продуктами щелочной коррозии, задерживая тем самым все процессы синтеза новообразований, упрочняющих исследуемые образцы. Постепенная замена красного шлака равным количеством шлака в составах 4–8 привела к увеличению КЛР и прочности образцов. Состав 8, состоящий из минимального количества красного шлака (52%) и максимального шлака (45%) и извести (3%), имел самый высокий КЛР среди 3-компонентных материалов на стадии 3–60 суток; его прочность сопротивления уступала только композиту 2 во всех возрастах образцов. Композит 6 (63% красного и 35% шлака) продемонстрировал максимальное значение КЛР среди трехкомпонентных систем в возрасте 90 и 365 дней, всегда демонстрируя среднюю прочность среди других композитов. Величина среднего отклонения значений КЛР всех композитов увеличивалась со временем гидратации, оставаясь в пределах 0,06–0,14%.

Водопоглощение при гидратации материалов

Коэффициент водопоглощения связан с содержанием шлака и LPW и временем гидратации образцов.

Таким образом, образцы состава 2 имели максимальное значение водной абсорбции на всех стадиях

ТАБЛИЦА 7.

Составы разработанных бесцементных бетонов

Компоненты	Составы, вес. %							
	1	2	3	4	5	6	7	8
КШ	0	0	78	73	68	63	58	52
Шлак	100	98	20	25	30	35	40	45
ОПИ	0	2						3

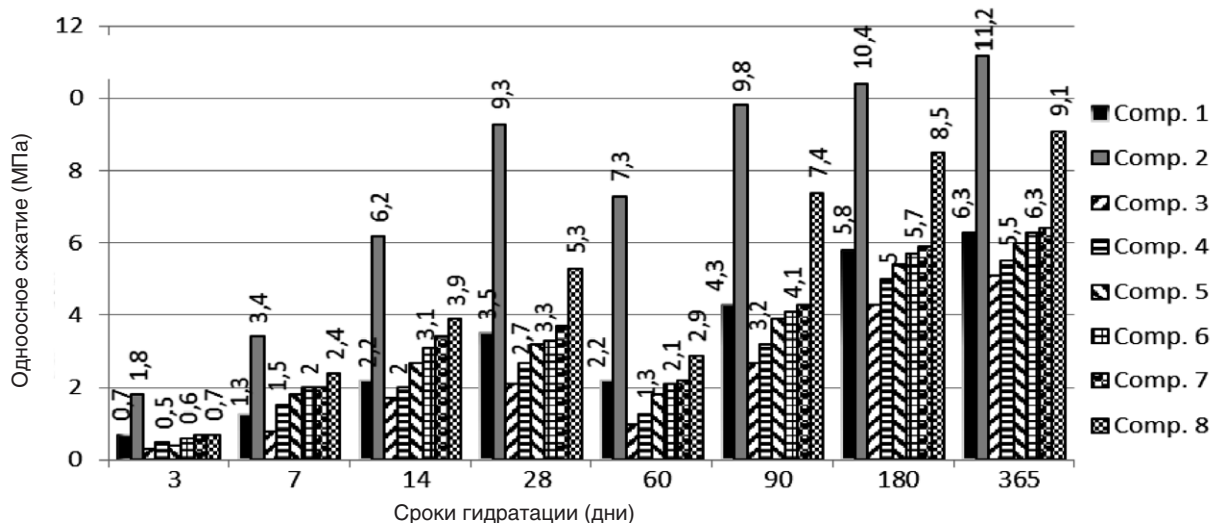


РИС. 5. Изменение прочности при одноосном сжатии образцов

ТАБЛИЦА 8. Водо- и морозостойкость 90-суточных образцов разработанных материалов

№	Составы, вес, (%)			Прочность (МПа)			Коэффициенты прочности	
	КШ	Шлак	ОПИ	Воздушно-лажные	Водонасыщенные	25 циклов замораживания-оттаивания	Водостойкости	Морозостойкости
1	0	100	0	4,3	4,5	3,1	1,05	0,69
2	0	98	2	9,8	10,4	10,8	1,06	1,04
3	78	20		2,8	3,2	3,6	1,14	1,13
4	73	25		3,2	3,6	4,0	1,13	1,11
5	68	30		3,9	4,5	5,1	1,15	1,16
6	63	35		4,1	4,7	5,5	1,15	1,17
7	58	40		4,3	5,1	6,0	1,19	1,18
8	52	45	3	7,4	8,9	10,6	1,20	1,19

гидратации, за ними следуют значения композита 8. Изменения коэффициента водопоглощения образцов состава 2 (рис. 7) остаются значительно выше, чем у состава 8, вследствие максимального (98%) содержания шлака с высоким содержанием CaO 42,7%, что приводит к максимально активному процессу синтеза новообразований и прочности образцов (рис. 5) на всех сроках гидратации.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ БЕСЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА

Методом рентгено-фазового анализа (РФА) сканирующей электронной микроскопии (СЭМ)

установлены основные минералы исходной смеси 8 (рис. 8А): кальцит CaCO₃, акерманит Ca₂MgSi₂O₇, анатаз TiO₂, магнетит Fe₃O₄, гематит Fe₂O₃, боксит (Al₂O₃×H₂O, Al₂O₃×3H₂O, Fe₂O₃×SiO₂) и кварц SiO₂. Присутствие остальных минералов сырья (рис. 3) после их смешивания стало незаметным (рис. 8А) из-за низкой чувствительности метода (около 5%). Кроме того, на дифрактограммах виден очень высокий рентгеновский фон по сравнению с интенсивностью большинства пиков кристаллических структур минералов, что указывает на высокое содержание аморфных материалов и связано с небольшим количеством кристаллических структур.

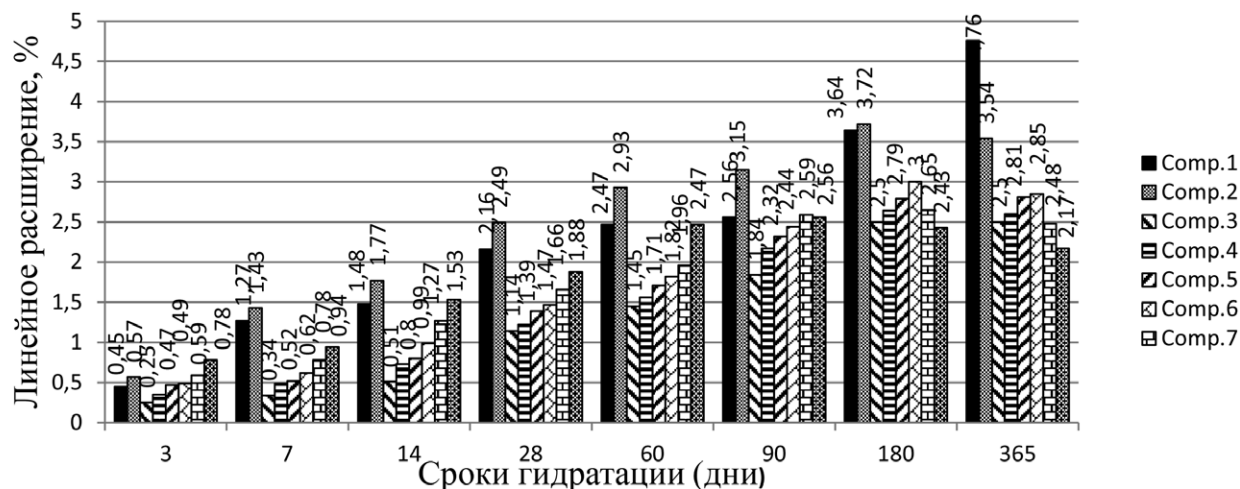


Рис. 6. Коэффициент линейного расширения в процессе гидратации материалов

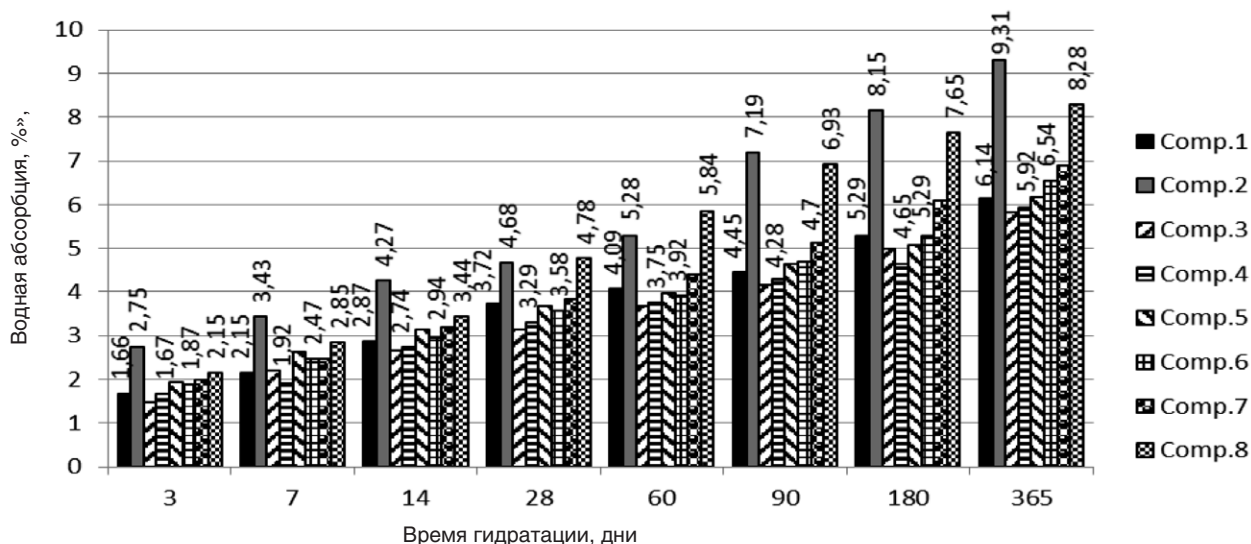


Рис. 7. Изменение коэффициента водопоглощения материалов (%)

Исследование образцов методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ, рис. 4Г, Д и Е) подтверждает результаты РФА. Первоначально разделенные частицы (рис. 4А, Б, В и Г) смеси компонентов после спекания превращаются в частично стекловидные поверхности, хорошо видимые при увеличении в 2000 раз (рис. 4Д, Е). Все частицы смеси включены в одну плотную стеклообразную структуру с небольшим количеством пор разного размера и конфигурации, что свидетельствует о плавлении смесей с образованием газов при химическом взаимодействии компонентов и горении органических компонентов: масел, красок, смол и других отходов.

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ И РАСТВОРИМОСТЬ РАЗРАБОТАННОГО БЕТОНА

Сравнение экспериментально полученных значений выщелачивания и растворимости металлов из КШ и бетона состава 8 (табл. 9) со стандартными Бразилии NBR 10004 [6] показывает большой запас в этих показателях практически для всех элементов, особенно для тяжелых металлов. Несомненно, этот запас существует и для Sn, Zn и Ni, но в Бразилии пока не разработаны требования к лимитам этих опасных металлов. Технология изготовления керамики обеспечивает надежное химическое связывание опасных элементов КШ исследуемого сырья до нерастворимого состояния.

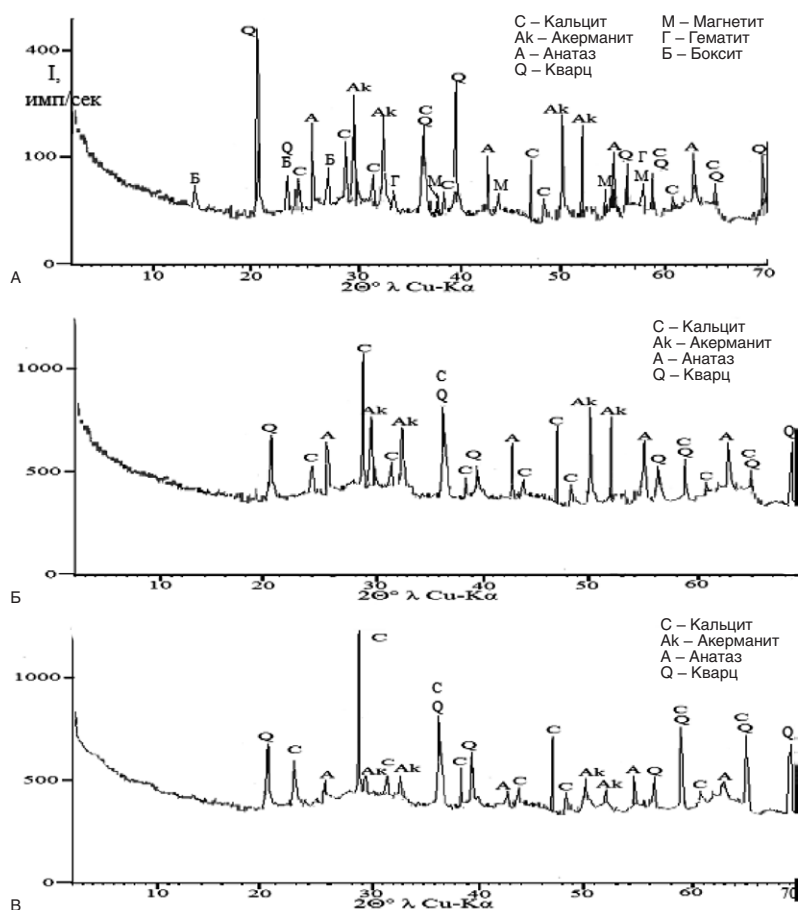


РИС. 8. Рентгеновские диффрактограммы состава 8: А – сухая смесь, В – на 90 и С – на 365 дней упрочнения материалов

ТАБЛИЦА 9. Выщелачивание и растворимость металлов из образцов состава 8

Элемент	Выщелачивание, мг/л			Растворимость, мг/л		
	КШ	Состав 8	NBR [3]	КШ	Состав 8	NBR [3]
Ba	94,1	12,7	70,0	18,13	< 0,001	0,7
As	12,42	0,09	1,0	< 0,001	0	0,01
Cr total	34,15	н.о.	5,0	< 0,05	н.о.	0,05
Fe	43,07	<0,05	*	60,16	<0,05	0,3
Ni	12,05	0,81	*	33,00	0,06	*
Zn	8,14	<0,002	*	13,27	< 0,0002	5,0
Al	49,85	0,1	*	64,16	0,1	0,2
Cu	*	<0,005	*	< 0,05	<0,005	2,0
Cd	4,005	н.о.	0,5	6,037	н.о.	0,005
Pb	11,17	н.о.	1,0	<0,01	н.о.	0,01
Sn		<0,01	*	*	н.о.	*
Hg	6,125	*	0,1	8,219	*	0,001
Mn	0,01	0,01			0,01	0,1

Примечание: NBR – нормы Бразилии NBR 10004; н.о. – не обнаружено. * – не определено в нормах Бразилии

После спекания исходных смесей все значения выщелачивания и растворимости (табл. 3, 4) очень малы по сравнению с бразильскими нормами [7] и с их содержанием в КШ. Ожидается, что значения испытаний выщелачивания и растворимости других металлов (Sn, Zn и Ni) будут иметь аналогичный резерв преимущества. Новые материалы могут быть использованы в качестве сплошных или перфорированных кирпичей или блоков.

ВЫВОДЫ

После спекания исходных смесей все значения выщелачивания и растворимости (табл. 3, 4) очень малы по сравнению с бразильскими нормами и их содержанием в ШПА и КШ. Поэтому новые материалы могут быть использованы в качестве сплошных или перфорированных кирпичей, блоков или керамических материалов. Можно утверждать на основе имеющихся данных, что новые материалы, разработанные в этих исследованиях, могут быть успешно переработаны по окончании срока их службы в качестве ценных компонентов новых материалов.

ПРЕИМУЩЕСТВА УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ПЕРЕД ПРИРОДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Природозащитные

Широкое применение материалов из ПМО может привести к полному уничтожению свалок промышленных и муниципальных отходов, которые загрязняют окружающую среду, в том числе и атмосферу, и ускоряют опасное увеличение её температуры. Только таким образом может быть предотвращена научно предсказанная температурная смерть планеты Земля.

Экономические

1. Сокращение выплат предприятиями налогов и экологических штрафов.
2. Низкая стоимость промотходов или доплата за их утилизацию гарантируют снижение себестоимости конечного продукта и повышение прибыли предприятий.
3. Снижение себестоимости строительных материалов из ПМО порождает возможность снижения рыночной цены и повышение конкурентоспособности предприятия.

Социальные

1. Производство новых материалов вызывает создание новых предприятий и новых рабочих мест.
2. Очистка существующих отвалов промышленных и муниципальных отходов повышает качество жизни местного населения.

Образовательные

1. Подготовка нового поколения исследователей и инженеров производств увеличит количество и качество работ, приведет к новым эффективным результатам использования ПМО.

В. А. МЫМРИН
УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОПАСНОГО РОСТА ТЕМПЕРАТУРЫ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

2. Повышение уровня экологического образования населения путем проведения курсов, лекций, докладов и других видов распространения знаний в области оздоровления окружающей среды.
3. На основе проведенных исследований разработан и читается курс лекций «Материалы из промышленных и муниципальных отходов» для дипломников и аспирантов Федерального и Федерального Технологического Университетов штата Парана, г. Куритиба, Бразилия.

ЛИТЕРАТУРА

1. **МЫМРИН В.А.** Исследование процессов структурообразования при укреплении глинистых грунтов активной золой горючих сланцев. Дисс. на соискание уч. ст. канд. геол.-минерал. наук. М.: МГУ, 1976. 138 с.
2. **МЫМРИН В.А.** Теоретические основы упрочнения глинистых грунтов металлургическими шлаками в целях дорожного строительства. Дисс. доктор геол.-минерал. наук. М.: МГУ, 1987. 528 с.
3. СН 25-74 Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов. М.: Стройиздат. 1975. 129 с.
4. **HAWKING S.W.** 2018 <http://www.independent.co.uk/news/science/stephen-hawking-pollution-stupidity-artificial-intelligence-warfare-biggest-threats-mankind-a7106916.html>
5. **МЫМРИН В.** Industrial and municipal wastes utilization as economical and environment efficient raw materials. 2012. <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/mymrinev>
6. NBR 15270-3. Flexion resistance strength and water adsorption measurements of ceramic bricks, Rio de Janeiro, Brazil, 2005.
7. NBR 10004, Annex F and G. Solid wastes: classification. Rio de Janeiro, 2004.
8. NBR 6453 – Building quicklime – Requirements. Rio de Janeiro, 2003. 21.
9. Red Mud Project, 2013. Available in: <http://www.redmud.org/Characteristics.html>.

REFERENCES

1. **МЫМРИН В.А.** Study of structure formation processes during clay soil strengthening with active ash from oil shale. Diss. for a PhD in Geology and Mineralogy. Moscow: MGU, 1976:138. (In Russian).
2. **МЫМРИН В.А.** Theoretical foundations of clay soil strengthening with metallurgical slags for road construction. Diss. Doctor of Geology and Mineralogy. Moscow: MGU, 1987:528. (In Russian).
3. SN 25-74 Instructions for the use of soils reinforced with binders for the construction of foundations and pavements of highways and airfields. Moscow: Stroyizdat. 175:129. (In Russian).
4. **HAWKING S.W.** 2018 <http://www.independent.co.uk/>

news/science/stephen-hawking-pollution-stupidity-artificial-intelligence-warfare-biggest-threats-mankind-a7106916.html

5. **МЫМРИН В.** Industrial and municipal wastes utilization as economical and environment efficient raw materials. 2012. <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/mymrinev>
6. NBR 15270-3. Flexion resistance strength and water adsorption measurements of ceramic bricks, Rio de Janeiro, Brazil, 2005.
7. NBR 10004, Annex F and G. Solid wastes: classification. Rio de Janeiro, 2004.
8. NBR 6453 – Building quicklime – Requirements. Rio de Janeiro, 2003. 21.
9. Red Mud Project, 2013. Available in: <http://www.redmud.org/Characteristics.html>.

Мымрин Всеволод Анатольевич,

д.г.-м.н., профессор Федерального технологического университета, г. Куритиба

☛ г. Куритиба, штат Парана, Бразилия, 4900, ул. депутат Гейтор Аленкар Фуртадо, кампус Куритиба, CEP: 81280-340 – Эковелле
Federal University of Technology, Parana, Brazil, 4900, Deputado Heitor Alencar Furtado Str., Campus Curitiba, CEP: 81280-340 – Ecoville
тел.: (55-41) 3232-2568, e-mail: seva6219@gmail.com

УДК 338.43:574:004.9

DOI: 10.52531/1682-1696-2024-24-3-86-92

Научная статья

EDN: QHZWIC

ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ В КОНТЕКСТЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Б.А. ШОГЕНОВ¹, А.Б. ЕЛКАНОВ²,
Т.Х. СОЗАЕВА¹**¹ ФГБОУ ВО КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГАУ,
г. Нальчик, Российская Федерация² МОСКОВСКИЙ ФИНАНСОВО-
ЮРИДИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ, МОСКВА,
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

В статье рассматривается развитие аграрного сектора экономики и экологическая безопасность в условиях цифровизации. Методы исследования основаны на использовании сравнительного и структурного анализа. Изучено влияние цифровизации на агропромышленный комплекс и экологическую безопасность. Выявлены проблемы и перспективы внедрения цифровых технологий в агроформирования. Предложено использование цифровых технологий для повышения конкурентоспособности сельскохозяйственного производства с учетом эколого-экономической безопасности хозяйствующих субъектов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: агропромышленный комплекс, цифровые технологии, экологическая безопасность, сельское хозяйство, аграрная экономика

ВВЕДЕНИЕ

В условиях цифровой трансформации национального хозяйства необходимо сбалансированное взаимодействие между экономическим развитием и социальными преобразованиями. Формирование цифровой среды в информационной среде эколого-экономической безопасности обусловлено процессами научно-технологического развития современного общества. В данном контексте целевая направленность развития агропромышленного комплекса (АПК) определяется как достижение ее устойчивого состояния. Следует отметить, что для комплексного и устойчивого развития аграрных территорий необходимо

Original article

DIGITIZATION OF THE AGRICULTURAL SECTOR OF THE ECONOMY IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL SAFETY

**B.A. SHOGENOV¹,
A.B. BALKIZOV², T.KH. SOZAEVA³**¹ FSBEI HE KABARDINO-BALKARIAN STATE
AGRARIAN UNIVERSITY, NALCHIK, RUSSIAN
FEDERATION² MOSCOW UNIVERSITY OF FINANCE AND
LAW, MOSCOW, RUSSIAN FEDERATION

The article discusses the development of the agricultural sector of the economy and environmental safety in the context of digitalization. Research methods are based on the use of comparative and structural analysis. The influence of digitalization on the agro-industrial complex and environmental safety has been studied. The problems and prospects for introducing digital technologies into agricultural formations have been identified. The use of digital technologies is proposed to increase the competitiveness of agricultural production, taking into account environmental and economic security on the part of business entities.

KEY WORDS: agro-industrial complex, digital technologies, environmental safety, agriculture, agricultural economics

отразить направления цифровизации и информатизации сельского хозяйства и сельской местности, а также инновационное развитие АПК. Современные цифровые технологии предполагают достижение 10 из 17 целей устойчивого развития, сформулированных ООН.

В исследованиях отечественных авторов в последние годы рассмотрены проблемы цифровизации и экологической безопасности. Решение агроэкологических проблем, сдерживающих внедрение цифровых технологий в практику, связано как со сложными моделями анализа и прогнозирования экологических параметров объектов и территорий, так и с информационными технологиями, обеспечивающими интегрированную обработку разнородных данных и доведение результатов до пользователей [6]. Вместе с тем эколо-

гические кризисы отдельных территорий требуют поиска конкретных решений в контексте использования цифровой экономики и цифрового права. Проникновение цифровых технологий в сферу АПК является перспективным направлением, позволяющим объединить комплекс отраслей производственной и социальной инфраструктуры единой коммуникационной сетью производственных подсистем [2, 5, 8]. В этой связи возникает необходимость создания условий для плодотворного междисциплинарного сотрудничества и решения наиболее острых проблем развития АПК России. Однако вопросы взаимосвязи уровня цифровизации регионов страны и цифровизации АПК недостаточно исследованы. Изучение основных тенденций развития цифровизации в аграрных территориях России и определение наиболее востребованных цифровых технологий в АПК весьма актуально.

СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Важная роль в цифровых преобразованиях АПК России отводится ведомственному проекту «Цифровое сельское хозяйство», предложенному Министерством сельского хозяйства РФ [4], в рамках которого предполагалось внедрение цифровых технологий и платформенных решений в АПК и сельское хозяйство, а также государственная поддержка стимулирования развития цифровых технологий. Реализация проекта до 2024 года предусматривалась в три этапа. Вместе с тем были созданы национальные платформы цифрового государственного управления сельским хозяйством «Цифровое сельское хозяйство», модуль «Агрорешения», электронная образовательная среда непрерывной подготовки кадров для сельского хозяйства, владеющих знаниями цифровой экономики (рис. 1).

Общий объем финансирования, запланированный под реализацию проекта, составляет 300 млрд руб. Источниками средств являются: федеральный бюджет (152 млрд руб.), региональные бюджеты (8 млрд руб.), внебюджетные источники (140 млрд руб.) [12]. Следу-

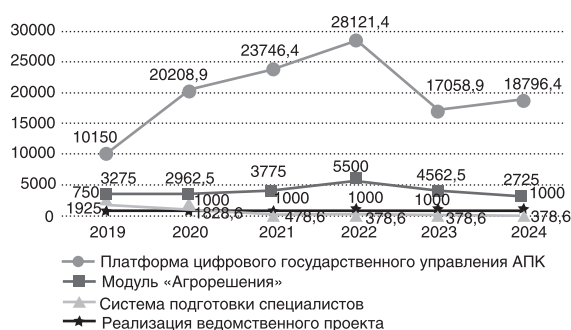


РИС. 1

Этапы реализации программы и объемы ее поддержки [4]

ет отметить, что электронная образовательная среда должна была охватить для ее функционирования все аграрные вузы. Экономические и информационные блоки практически в каждом вузе есть.

В настоящий период синтез профилей (направленностей) в определенном плане происходит с целью преодоления острого дефицита кадров с цифровыми компетенциями [1].

Цифровая трансформация аграрного сектора экономики Северо-Кавказского федерального округа (СКФО) направлена на определение места и роли внедрения цифровых решений в развитие АПК региона. СКФО по площади занимает 1% территории Российской Федерации (РФ), при этом характеризуется высокой плотностью населения, 58 человек на 1 км², уступая по данному показателю лишь Центральному федеральному округу (с учетом г. Москвы) со средней плотностью населения примерно 61 человек на 1 км² (табл. 1).

Удельный вес продукции сельского хозяйства, которая была произведена на территории СКФО в 2019 г., в общероссийских показателях составляет 8,6%. Это самый высокий показатель в РФ, если исходить из соотношения доли сельскохозяйственной продукции, приходящейся на 1% территории страны. В рамках округа наибольшую площадь занимает Ставропольский край и Республика Дагестан. Эти же субъекты, а также Кабардино-Балкарская Республика, выделяются по объемам аграрного производства. Их доля в общероссийских показателях составляет соответственно 3,4%; 2,3% и 0,9%. Следует отметить, что сельскохозяйственная отрасль является наиважнейшей в экономике каждого субъекта Федерации. Об этом свидетельствует доля сельского хозяйства в валовом региональном продукте. Диапазон показателя достаточно велик и составляет от 11% в Чеченской Республике до 19,4% в Карачаево-Черкесской Республике. Так, Краснодарский край по всем показателям значительно превышает субъекты СКФО [7].

В ходе анализа затрат на внедрение и использование цифровых технологий в период пандемии выявлено, что в 2021 г. по стране наблюдалось увеличение внутренних затрат на 866,2 млрд рублей в сравнении с 2020 г. (табл. 2).

Предположение о не полном использовании инструментов инфраструктуры, в частности, высокоскоростного широкополосного доступа к сети Интернет, в СКФО и субъектах РФ, подтвердилось на основе анализа статистических данных. Так, СКФО занимает последние позиции в РФ по указанным показателям, являясь аутсайдером [10].

Сельскохозяйственные товаропроизводители (СХТП), осуществляя цифровые преобразования, использовали собственные средства. Однако финансирование хватает им на обеспечение минимального уровня производственного процесса, что говорит о недостатке инструментов поддержки.

ТАБЛИЦА 1.

Основные показатели горных приграничных территорий Северного Кавказа в 2020 г. [7]

Российская Федерация и приграничные территории Северного Кавказа	Площадь территории, тыс. км ²	Численность населения на 01.01. 2021 г., тыс. человек	Валовой региональный продукт в 2019 г., млрд руб.	Продукция сельского хозяйства – всего, млрд руб.	в том числе	
					растение-водство	животноводство
Российская Федерация	17125,2 (100%)	146 171 (100%)	94831,1 (100%)	6468,8 (100%)	3612,7	2856,1
Северный Кавказ	179,8 (1,1%)	12858 (8,8%)	4039,4 (4,3%)	762,4 (11,8%)	464,4	298,2
Республика Дагестан	50,3	3133	718,5	154,9	72,8	82,1
Чеченская Республика	15,6	1498	241,6	39,9	14,1	25,9
Республика Ингушетия	3,6	516	73,2	11,5	3,4	8,2
Республика Северная Осетия – Алания	8,0	693	173,3	32,2	15,6	16,6
Кабардино-Балкарская Республика	12,5	869	171,0	59,2	33,1	26,1
Карачаево-Черкесская Республика	14,3	465	92,0	31,7	13,0	18,7
Краснодарский край	75,5	5684	2569,8	433,0	312,4	120,6

ТАБЛИЦА 2.

Затраты на внедрение и использование цифровых технологий, млрд рублей [7]

Российская Федерация, Федеральные округа	2020 г.			2021 г.		
	Всего	внутренние	внешние	Всего	внешние	внутренние
Российская Федерация	2472,5	1759,5	713,0	3 515,8	890,1	2625,7
Центральный	1707,1	1174,0	533,1	2 505,2	681,8	1823,4
Северо-Западный	175,6	126,5	49,1	318,4	70,2	248,2
Южный	91,2	70,6	20,6	80,8	15,3	65,5
Северо-Кавказский	14,9	12,4	2, 5	18,5	3,3	15,2
Приволжский	196,6	154,5	42,1	231,0	46,2	184,8
Уральский	123,9	91,8	32,1	143,2	32,5	110,7
Сибирский	105,5	81,7	23,8	135,5	27,4	108,1
Дальневосточный	57,8	47,8	10,0	83,0	13, 3	69,7

Отметим, что одним из первых в процессе цифровых преобразований должен рассматриваться вопрос о формировании соответствующей инфраструктуры, в частности покрытие регионов РФ сетью для доступа в Интернет. Так, широкополосный доступ считается ключевым элементом программ развития во многих странах мира.

В СКФО, как показывает рисунок 2, не все обследованные организации регионов используют широкополосный доступ. Самые низкие показатели имеют Дагестан, Северная Осетия и Чечня (58,5%, 67,9% и 70%). Лидирующее положение занимают Ставропольский край и Ингушетия (89,6% и 95,6%). В целом

средние по округу значения ниже общероссийских показателей примерно на 10 процентных пунктов [9].

Анализ показал наличие неравенства среди субъектов СКФО в части проникновения фиксированного широкополосного доступа в сети Интернет, которое обусловлено недостаточно высоким уровнем развития экономики и особенностями территории (рельефом местности, большой площадью и малонаселенностью и др.), создающие трудности при формировании инфраструктуры фиксированного широкополосного доступа. В России только 74,3% сельскохозяйственных предприятий имеют широкополосный доступ к Интернету [9].

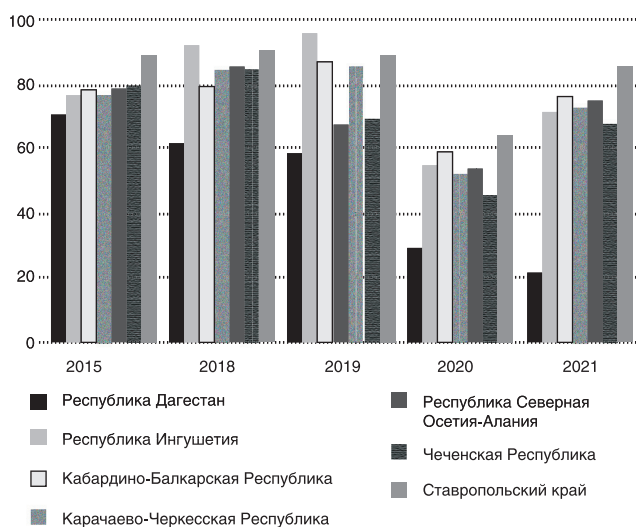


РИС 2.

Доля организаций с широкополосным доступом к сети Интернет (в процентах от общего числа обследованных организаций) [9]

На успешность развития цифрового сельского хозяйства оказывает негативное, сдерживающее влияние цифровое неравенство, возникающее между городом и селом, большими и малыми территориями, регионами, обусловленное неравномерностью проникновения информационно-коммуникационных технологий.

Одним из факторов, ограничивающим цифровые преобразования в аграрной сфере, является недостаточное финансирование цифровых процессов. По данному вопросу наблюдаются некоторые разногласия в отношении источников финансирования. По мнению авторов, нельзя, да и невозможно, рассчитывать только на государственную поддержку, так как затраты на цифровизацию отрасли, как показывает практика, достаточно велики. Крупный агробизнес не всегда готов к осуществлению таких затрат, не говоря о средних и малых предприятиях, составляющих в настоящее время основу сельскохозяйственного производства. Наряду с собственными средствами хозяйствующих субъектов, средствами федерального и региональных бюджетов к процессу финансирования цифровых преобразований необходимо привлекать частных инвесторов в рамках государственно-частного партнерства. Лишь совместными усилиями можно достичь необходимого уровня цифровой трансформации экономики.

Кадровое обеспечение цифровизации сельского хозяйства и АПК является следующим ограничителем. В этой связи важна подготовка и переподготовка специалистов сельского хозяйства, параллельно хорошо владеющих цифровыми компетенциями.

В рамках исследования определена ярко выраженная аграрная ориентация всех регионов в составе СКФО с отнесением большей части округа к так называемым сельским территориям. Составляя 1% территории страны, регионы округа производят 8,6% от общероссийского объема продукции сельского хозяйства. Данное соотношение имеет практическую значимость для дальнейших исследований взаимосвязей: площадь территории → объем требуемых цифровых ресурсов (в том числе инфраструктурных, финансовых, кадровых) → доля в общероссийском объеме сельскохозяйственной продукции [9].

Высокая плотность населения округа и большая доля селян в структуре населения может, с одной стороны, отрицательно сказаться на стремлении органов управления к цифровизации АПК, поскольку повышает риск усугубления проблемы с занятостью населения; с другой – стать преимущественным фактором активизации создания приемлемых условий для формирования восприимчивости жителей сельской местности к нововведениям; внедрения и эффективного использования информационных и технических решений; подготовки кадров, способных одинаково хорошо разбираться в особенностях сельскохозяйственного производства по отраслям и в цифровых технологиях. Как ожидаемый результат предполагается высвобождение внутренних латентных сил потенциала сельских территорий и наиболее эффективное их использование.

СКФО отличается самым низким уровнем развития в стране соответствующей цифровизации инфраструктуры – использования широкополосного доступа (особенно фиксированного) к сети Интернет предприятиями и населением. Несмотря на собственные источники средств (которых всегда не хватает), заложенные в «Цифровом сельском хозяйстве» меры государственной поддержки, призванные стимулировать развитие цифровых технологий, финансовых ресурсов явно недостаточно. Поэтому необходимы дополнительные инструменты финансирования.

Важно отметить, что применение цифровых технологий для организаций, не имеющих достаточных ИТ-ресурсов, позволяет создавать свои инновационные решения для преобразования и оптимизации производимых работ [13].

Цифровое неравенство аграрных территорий из-за неравного доступа к цифровой инфраструктуре не позволяет применять единый комплекс мер. В этой связи нами предложены следующие мероприятия по созданию единого комплекса мероприятий доступа к цифровой инфраструктуре (рис. 3).

Социально-экономическое развитие аграрных территорий предполагает системный подход к построению комплексной информационно-коммуникационной системы управления в условиях цифровой трансформации.

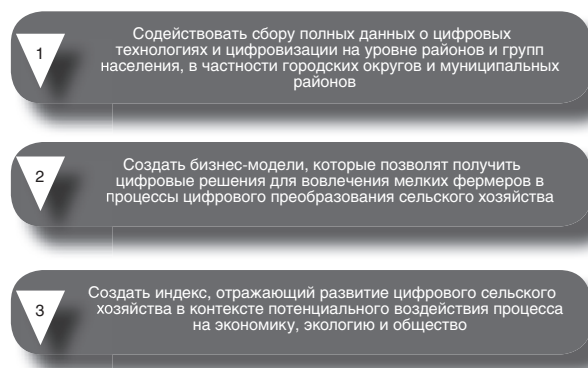


РИС. 3.

Единый комплекс мероприятий доступа к цифровой инфраструктуре [6]

АПК часто не располагают финансовыми ресурсами в достаточном объеме для осуществления цифровых трансформаций. Вместе с тем налогообложение во многом определяет основу современной системы перераспределения национального дохода между всеми субъектами экономической безопасности государства [3].

С 2022 г. началась широкомасштабная подготовка кадров для АПК на базе проекта «Обучение», ориентированного на молодежь, но полезного и для тех, кто хочет поменять сферу или место своей деятельности на сельские территории. Одним из сложных вопросов, при решении которых требуется немалых усилий, для агроформирований является сбыт готовой продукции. Разработанная АО «Россельхозбанком» экосистема выступает своеобразным «мостиком» между фермерами и их потенциальными клиентами в реализации продукции. Direct.farm – сообщество работников сельскохозяйственной отрасли, целью которого является обмен опытом и практическими знаниями. Direct.Farm запустил сервис «Полевод» (система агромониторинга посевов), способный значительно повысить эффективность работы хозяйств.

В современной политической и экономической ситуации особое значение имеет обеспечение устойчивого экономического роста, в частности, обеспечение стабильного роста аграрного сектора экономики и развитие национальной финансовой системы [9].

В ходе проведенного опроса в 200 агроформированиях установлено, что, только 16 СХТП Кабардино-Балкарской Республики (КБР) используют маркетплейсы. Распределение использования маркетплейсов и экосистем по муниципальным районам представлено на рисунке 4.

При этом площадь пашни у данной категории СХТП находится в интервале от 56 га до 1400 га. То есть, использование маркетплейсов выгодно как небольшим, так и крупным хозяйствам. Лидирующее

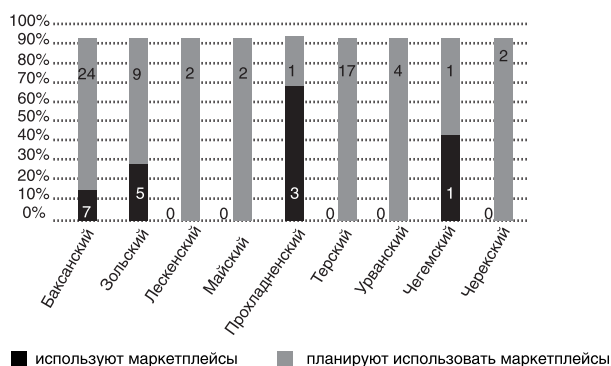


РИС. 4.

Количество хозяйств, использующих маркетплейсы по муниципальным районам КБР [6]

положение по использованию данного вида цифровых технологий занимают Баксанский, Зольский и Прохладненский районы. Также 62 СХТП планируют в ближайшее время использовать различные маркетплейсы в своей деятельности. Общее количество респондентов, не планирующих использовать маркетплейсы, составляет 122 хозяйства.

В среднем по КБР рассчитанный условный показатель – уровень цифровизации по использованию маркетплейсов и экосистем по муниципальным районам – находится на уровне 39%.

В ходе проведенного опроса приграничных горных территорий СКФО (КБР, КЧР, РД и РСО-Алания), выявлены проблемы, сдерживающие внедрение цифровых технологий в агроформированиях:

1. Недостаток компетенций у собственников и руководителей.
2. Отсутствие разъяснительной работы по программам и предложениям для большинства СХТП.

ВЫВОДЫ

Таким образом, с целью повышения эффективности процесса цифровизации в аграрной сфере представляется необходимым проведение регулярных качественных мониторинговых процедур. Однако делать это на региональном и муниципальном уровнях практически невозможно. Рассмотренные выше ограничители (инфраструктура, финансирование и кадры) продолжают действовать. К этому можно добавить неготовность агроформирований к цифровым переменам. Качественный рывок в цифровизации сельского хозяйства и АПК в ближайшие годы возможен с появлением сплошного интернет-покрытия на сельских территориях и ростом обеспеченности сельского населения смартфонами, планшетами и подобными устройствами. Это, с одной стороны, поможет развитию кадрового потенциала, а с другой – откроет СХТП доступ к различным цифровым платформам,

которые будут функционировать. В данном контексте необходимо создание условий, чтобы цифровизация аграрного сектора способствовала росту качества и экологической безопасности сельхозпродукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. АЛТУХОВ А.И. Цифровая трансформация как технологический прорыв и переход на новый уровень развития агропромышленного сектора России // Продовольственная политика и безопасность. 2020. № 2. С. 81–96. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43812524> (дата обращения: 17.10.2022).
2. БРЮХАНОВ А.Ю., СУДАЧЕНКО В.Н., ЭРК А.Ф. Цифровые технологии обеспечения экологической безопасности сельскохозяйственного производства // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2019. № 1(98). С. 257–268.
3. ГАДЖИЕВ Н.Г., КОНОВАЛЕНКО С.А., ШОГЕНОВ Б.А. Налоговые риски как угроза экономической безопасности государства // Бухгалтерский учет в сельском хозяйстве. 2021. № 1. С. 66–75.
4. ГОРДЕЕВ А.В., ПАТРУШЕВ Д.Н., ЛЕБЕДЕВ И.В. и др. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» / Под ред. С.Н. Косогора. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.
5. ДУЛАТОВА Н.В. Цифровизация и эколого-экономическая безопасность // Вестник ЮУрГУ. Серия «Право». 2020. Т. 20, № 1. С. 29–32. DOI: 10.14529/law200105.
6. ЗЕЛЕНЦОВ В.А., ПОТРЯСАЕВ С.А., ПИМАНОВ И.Ю., СЕМЕНОВ А.Е. Принципы построения и примеры реализации информационной системы принятия управленческих решений обеспечения экологической безопасности сельскохозяйственного производства // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2019. № 1(98). С. 6–17.
7. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2022: Стат. сб. М.: Росстат. 2022. 853 с.
8. СОВЕТОВА Н.П. Цифровизация сельских территорий: от теории к практике // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021. Т. 14. № 2. С. 105–124. DOI: 10.15838/esc.2021.2.74.7
9. СОЗАЕВА Т.Х., ГУРФОВА С.А., МИКИТАЕВА И.Р., ПШИГОШЕВА А.Ю. Развитие аграрных территорий в условиях цифровой трансформации: национальный и региональный аспект. Нальчик: Принт Центр, 2022. 188 с.
10. СОЗАЕВА Т.Х., ГУРФОВА С.А., МИКИТАЕВА И.Р., ХОЧУЕВА З.М. Монография. Цифровая трансформация аграрного сектора экономики. Нальчик: Принт Центр, 2021. 216 с.

11. СОЗАЕВА Т.Х., КАЛУКОВ А.А. Экономическая безопасность как основа национальной безопасности страны / Современный взгляд на развитие АПК: актуальные вопросы, достижения и инновации: Мат-лы Всероссийской (национальной) науч.-практич. конф-ии, Нальчик, 28–29 апреля 2023 года. Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2023. С. 341–344.
12. Цифровизация сельского хозяйства / Сайт Полит.ру. Сколково [Электронный ресурс]. URL: http://polit.ru/article/2018/02/21/sk_digital_farming/ (дата обращения 30.03.2022).
13. ШОГЕНОВ Б.А., АБАЗОВА З.К. Возможности и проблематика применения цифровизации на предприятиях малого и среднего бизнеса /Сб.: Развитие цифровой экономики: теоретическая и практическая значимость для АПК. Мат-лы Международной науч.-практич. конф-ии. Под ред. И.В. Шариковой. 2019. С. 350–353.

REFERENCES

1. ALTUKHOV A.I. Digital transformation as a technological breakthrough and transition to a new level of development of the agro-industrial sector of Russia. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'*. 2020;2:81–96. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43812524> (access date: 10/17/2022). (In Russian).
2. BRYUKHANOV A.YU., SUDACHENKO V.N., ERK A.F. Digital technologies for ensuring environmental safety of agricultural production. *Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rasteniyevodstva i zhivotnovodstva*. 2019;1;(98):257–268. (In Russian).
3. GADZHIEV N.G., KONOVALENKO S.A., SHOGENOV B.A. Tax risks as a threat to the economic security of the state. *Bukhgalterskiy uchet v sel'skom khozyaystve*. 2021;1:66–75. (In Russian).
4. GORDEEV A.V., PATRUSHEV D.N., LEBEDEV I.V. ET AL. Departmental project "Digital Agriculture". Edited by S.N. Slope. Moscow: FGBNU "Rosinformagrotech", 2019:48. (In Russian).
5. DULATOVA N.V. Digitalization and environmental and economic safety. *Vestnik YUUrGU. Seriya «Pravo»*. 2020;20;(1):29–32. DOI: 10.14529/law200105. (In Russian).
6. ZELENTOV V.A., POTRYASAEV S.A., PIMANOV I.YU., SEMENOV A.E. Principles of construction and examples of implementation of an information system for making management decisions to ensure the environmental safety of agricultural production. *Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rasteniyevodstva i zhivotnovodstva*. 2019;1;(98):6–17. (In Russian).
7. Regions of Russia. Main characteristics of the constitu-

- ent entities of the Russian Federation. Moscow: Sat. Rosstat. 2022:853. (In Russian).
8. **SOVETOVA N.P.** Digitalization of rural areas: from theory to practice. *Ekonomicheskiye i sotsial'nyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz.* 2021;14;(2):105–124. DOI: 10.15838/esc.2021.2.74.7 (In Russian).
 9. **SOZAEVA T.KH., GURFOVA S.A., MIKITAIEVA I.R., PSHIGOSHEVA A.YU.** Development of agricultural territories in the context of digital transformation: national and regional aspects. Nalchik: Print Center, 2022:188. (In Russian).
 10. **SOZAEVA T.KH., GURFOVA S.A., MIKITAIEVA I.R., KHOCHUEVA Z.M.** Digital transformation of the agricultural sector of the economy. Nalchik: Print Center, 2021:216. (In Russian).
 11. **SOZAEVA T.KH., KANUKOEV A.A.** Economic security as the basis of the country's national security. Modern view of the development of the agro-industrial complex: current issues, achievements and innovations: Materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference, Nalchik, April 28–29, 2023. Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov". 2023:341–344. (In Russian).
 12. Digitalization of agriculture. Polit.ru website. Skolkovo [Electronic resource]. URL: http://polit.ru/article/2018/02/21/sk_digital_farming/ (date accessed 03/30/2022). (In Russian).
 13. **SHOGENOV B.A., ABAZOVA Z.K.** Possibilities and problems of using digitalization in small and medium-sized businesses. Development of the digital economy: theoretical and practical significance for the agro-industrial complex. Materials of the International Scientific and Practical Conference. Ed. I.V. Sharikova. 2019:350–353. (In Russian).

Шогенов Бетал Аминович,

профессор кафедры Экономики ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ

☎ 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, 1в
360030, Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Lenin Ave., 1v
e-mail: betal01@mail.ru

Елканов Аслан Валкисович,

советник ректора Московского финансово-юридического университета

☎ 363412, Респ. Северная Осетия-Алания, г. Дигора, 363412, North Ossetia-Alania, Digora,

Созаева Танзиля Хакимовна,

доцент кафедры Экономики ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ

☎ 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, 1в
360030, Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Lenin Ave., 1v
e-mail: sozaytanzilya@yandex.ru

УДК 65.012.26+519.876.3

DOI: 10.52531/1682-1696-2024-24-3-93-101

Обзорная статья

EDN: SDICKF

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ: ОПЫТ ВЫДАЮЩИХСЯ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ С.П. НИКАНОРОВА И П.Г. КУЗНЕЦОВА*

Е.Ф. ШАМАЕВА¹,
Е.М. БРЮХОВА², Е.Б. ПОПОВ³,
М.С. САЙДУМОВ⁴

¹ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УПРАВЛЕНИЯ, МОСКВА, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

² ФГАОУ ВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ», МОСКВА, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

³ ООО «НТЦ «АНКЛАВ», Г. ДУБНА, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

⁴ ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АКАД. М.Д. МИЛЛИОНЩИКОВА, Г. ГРОЗНЫЙ, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

В статье рассматривается история становления и развития в СССР систем сетевого планирования и управления на цель через призму жизненного пути, работы и взаимодействия двух выдающихся советских ученых, стоявших у истоков этой сферы деятельности, Спартака Петровича Никанорова и Побиска Георгиевича Кузнецова. Изложение подчинено хронологическому порядку и включает рассмотрение разработок за период с середины 1960-х гг., а также затрагивает проблемы сохранения и развития научного наследия. Материал приурочен к столетней годовщине со дня их рождения, приходящейся на 2023 и 2024 гг. соответственно.

Ключевые слова: сетевое планирование, целевое планирование, системы сетевого планирования и управления, П.Г. Кузнецов, С.П. Никаноров

Original article

FORMATION AND DEVELOPMENT OF NETWORK PLANNING AND MANAGEMENT SYSTEMS: THE EXPERIENCE OF OUTSTANDING SOVIET SCIENTISTS S.P. NIKANOROV AND P.G. KUZNETSOV

E.F. SHAMAEVA¹, E.M. BRYUKHOVA²,
E.B. POPOV³, M.S. SAIDUMOV⁴

¹ INSTITUTIONS OF THE STATE UNIVERSITY OF MANAGEMENT, MOSCOW, RUSSIAN FEDERATION

² INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION “NATIONAL RESEARCH NUCLEAR UNIVERSITY “МЕРФИ”, MOSCOW, RUSSIAN FEDERATION

³ RESEARCH AND TECHNICAL CENTER “ANKLAV” LLC, DUBNA, RUSSIAN FEDERATION

⁴ GROZNY STATE OIL TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ACAD. M.D. MILLIONSHCHIKOV, GROZNY, RUSSIAN FEDERATION

The article examines the history of the formation and development of network planning and target management systems through the prism of the life path, work and interaction of two outstanding Soviet scientists who stood at the origins of this field of activity – Spartak Petrovich Nikanorov and Pobisk Georgievich Kuznetsov. The presentation is given in chronological order, considers developments since the mid-1960s, and also touches on the problems of preserving and further developing their scientific heritage. The material is dedicated to the centenary anniversaries of both men (2023 and 2024 respectively). The research was funded by the Russian Science Foundation (project N 24-69-00043).

KEYWORDS: network planning, target planning, network planning and management systems, P.G. Kuznetsov, S.P. Nikanorov

© 2024, Е.Ф. Шамаева, Е.М. Брюхова, Е.Б. Попов
Поступила в редакцию 05.03.2024

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-69-00043).

ВВЕДЕНИЕ

Методы и системы сетевого планирования и управления были впервые созданы в США в 1950-х гг. в целях повышения эффективности управления проектами, в первую очередь – в области оборонных исследований и строительства. Самыми ранними примерами явились метод критического пути (CPM) и Program (Project) Evaluation and Review Technique (PERT). PERT была разработана в 1958 г. фирмой Booz Allen Hamilton для проекта создания корпорацией Lockheed Martin баллистических ракет Polaris. Critical Path Method (CPM) был разработан Морганом Уокером из компании DuPont и Джеймсом Келли из корпорации Remington Rand и впервые был применен в масштабном проекте в 1966 г. – при строительстве «башен-близнецов» Всемирного торгового центра.

Системы сетевого планирования и управления позволяют анализировать проекты и планировать работы, помогая идентифицировать критические задачи и оптимизировать график выполнения работ. Их эффективность и удобство обусловили их широкое применение в различных отраслях и дальнейшее развитие в США и по всему миру – в том числе в СССР (стране, плановый характер экономики которой наилучшим образом подходил для внедрения такого рода инструментов).

Рассмотрим становление и развитие сетевого планирования и управления на цель в Советском Союзе на примере работы двух выдающихся ученых – Спартака Петровича Никанорова (1923–2015) и Побиска Георгиевича Кузнецова (1924–2000).

1960-Е: РОЖДЕНИЕ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ЛАСУРС

История почти 40-летнего сотрудничества, совместных либо параллельных научных разработок и человеческой дружбы С.П. Никанорова и П.Г. Кузнецова, стоявших у истоков отечественного сетевого планирования и управления в социотехнических и организационных системах любой природы и сложности, обеими сторонами характеризуется любопытно схоже: Спартак Петрович называл себя «другом и оппонентом современного русского гения Побиска Кузнецова» [21, с. 8], а Побиск Георгиевич отметил Никанорова как своего «бессменного оппонента... резко сократившего число моих научных промахов» [5, с. 140], с которым ему «посчастливилось встретиться в 1963 г.» [6, с. 145] (см. также [2, с. 190]). Как мы видим из этой истории, их дискуссии оказывались крайне плодотворными и неизменно давали обоим импульсы для дальнейшего успешного продвижения по избранным траекториям в науке и практике.

Весной 1963 г. П.Г. Кузнецов представил в Научный Совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР свой материал «Мировая экономика как

Е.Ф. ШАМАЕВА,
Е.М. БРЮХОВА, Е.Б. ПОПОВ, М.С. САЙДУМОВ
СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМ СЕТЕВОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ: ОПЫТ
ВЫДАЮЩИХСЯ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ С.П.
НИКАНОРОВА И П.Г. КУЗНЕЦОВА

большая система, поддающаяся управлению», в котором обосновал необходимость разработки системы «Глобус», предназначенной для моделирования мировой экономики на основе «наиболее общих термодинамических закономерностей» и увязывающей потоки энергии и денежные потоки. Этот материал председатель Совета, академик АН СССР А.И. Берг разослал в ряд заинтересованных организаций и научных коллективов, получив от них около 20 отзывов – как положительных, так и резко критических [18].

В том же 1963 г. состоялось знакомство Кузнецова с С.П. Никаноровым на семинаре в Институте автоматизации и телемеханики. Это знакомство положило начало «...обмену мнениями о возможности или невозможности описания исторического процесса развития Человечества» [6, с. 146]. Никаноров – первооткрыватель сетевого планирования и управления (СПУ) для ученых и руководителей СССР – на тот момент уже был главным конструктором «СУР» (системы управления разработкой) Минрадиопрома; также он оказал неоспоримое влияние на системы «ПУСК» (планирование и управление строительством корабля, главный конструктор Г. Кезлинг) Минсудпрома и «КОМПАС» (комплект организационных механизмов проектирования авиационных систем, главный конструктор Е. Нисевич) Минавтопрома, а также крупнейший проект тех лет – систему «Заря-Голубой залив», обеспечивавшую создание атомных ракетноносцев с баллистическими ракетами на борту [9, с. 521]. Побиск Георгиевич представил ему идею вышеупомянутой системы «Глобус», и Спартак Петрович резонно парировал: «Допустим, сто тысяч лучших ученых Земли, наиболее талантливых и эрудированных, предоставлены для этой работы. Что ты с ними будешь делать?»

Предоставим слово Кузнецову (обратимся к материалу из электронного архива от 21–22 марта 1995 г., извлеченного из его компьютера):

«Мой жалкий лепет о том, что я им буду объяснять величие замысла, который обеспечивает разумное управление дальнейшим ходом истории человечества, с использованием объективного закона исторического развития, – вызовут энтузиазм и...»

В ответ я услышал еще один вопрос: «А ты знаешь, что такое сеть?»

Я не знал. Так и поступил «на курсы» сетевого планирования. Речь шла об американских системах PERT и CPM. Больше года я старался осмыслить ситуацию, которая порождена теорией, только что рожденной. Теория, которая давала математическое описание... проблемы превращения возможного в действительность.

Оказывается, что обязательным элементом, который необходим для превращения возможного в действительность, является наличие плана будущих действий.

Невероятно! Имея налицо все возможности, но не имея конкретного плана будущих действий, вы не можете превратить имеющиеся возможности в действительность...» [8, с. 409–410].

С этого времени у Побиска Георгиевича происходит постепенное соединение понимания человечества как органа космоса с идеями и методами сетевого планирования на цель. Первые публикации по теме сетевого планирования появилась в 1964 г. [13, 16].

Уже в 1965 г. П.Г. Кузнецов возглавил созданный в МГПИ им. В.И. Ленина сектор СПУ. С.П. Никаноров с самого начала стал бессменным консультантом работы этого сектора [2, с. 190–193].

В ноябре того же года в связи с выполнением задания по линии ВАКСМ, обусловленного проблемой воспитания подрастающего поколения, вызванной (по формулировке заказчика) «ростом культурного, общеобразовательного и научного уровня молодежи» [2, с. 193], состоялась судьбоносная встреча С.П. Никанорова и выдающегося советского философа Э.В. Ильенкова, организованная П.Г. Кузнецовым, завязавшим дружбу с Ильенковым еще в 1956 г. (после своего выступления в Институте философии АН СССР с докладом о проблеме жизни перед группой сотрудников, знавших его заочно по письму из села Казачинского¹, которое посетил Эвальд Васильевич).

Обратимся к другому материалу из электронного архива, датированному 1 мая 1997 г., и приведем пространную цитату, поскольку она весьма красноречиво описывает роль Никанорова и Ильенкова в деятельности самого Кузнецова:

«Я называл двух антиподов, своеобразную Сциллу и Харибду, между которыми была «зажата» вся моя научная деятельность... Но именно эти два человека поддерживали меня в моих усилиях по разработке полной системы жизнеобеспечения для людей как на земле, так и в космосе.

Объединяя две выдающиеся личности в названии настоящего текста, Спартака Петровича Никанорова и Эвальда Васильевича Ильенкова, являясь придирчивым учеником того и другого, я хотел показать необходимость синтеза «двух логик»: логики математической и логики диалектической...

Нетрудно видеть, что любая проблема – есть диалектическое противоречие. Решение проблем – и есть разрешение диалектических противоречий...

¹ Имеется в виду письмо о проблеме жизни и втором законе термодинамики, направленное освобожденным из лагеря, но еще не реабилитированным (имевшим официальный статус «бессрочного ссыланного») Кузнецовым в Институт философии АН СССР летом 1954 г., которое он (работая на тот момент на Казачинской МТС в 200 км к северу от Красноярска) подписал «тракторист Кузнецов» [2, с. 185–186]. К сожалению, рукопись этого письма утрачена.

Но я оставался «испорченным философом», поскольку я не только учитывал требования диалектики, но и всюду – в системах сетевого планирования, системном анализе, в организационных формах – стремился усмотреть, как же реально диалектика входит или вводится в жизнь. Ведь инструкции по освоению диалектической логики не существовало...

Итак, названные мною мои друзья – С.П. Никаноров и Э.В. Ильенков – открыли для меня возможность синтеза научной культуры человечества, обеспечивающего создание поколения творцов-конструкторов» [6, с. 145, 147, 151, 155].

В 1967 г. сектор СПУ был преобразован в Лабораторию систем управления, а в 1968 г. – в Лабораторию систем управления разработками систем (ЛаСУРС). Лаборатория разрабатывала и внедряла системы СПУ в различных отраслях народного хозяйства. С.П. Никаноров, ранее выступавший внешним консультантом, в 1967 г. сам перешел на работу в Лабораторию. Сама аббревиатура «СУР», вошедшая в название лаборатории, указывала на связь работ Побиска Георгиевича и Спартака Петровича [2, с. 190].

В работе ЛаСУРС применялась проблемно-ориентированная методология системного анализа для выделения приоритетных направлений и их соотношения. Так, метод дерева целей был впервые в стране применен к задачам геологии нефти и газа, а метод сетевого планирования – к задачам управления химической отраслью. В статье [14] впервые человеческая деятельность была разделена на три системных класса: функционирование, поддержание и развитие; черновой вариант этой работы был подготовлен в 1967 г. с указанием соавторства С.П. Никанорова, подстрочная ссылка на которого осталась и в финальной опубликованной версии. В этой же статье был продублирован разработанный С.П. Никаноровым и П.Г. Кузнецовым функциональный классификатор всех выпускаемых промышленностью материалов по целям их применения, впервые напечатанный в статье [11].

В этот период идеи русского космизма, увязанные с физической экономикой, стали рассматриваться Кузнецовым в терминах целей, достижением которых можно управлять. Физическое понимание экономики (в том числе измерения стоимости в единицах энергии – киловатт-часах) позволило выступить с утверждением, что финансовые и энергетические потоки должны соответствовать друг другу, а также с предложениями о конструировании систем научного управления обществом, определения общественных потребностей, коэффициентов качества плана и совершенства организаций как степени согласования скорости выпуска и скорости потребления. Были разработаны системы планирования и управления комплексными научными программами «СПУТНИК» [24] и «СКАЛАР» [23].

Разработка конкретной системы управления комплексной целевой программой («СПУТНИК-1») была начата П.Г. Кузнецовым по личной просьбе академика АМН СССР Василия Васильевича Парина; их знакомство состоялось еще в сталинских лагерях. Система проектировалась по заказу Института медико-биологических проблем и сперва предназначалась для разработки экологически замкнутой системы жизнеобеспечения лунной станции, а затем была переориентирована на создание Наземного экспериментального комплекса (НЭК). Эта иерархически построенная организационная система охватывала более шести тысяч участников из разных министерств и ведомств, а сетевая модель плана содержала 4000 индивидуальных работ. Разработка системы завершилась в декабре 1966 г., а общая продолжительность всего комплекса работ по созданию НЭК заняла около трех лет.

В процессе построения дерева целей в рамках разработки системы «СПУТНИК-1» из расплывчатой формулировки заказчика («[Находящемуся внутри Комплекса длительное время] человеку должно быть хорошо!») была выведена проблема потребностей. П.Г. Кузнецов совместно с С.П. Никаноровым пришли к выводу, что логика дела определяется жизненной важностью той или иной неустраняемой потребности: сколько времени человек может жить без доступа воздуха? сколько времени человек может жить без воды? сколько времени человек может жить без питания? Т.е. важность той или иной неустраняемой потребности определяет как состав, так и требования надежности системы жизнеобеспечения (и на Земле, и в космосе). Из приведенных вопросов «возникает» подсистема регенерации атмосферы, подсистема регенерации воды, подсистема питания и т.д., но возникает не по мановению волшебной палочки: разработку каждой конкретной подсистемы должен возглавлять человек. И здесь дерево целей трансформируется в «дерево ответственных лиц», каждое из которых должно обеспечить разработку той или иной подсистемы [12, с. 27–28].

При этом было установлено, что деньги в системе жизнеобеспечения не служат удовлетворению какой-либо неустраняемой потребности, поэтому энергетический подход П.Г. Кузнецова, обозначенный им еще в 1963 г., получил новое подкрепление и импульс к дальнейшему развитию.

В том же 1965 г., когда в МГПИ начал работать сектор СПУ, в США приобрела значительную популярность книга Стэнфорда Оптнера «Системный анализ для решения проблем бизнеса и промышленности» [17], и неизбежно встал вопрос о русскоязычном издании, судьбу которого решило участие ЛаСУРС: на семинарах Лаборатории книга была изложена, и С.П. Никаноровым был выполнен перевод, а также написана вводная статья. Так Оптнер вошел в число «классиков» среди советских «системщиков». Впо-

Е.Ф. ШАМАЕВА,
Е.М. БРЮХОВА, Е.Б. ПОПОВ, М.С. САЙДУМОВ
СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМ СЕТЕВОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ: ОПЫТ
ВЫДАЮЩИХСЯ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ С.П.
НИКАНОРОВА И П.Г. КУЗНЕЦОВА

следствии им стал и Стэнли Янг, «Системное управление организацией» которого было выпущено на русском языке в 1972 г. также под редакцией и с предисловием Никанорова [26, с. 92].

Работы Оптнера и Янга относились к прикладному, проблемно-ориентированному направлению системного анализа, характерной особенностью которого являлось соответствие между понятием «система» и «решение проблемы»: системой названо то, что является средством решения проблем. Также это направление получило название целевого подхода, ибо вне целей нет и проблем [17, с. 51].

Еще одной особенностью труда С. Оптнера явилось определение системы как объекта, обеспечивающего протекание процесса. При отождествлении этого понятия с понятием «поток» можно говорить о «системе как о том, что обеспечивает протекание процесса или сохранение потока» – и здесь явно прослеживаются корни потоковой концепции П.Г. Кузнецова, сформулированной им еще в начале 1960-х гг.

1970-Е: СЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ КУРСАМИ

Участовавший в работе ЛаСУРС Давид Борисович Персиц впоследствии вспоминал слова Никанорова, что работоспособный научно-производственный коллектив создается годами и десятилетиями кропотливым, тяжелым трудом, а разрушен может быть за короткое время «одним ударом»; к таким коллективам необходимо относиться бережно, их надо «холить и лелеять», пестовать и выхаживать [2, с. 218–219]. Именно такой удар был нанесен по Лаборатории: на основании результатов финансовой ревизии, обнаружившей нарушения, в 1970 г. ЛаСУРС ликвидировали; на Кузнецова было возбуждено уголовное дело, он был исключен из партии и помещен в институт им. Сербского. О его освобождении ходатайствовали вышеупомянутый В.В. Парин, С.П. Никаноров и другие ученые, подписавшие в марте 1971 г. открытое письмо XXIV съезду КПСС (передаче этого письма съезду лично способствовал А.И. Берг). Предпринятые действия возымели эффект: П.Г. Кузнецова удалось выволить из лап «карательной психиатрии», он был восстановлен на работе, а впоследствии и в партии [2, с. 195–197; 19].

На этом этапе профессиональные пути Кузнецова и Никанорова разошлись и более не сходились столь тесно. Однако жизнь преподнесла еще немало пересечений их траекторий, в том числе довольно неожиданных.

В начале 1970-х гг. П.Г. Кузнецов, реализуя предложение Гелия Николаевича Поварова использовать тензорный метод Габриэля Крона для описания сетевых моделей систем и иерархии систем управления, редактировал русский перевод фундаментального труда Габриэля Крона «Тензорный анализ сетей»,

в конечном итоге опубликованный в 1978 г. В этой книге, а потом также и в работах японской «Исследовательской ассоциации прикладной геометрии» (RAAG) он обнаружил «почти в явном виде» возможность синтеза математической и диалектической логики [4, с. 223–224]. Примерно в тот же период времени сотрудниками С.П. Никанорова в основу разработки «Автоматизированной системы проектирования систем организационного управления» (АСП СОУ) были положены труды другой математической школы – французской группы математиков, публиковавшихся под псевдонимом Николя Бурбаки. Об этой фундаментальной «развилке» много позже написал сам Кузнецов в материале [6].

В 1975 г. началась закрытая НИР «Эффективность» по инициативе Заместителя председателя Научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Совете министров СССР генерала Бориса Александровича Киясова и академика АН СССР Владимира Сергеевича Семенихина (ниже сведения о данной НИР приводятся по [1]).

Проблемой, периодически встававшей перед Научно-техническим советом, была принципиальная ограниченность методик, использовавшихся для оценки эффективности различных систем оборонного назначения и невозможность, как правило, определить с помощью этих методик конечную эффективность использования всей совокупности проектируемых и внедряемых систем.

С учетом того, что стоимостные критерии вообще крайне ограниченно применимы к оценке систем оборонного назначения (а в СССР середины 1970-х гг. – тем более), высказанное П.Г. Кузнецовым предложение использовать для анализа их эффективности только объективно (физически) определяемые величины вызвало интерес как у руководителей ВПК, так и у ряда генеральных конструкторов – прежде всего, у упомянутого академика В.С. Семенихина.

Для руководства исследованиями по данной проблематике был создан Межведомственный совет по эффективности крупномасштабных систем, который возглавил академик АН СССР Виктор Михайлович Глушков. Решением НТС ВПК в план научно-исследовательских работ ведущих научно-исследовательских институтов ряда министерств и ведомств была включена НИР «Эффективность», головной организацией по которой был определен ЦНИИ Радиозлектронных систем Минрадиопрома. В Вычислительном центре НИИИАА была образована группа под руководством Ш.Г.-М. Шамяля. Побиск Георгиевич был назначен главным конструктором информационно-аналитической системы для Ставки Верховного главнокомандующего.

Уже первые исследования по данной теме показали недостаточность как понятийного аппарата, так и инструментария анализа эффективности конкрет-

ных систем на предприятиях-соисполнителях НИР «Эффективность». Это подтолкнуло фундаментальные и прикладные работы, которые велись по данной проблематике в Институте кибернетики АН УССР, МИФИ, Ивановском госуниверситете и в других научных центрах. Была произведена разработка практических методик и программных продуктов для получения комплексных оценок эффективности конкретных систем не только оборонного, но и народнохозяйственного назначения.

К концу 1970-х гг. задачи проекта были существенно расширены: в их число вошла разработка системы управления страной на особый период, объединяющей управление народным хозяйством, вооруженными силами и идеологией.

В архивных материалах НИР «Эффективность» (а именно – в «Предварительном отчете» начала 1980-х гг.) имеются ссылки на совместные разработки Кузнецова и Никанорова: в частности, произведенное ими соединение двух типов иерархии критериев эффективности (по времени достижения цели и по объему) системы в один критерий посредством введения специального термина для обозначения критерия объединенной системы, который включает и объем системы, и временной интервал, – термина «хроно-топ». Это понятие использовалось, к примеру, в разработанной в рамках НИР формализованной конструкции машинной системы управления фирмой в условиях американской (капиталистической) экономики, т.к. это позволяло ознакомиться с характером действия закона стоимости в наиболее явном виде, что являлось необходимым элементом для понимания объективных законов исторического развития, положенных в основу НИР «Эффективность»: именно эта объективность обеспечивала научную базу предлагаемым критериям эффективности [10, с. 24–25].

В апреле 1978 г. Кузнецов рецензировал поступившую в издательство «Советское радио» книгу «Специальное математическое обеспечение управления», а также с одобрения академика Семенихина внес в нее многочисленные правки. В этой связи с Кузнецовым познакомился один из соавторов этой книги, полковник КГБ Михаил Иванович Гвардейцев, начальник 9-го отдела (сектора) Управления делами Совмина СССР, в ведении которого были разработки системы управления на особый период; именно он в конце 1970-х гг. стал куратором НИР «Эффективность» со стороны высшего руководства Союза, заменив в этой роли Киясова и повлияв на расширение задач работы [2, с. 206].

В это же время коллектив под руководством С.П. Никанорова работал в качестве структурного подразделения головного института Госстроя СССР (ЦНИПИИАСС). С.Б. Чернышев в вышеуказанной книге [26], а также в беседе с Глебом Олеговичем Павловским в 2015 г. вспоминал, что сектор Никанорова,

разрабатывавший метод концептуального проектирования, ютился в крохотной сторожке, что резко контрастировало с осуществляемыми разработками: «Была безумная технократическая идея – построить систему управления и автоматизировать систему разработки сложных целевых проектов и программ вплоть до пятилетних планов... Это было абсолютно далекое будущее...».

Летом 1978 г. коллектив под руководством С.П. Никанорова защитил технический проект автоматизированной системы проектирования в 32 томах, которая должна была «печь, как пирожки» советские пятилетние планы: предлагаемая система могла за полчаса переверстать весь пятилетний план, внося необходимые изменения и устранив все возникающие противоречия (все упиралось лишь в вычислительные мощности применяемых ЭВМ). С этой же проблемой чуть позже столкнулся и Кузнецов: в 1982 г. возможностей ВЦ НИИИАА Минрадиопроба СССР не хватило для создания модели управления мировой и советской экономикой по критерию роста свободной энергии.

Год спустя, 3 июля 1979 г., сторожку посетил с визитом М.И. Гвардейцев, тем самым став заочным «связующим звеном» между Кузнецовым и Никаноровым. Он объявил работникам сектора, что их проект имеет стратегическое значение, и дальнейшие разработки будут осуществляться по открытой смете [27].

Однако реальность вскоре перечеркнула открывшиеся было перспективы: в конце 1980 г. ушел из жизни А.Н. Косыгин, который был главным покровителем «организационных технологий» в советском высшем руководстве, а в 1982 г. отправили на пенсию Гвардейцева [2, с. 206].

1980-Е И ДАЛЕЕ: ТУРБУЛЕНТНОСТЬ И НОВЫЕ НАЧИНАНИЯ

15 июня 1983 г., выступая на Пленуме ЦК КПСС, Генеральный секретарь Ю.В. Андропов заявил: «...мы еще до сих пор не изучили в должной степени общество, в котором живем и трудимся, не полностью раскрыли присущие ему закономерности, особенно экономические. Поэтому порой вынуждены действовать, так сказать, эмпирически, весьма нерациональным способом проб и ошибок» [25]. С.Б. Чернышев в упомянутой беседе с Г.О. Павловским свидетельствует, что под влиянием этого выступления вернулся работать к Никанорову и выдвинул предложение сместить фокус разработок: до сих пор они были ориентированы на хозяйственников, которым требовалась система управления, однако выяснилось, что настоящая проблема была на уровне идеологии – люди не знали, куда идут, зачем, как все устроено. Спартак Петрович поддержал это предложение, но по ряду причин работа так и не началась.

С 1984 г. разработанная в конце 1960-х гг. под руководством Кузнецова и при деятельном участии

Е.Ф. ШАМАЕВА,
Е.М. БРЮХОВА, Е.Б. ПОПОВ, М.С. САЙДУМОВ
СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМ СЕТЕВОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ: ОПЫТ
ВЫДАЮЩИХСЯ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ С.П.
НИКАНОРОВА И П.Г. КУЗНЕЦОВА

Никанорова система «СКАЛАР» внедрялась в работу Главмособлстроя (сначала на уровне треста «Мособлсельстрой-18», а с 1986 г. – по всем организациям) [15]: тресты улучшили экономические показатели, некоторые из убыточных организаций перестали быть таковыми. Однако в 1989 г. Главмособлстрой был ликвидирован.

Тем временем, когда в 1987 г. стало ясно, что НИР «Эффективность» не будет продолжена, Ш.Г.-М. Шамиль собрал у себя дома обширный материал по экономическому блоку НИР в надежде сохранить полученные результаты для возможного последующего возобновления работ [1, с. 13].

Отметим, что П.Г. Кузнецов во второй половине 1980-х гг. несколько раз лично встречался в С.П. Никаноровым (в том числе в редакции газеты «Правда», где Побиск Георгиевич работал в то время) [2, с. 206]. Кузнецов был в курсе разработок Никанорова, о чем свидетельствует, к примеру, такой фрагмент из материала из электронного архива от мая-августа 1996 г.:

«...работа, более известная как «концептуальное проектирование систем организационного управления» и его применение в капитальном строительстве, – имеет более чем 25-летнюю историю и возглавляется С.П. Никаноровым» [3, с. 250].

1990-е гг. ознаменовались возобновлением прямого сотрудничества Спартак Петровича и Побиска Георгиевича. Во второй половине декады они оба входили в Экспертный совет Комитета по безопасности Государственной Думы РФ (второго созыва) – С.П. Никаноров был заместителем председателя направления по вопросам национальной безопасности, а П.Г. Кузнецов являлся председателем Научного совета по проектированию крупномасштабных систем на основе физических измеряемых величин. Тем не менее Кузнецов видел фактическую невостребованность подобных разработок, хотя и пытался их популяризовать (см., например, заметку [9]).

Кузнецов публиковался в изданиях Аналитического центра «Концепт» Никанорова: в сборнике «Проблемы и решения» (№1 / 1996) вышла статья [7], в бюллетене «Подмножество» (вып. №11 / 1998) напечатали материал «Как назвать область деятельности, которой мы занимаемся? (краткое изложение обсуждения, проведенного П.Г. Кузнецовым и С.П. Никаноровым 10.02.97)».

В 1997 г. С.П. Никаноров составил обширный список публикаций и рукописей П.Г. Кузнецова, а также написал небольшой очерк его научной деятельности; эти материалы он показал Побиску Георгиевичу и обсудил с ним. В дальнейшем они вошли в единственное прижизненное издание, посвященное П.Г. Кузнецову, – небольшую книжку [20], выпущенную АЦ «Концепт» совместно с Международным университетом природы, общества и человека «Дубна» (2-е издание, исправлен-

ное и дополненное, вышло в 2000 г., незадолго до смерти Кузнецова).

В 2003 г. вдова Ш.Г.-М. Шамяля Виктория согласилась включить собранные им ранее материалы по НИР «Эффективность» в состав архива П.Г. Кузнецова. Эти материалы, а также книги и рукописи, переданные вдовой П.Г. Кузнецова А.М. Сеитовой, были отсортированы, систематизированы и подготовлены для передачи в Мосгорархив С.П. Никаноровым и его сотрудниками [1, с. 13].

В 2000-е гг. С.П. Никаноров выпустил ряд публикаций, связанных с П.Г. Кузнецовым и его научным наследием, перепечатанных в [22], в которых дал характеристику применявшейся им методологии, назвав ее радикальным конструктивизмом. Он следующим образом охарактеризовал их многолетнее сотрудничество: «Я был близок к П.Г. Кузнецову в течение 37 лет, детально знаком с его жизненным путем, с его деятельностью и его идеями. ...Области наших интересов и деятельности, формы мышления и поведения были существенно различными. Однако мы образовали своеобразную интеллектуальную целостность, весьма эффективную, оказали значительное влияние друг на друга. Выражаясь классическим языком, мы были «нераздельны и неслиянны» [22, с. 282].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: СОХРАНЕНИЕ НАСЛЕДИЯ И ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

В 2015 г. силами Международной научной школы устойчивого развития имени П.Г. Кузнецова под эгидой РАЕН, а с 2018 г. и Русского космического общества, была начата систематическая публикация его научного наследия – к настоящему времени сборник «Наука развития Жизни» насчитывает 6 томов. Это издание стало возможным благодаря деятельности С.П. Никанорова по сохранению материалов Кузнецова и передаче их в архив.

Научная деятельность С.П. Никанорова и П.Г. Кузнецова получила продолжение в многочисленных трудах их соратников, учеников и последователей. Выделим особо работы Андрея Евгеньевича Петрова (который в 1970-е гг. совместно с В.И. Хрипуновым переводил на русский язык «Тензорный анализ сетей» Г. Крона): он разработал тензорный метод двойственных сетей на основе нового инварианта изменения структуры и создал сетевые модели систем безопасности нефтепереработки, шахтной вентиляции, электроэнергетики, систем логистики, межотраслевого баланса, банков и других сложных технических и экономических систем с переменной структурой, нашедшие широкое практическое применение, в том числе в контексте анализа состояния и динамики изменения банковской системы России и управления устойчивым развитием различных объектов, характеризующихся нелинейным поведением.

Фундаментальные и прикладные результаты, полученные А.Е. Петровым, изложены им в монографиях «Тензорная методология в теории систем» (М.: Радио и связь, 1985), «Рейтинги в экономике: методология и практика» (М.: Финансы и статистика, 2005), «Тензорный метод двойственных сетей» (М.: Центр информационных технологий в природопользовании, 2007) и др., а также во множестве научных статей.

Перспективной видится возможность электронной реализации систем сетевого планирования и управления, основанных на идеях и методах СПУТНИКА и СКАЛАРА (в силу их простоты, наглядности, доступности для понимания и удобства – всего, что в наше время объединяется понятием user-friendly) и дополненных современными наработками в сфере управления проектами, поскольку вычислительная мощность современных компьютеров достаточна для воплощения в жизнь даже самых смелых визионерских планов отцов-основателей этого направления в СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Беляков-Бодин В.И., Никаноров С.П., Петров А.Е.** НИР «Эффективность» и ее представление в документах архива П.Г. Кузнецова (фонд 152) // Наука развития Жизни. П.Г. Кузнецов. М.: Дубна: РКО – МНШУР им. П.Г. Кузнецова, 2020. Т. 4. С. 10–16.
2. Биография П.Г. Кузнецова // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: РАЕН, 2015. Т. 1. С. 159–219.
3. **Кузнецов П.Г.** Введение в теорию конфликтов (о политическом портрете страны) // Наука развития Жизни. М.: РАЕН, 2015. Т. 3. С. 250–271.
4. **Кузнецов П.Г.** Диалектика, математическая логика и «формальная» логика // Наука развития Жизни. М.: Дубна: РКО – МНШУР им. П.Г. Кузнецова, 2021. Т. 5. С. 210–225.
5. **Кузнецов П.Г.** Искусственный интеллект и разум человеческой популяции // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: РАЕН, 2015. Т. 1. С. 95–141.
6. **Кузнецов П.Г.** История математики – история рождения диалектики математики // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: РАЕН, 2015. Т. 2. С. 145–155.
7. **Кузнецов П.Г.** К проблеме оснований математики // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: РАЕН, 2015. Т. 2. С. 112–125.
8. **Кузнецов П.Г.** Книга 1: сети (введение, глава 1, глава 2) // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: РАЕН, 2015. Т. 3. С. 409–428.
9. **Кузнецов П.Г.** Ответь на 6 вопросов, и Россия станет самой демократической страной // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: РАЕН, 2015. Т. 3. С. 521–523.
10. **Кузнецов П.Г.** Предварительный отчет по НИР «Эффективность» // Наука развития Жизни. П.Г. Кузнецов. М.: Дубна: РКО – МНШУР

- им. П.Г. Кузнецова, 2020. Т. 4. С. 23–60.
11. **КУЗНЕЦОВ П.Г.** Развитие народного хозяйства и проблема энерговооруженности труда // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: Дубна: РКО – МНШУР им. П.Г. Кузнецова, 2023. Т. 6. С. 56–62.
 12. **КУЗНЕЦОВ П.Г.** Роль работ Э.В. Ильенкова в разработке систем жизнеобеспечения // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: РАЕН, 2015. Т. 2. С. 23–28.
 13. **КУЗНЕЦОВ П.Г., СОКОЛОВ В.А.** Общие представления о кибернетике и путях ее применения в геологии нефти и газа // Применение кибернетики в геологии нефти и газа. М.: ЦНИИТЭнефтегаз, 1964. С. 5–38.
 14. **КУЗНЕЦОВ П.Г., СТАХЕЕВ Ю.И.** Термодинамические аспекты труда как отношения человека к природе // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: РАЕН, 2015. Т. 3. С. 46–61.
 15. Методические рекомендации по разработке и внедрению системы контроля за ходом жилищного строительства «СКАЛАР» в строительных организациях Главмособлстроя // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: Дубна: РКО – МНШУР им. П.Г. Кузнецова, 2023. Т. 6. С. 262–272.
 16. **НИКАНОРОВ С.П., КУЗНЕЦОВ П.Г., УЛЬЯНОВ В.Н.** Доклад о применимости сетевого планирования в организациях Госхимкомитета. М.: НИИТЭХИМ, 1964. 59 с.
 17. **ОПТНЕР С.А.** Системный анализ для решения проблем бизнеса и промышленности. пер. с англ. М.: Концепт, 2006. 206 с.
 18. Отзывы на статью П.Г. Кузнецова «Мировая экономика как большая система, поддающаяся управлению» // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: РАЕН, 2015. Т. 3. С. 31–45.
 19. Письма в поддержку П.Г. Кузнецова // Наука развития Жизни. П.Г. Кузнецов. М.: Дубна : РКО – МНШУР им. П.Г. Кузнецова, 2021. Т. 5. С. 309–317.
 20. Побиск Георгиевич Кузнецов: идеи и жизнь / сост. и ред. С.П. Никаноров. 2-е изд., испр. и доп. М.: Дубна : АЦ «Концепт» – МУПОЧ «Дубна», 2000. 192 с.
 21. Предисловие составителей // Наука развития Жизни. П.Г. Кузнецов. М.: Дубна : РКО – МНШУР им. П.Г. Кузнецова, 2020. Т. 4. С. 7–9.
 22. С.П. Никаноров о П.Г. Кузнецове // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: Дубна : РКО – МНШУР им. П.Г. Кузнецова, 2023. Т. 6. С. 273–307.
 23. Система контроля акций лиц, акций работ («СКАЛАР») // Наука развития Жизни. Кузнецов П.Г. М.: Дубна : РКО – МНШУР им. П.Г. Кузнецова, 2023. Т. 6. С. 183–201.
 24. Система сетевого планирования и управления тематическими научно-исследовательскими коллективами («СПУТНИК-1») // Наука развития Жизни.

Е.Ф. ШАМАЕВА, Е.М. БРЮХОВА, Е.Б. ПОПОВ, М.С. САЙДУМОВ
 СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМ СЕТЕВОГО
 ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ: ОПЫТ
 ВЫДАЮЩИХСЯ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ С.П.
 НИКАНОРОВА И П.Г. КУЗНЕЦОВА

- Кузнецов П.Г. М.: Дубна : РКО – МНШУР им. П.Г. Кузнецова, 2023. Т. 6. С. 63–182.
25. **ТРУШКОВ В.** К 100-летию со дня рождения Ю.В. Андропова. По страницам газеты «Правда». URL: <http://www.comparty.by/k-100-letiyu-sodnya-rozhdeniya-yuv-andropova> (дата обращения 31.01.2024).
 26. **ЧЕРНЫШЕВ С.Б.** Корпоративное предпринимательство: от смысла – к предмету. М.: ОАО «Молодая гвардия», 2001. 190 с.
 27. **ЧЕРНЫШЕВ С.Б., ПАВЛОВСКИЙ Г.О.** Жизнь длиною с ладонь. Советский мир без лидеров и проектов: локальные поиски идеала. Гефтер.ру. URL: <https://gefeter.ru/archive/16921> (дата обращения 24.01.2024).

REFERENCES

1. **BELYAKOV-BODIN V.I., NIKANOROV S.P., PETROV A.E.** Research work “Efficiency” and its presentation in documents from the archive of P.G. Kuznetsova (fund 152). *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov.* Moscow: Dubna: RKO – Mezhdunarodnaya nauchnaya shkola ustojchivogo razvitiya imen P.G.Kuznecova. 2020;4:10–16 (In Russian).
2. Biografiya P.G. Kuznecova. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov.* Moscow: RAEN, 2015;1:159–219. (In Russian).
3. **KUZNECOV P.G.** Introduction to the theory of conflicts (about the political portrait of the country). *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov.* Moscow: RAEN, 2015;3:250–271. (In Russian).
4. **KUZNECOV P.G.** Dialectics, mathematical logic and “formal” logic. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov.* Moscow : Dubna : RKO – Mezhdunarodnaya nauchnaya shkola ustojchivogo razvitiya imen P.G. Kuznecova, 2021;5:210–225. (In Russian).
5. **KUZNECOV P.G.** Artificial intelligence and the mind of the human population. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov.* Moscow: RAEN, 2015;1:95–141. (In Russian).
6. **KUZNECOV P.G.** History of mathematics – the history of the birth of dialectics of mathematics. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov.* Moscow: RAEN, 2015;2:145–155. (In Russian).
7. **KUZNECOV P.G.** On the problem of the foundations of mathematics. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov.* Moscow: RAEN, 2015;2:112–125. (In Russian).
8. **KUZNECOV P.G.** Book 1: networks (introduction, chapter 1, chapter 2). *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov.* Moscow: RAEN, 2015;3:409–428. (In Russian).
9. **KUZNECOV P.G.** Answer 6 questions, and Russia will become the most democratic country. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov.* Moscow: RAEN, 2015;3:521–523. (In Russian).
10. **KUZNECOV P.G.** Preliminary report on research work

- “Efficiency”. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov*. Moscow: Dubna: RKO – Mezhdunarodnaya nauchnaya shkola ustojchivogo razvitiya imen P.G.Kuznecova, 2020;4:23–60 (In Russian).
11. **KUZNETSOV P.G.** Development of the national economy and the problem of power supply of labor. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov*. Moscow: Dubna: RKO – Mezhdunarodnaya nauchnaya shkola ustojchivogo razvitiya imen P.G.Kuznecova, 2023;6:56–62. (In Russian).
 12. **KUZNETSOV P.G.** The role of the works of E.V. Ilyenkova in the development of life support systems. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov*. Moscow: RAEN, 2015;2:23–28. (In Russian).
 13. **KUZNETSOV P.G., SOKOLOV V.A.** General ideas about cybernetics and ways of its application in the geology of oil and gas. Application of cybernetics in the geology of oil and gas. Moscow : CNIITeneftgaz, 1964:5–38. (In Russian).
 14. **KUZNETSOV P.G., STAHEEV YU.I.** Thermodynamic aspects of labor as the relationship of man to nature. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov*. Moscow: RAEN, 2015;3:46–61. (In Russian).
 15. **KUZNETSOV P.G.** Methodological recommendations for the development and implementation of the system for monitoring the progress of housing construction “SCALAR” in construction organizations of Glavmosoblstroy. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov*. Moscow: Dubna : RKO – Mezhdunarodnaya nauchnaya shkola ustojchivogo razvitiya imen P.G.Kuznecova, 2023;6: 262–272. (In Russian).
 16. **NIKANOROV S.P., KUZNETSOV P.G., UL'YANOV V.N.** Report on the applicability of network planning in organizations of the State Chemical Committee. Moscow: NIITEKHIM, 1964;59. (In Russian).
 17. **OPTNER S.L.** Systems analysis for solving business and industrial problems. Moscow: Koncept, 2006:206. (In Russian).
 18. Reviews of the article by P.G. Kuznetsova “The world economy as a large system that can be managed”. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov*. Moscow: RAEN, 2015;3:31–45. (In Russian).
 19. Letters in support of P.G. Kuznetsova. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov*. Moskva: Dubna: RKO – Mezhdunarodnaya nauchnaya shkola ustojchivogo razvitiya imen P.G.Kuznecova, 2021;5:309–317. (In Russian).
 20. Pobisk Georgievich Kuznetsov: ideas and life. comp. and ed. S.P. Nikanorov. 2nd ed., rev. and additional. Moscow: Dubna: AC «Koncept» – MUPOCH «Dubna», 2000:192. (In Russian).
 21. Preface by the compilers. *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov*. Moscow: Dubna: RKO – Mezhdunarodnaya nauchnaya shkola ustojchivogo razvitiya imen P.G.Kuznecova, 2020;4:7–9. (In Russian).
 22. S.P. Nikanorov about P.G. Kuznetsov. Science of Life Development. Kuznecov P.G. Moscow: Dubna: RKO – Mezhdunarodnaya nauchnaya shkola ustojchivogo razvitiya imen P.G. Kuznecova, 2023;6:273–307. (In Russian).
 23. System for monitoring shares of persons, shares of work (“SCALAR”). *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov*. Moscow: Dubna: RKO – Mezhdunarodnaya nauchnaya shkola ustojchivogo razvitiya imen P.G.Kuznecova, 2023;6:183–201. (In Russian).
 24. System of network planning and management of thematic research teams (“SPUTNIK-1”). *Nauka razvitiya Zhizni. P.G. Kuznetsov*. Moscow: Dubna: RKO – Mezhdunarodnaya nauchnaya shkola ustojchivogo razvitiya imen P.G. Kuznecova, 2023;6:63–182. (In Russian).
 25. **TRUSHKOV V.** To the 100th anniversary of the birth of Yu.V. Andropova. Through the pages of the newspaper Pravda. URL: <http://www.comparty.by/k-100-letiyu-so-dnya-rozhdeniya-yuv-andropova>. (In Russian).
 26. **CHERNYSHEV S.B.** Corporate entrepreneurship: from meaning to subject. Moscow: ОАО «Molodaya gvardiya», 2001:190. (In Russian).
 27. **CHERNYSHEV S.B., PAVLOVSKIY G.O.** Life is as long as your palm. The Soviet world without leaders and projects: local searches for the ideal. URL: <https://gefter.ru/archive/16921> (In Russian).
-
- Шамаева Екатерина Федоровна**,
 к.т.н., доцент, руководитель научного проекта Центра проектирования устойчивого развития институтов гражданского общества Государственного университета управления
- ☎ 109542, г. Москва, Рязанский пр-т, д. 99,
 109542, Moscow, Ryazansky Prospekt, 99
 тел: +7 (495) 377-77-88 (доб. 2201),
 e-mail: ef_shamaeva@guu.ru
- Брюхова Елена Михайловна**,
 аспирант кафедры №71 ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
- ☎ 115409, г. Москва, Каширское ш., д. 31,
 115409, Moscow, Kashirskoye sh., 31,
 e-mail: elena@angift.ru
- Попов Евгений Борисович**,
 главный технолог ООО «НТЦ «Анклав»
- ☎ 141981, Московская обл., г. Дубна, пр-кт Боголюбова,
 д. 19а,
 141981, Moscow region, Dubna, Bogolyubova Ave, 19a,
 e-mail: mc.insekt@gmail.com
- Сайдумов Магомед Саламувич**,
 к.т.н., доцент кафедры Технологии строительного производства Грозненского государственного нефтяного технического университета имени академика М.Д. Миллионщикова
- ☎ 364051, Чеченская Респ., г. Грозный,
 пр-т им. Х.А. Исаева, 100
 e-mail: Saidumov_m@mail.ru

УДК 331.108.45

DOI: 10.52531/1682-1696-2024-24-3-102-104

Научная статья

EDN: RQHES

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ РАЗВИТИЯ ПЕРСОНАЛА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА

А. В. РУСАЛЕЕВРОССИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ МИРЭА,
МОСКВА, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Статья посвящена описанию исследования системы развития персонала в научно-исследовательском институте. Рассматриваются теоретические, методологические и практические аспекты направлений развития работников.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: развитие персонала, обучение персонала, управление человеческими ресурсами, кадровый резерв, профессиональная подготовка, управление карьерой работников

Современные социально-экономические условия России, огромное количество инновационных технологий и в то же время усиливающаяся стрессогенность внешней среды предъявляют все более жесткие требования к персоналу организаций. Конкурентоспособность любой фирмы напрямую зависит от человеческих ресурсов, которые обуславливают эффективность использования времени, финансов, материально-технической базы предприятия. Работники должны не только обладать хорошими профессиональными знаниями, умениями, навыками и профессионально важными качествами личности, но и иметь сформированные *soft skills*, определяющие степень гибкости, адаптивности и способности быстро реагировать на изменения.

К ключевым показателям успешности деятельности организации относят получаемую ею прибыль, формирующуюся в условиях рационального использования имеющихся ресурсов для создания товаров или услуг, и наличие организованной группы персонала с высокой эффективностью работы. Организация, имеющая своей целью достижение этих показателей,

Original article

DIRECTIONS FOR IMPROVING THE PERSONNEL DEVELOPMENT SYSTEM OF A RESEARCH INSTITUTE

A. V. RUSALEEVRUSSIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
MIREA, MOSCOW, RUSSIAN FEDERATION

The article is devoted to a description of the study of the personnel development system at a research institute. Theoretical, methodological and practical aspects of employee development areas are considered.

KEYWORDS: personnel development, personnel training, human resource management, personnel reserve, professional training, employee career management

стремится снизить затрачиваемые ресурсы до минимума и получить при этом максимальный размер прибыли. При этом неотъемлемым условием успешности системы управления персоналом в целом считается измерение и оценка результативности работы своих служащих [1].

В связи с этим все более актуальным становится вопрос развития персонала любой компании, заинтересованной в росте своей прибыли, конкурентоспособности и стабильности. А.Н. Никишина подчеркивает, что грамотно выстроенная система развития персонала позволяет снизить текучесть кадров, разработать направления подготовки управленческого персонала и состава молодых специалистов, легче осваивать инновационные технологии и др.

Значимость развития персонала для любой организации отмечают В.М. Маслова, И.Б. Дуракова, А.Я. Кибанов и многие другие отечественные и зарубежные авторы. При этом в науке нет единого взгляда на этот аспект. В.М. Маслова под развитием персонала понимает «процесс подготовки сотрудника к выполнению новых производственных должностей, подчеркивая, что в его структуру должны входить действия, включающие выработку стратегии развития сотрудников фирмы, прогнозирование и планирование потребности в персонале, система управления профессиональным ростом, в том числе карьерой, адаптация

и обучение человеческих ресурсов, а также формирование организационной культуры» [3].

Ж.А. Жилина, В.А. Кабанов, К.В. Сергеева в своей работе приводят обобщенную структуру системы управления человеческими ресурсами, подчеркивая, что развитие персонала – одна из трех ключевых составляющих этого процесса (рис. 1).

Обобщая теоретические представления о системе развития персонала, можно констатировать высокую значимость этого процесса для любой организации, а также недостаточную разработанность в отечественной литературе конкретных направлений его совершенствования. Незначителен опыт разработки конкретных методов и технологий на предприятиях разных сфер направленности. Базой для эмпирического исследования стало акционерное общество «Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А.И. Берга» (далее – Общество, институт). Общество является коммерческой организацией, цель деятельности которой – обеспечение обороноспособности и безопасности Российской Федерации, развитие военно-технического сотрудничества Российской Федерации с иностранными государствами и получение прибыли путем осуществления предпринимательской деятельности. При этом одними из ведущих направлений деятельности Общества выделяют [4]:

- разработка, производство, модернизация, гарантийное и послегарантийное обслуживание, авторский надзор и ремонт комплексов, систем радиоэлектронной борьбы, радио- и радиотехнического наблюдения, устройств нелинейной радиолокации, их составных частей и комплектующих материалов;

- проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию радиотехнических изделий и их составных частей специального, двойного и гражданского назначения, включая изделия медицинской техники;

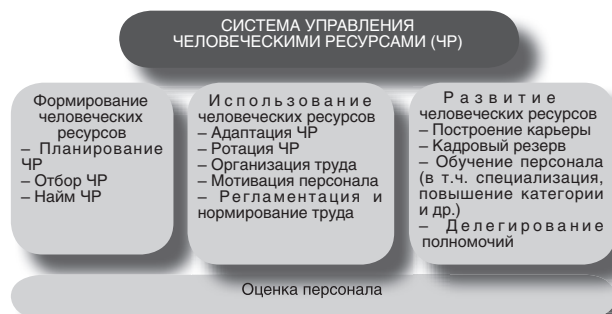


Рис. 1.

Положение оценки персонала в системе управления человеческими ресурсами по Ж.А. Жилиной, В.А. Кабанову, К.В. Сергеевой [2]

- проектирование и строительство радиотехнических полигонов и безэховых камер;

- разработка и производство полигонного оборудования;

- выполнение проектных, инженерно-конструкторских, строительно-монтажных работ по капитальному строительству и др.

Как можно видеть из выдержки Устава, Общество включает в себя как научно-исследовательский, так и производственный комплекс, а также выполняет ряд строительных работ. Такое положение одновременно является преимуществом (все виды деятельности от разработки нового продукта, его производства и монтажа производятся одной фирмой), но и создают ряд проблем в сфере человеческих ресурсов:

- сложность подбора кадров (на рынке труда практически отсутствуют необходимые специалисты);

- небольшое количество внешних источников подбора высококвалифицированного персонала необходимой специализации (предприятия схожие по виду деятельности, как правило, не распространяют сведения о своих сотрудниках);

- высокие требования к личностным характеристикам работников научно-исследовательского института (прежде всего к интеллектуальным и морально-волевым качествам);

- необходимость выполнять сложные, разноплановые виды работ, требующие вовлеченности работников, их мотивированности на профессиональный труд;

- стрессогенность, частая сменяемость характера выполняемой деятельности, требующие хорошего уровня развития не только профессионализма (hard-skills), но и креативности, гибкости, стрессоустойчивости и иных soft-skills.

Выявленные проблемы характерны для большинства комплексных научно-исследовательских институтов вне зависимости от профиля деятельности. В связи с этим вопрос развития человеческих ресурсов в такого рода организациях стоит достаточно остро.

Проведенный теоретический анализ проблемы и эмпирическое исследование в Институте позволяют обобщить данные и представить структурное изображение направлений совершенствования системы развития персонала (рис. 2).

Первым направлением корректировки системы развития персонала должно стать планирование потребности в персонале. Этому элементу управления человеческими ресурсами незаслуженно мало уделяется внимания в организациях. Научно-исследовательские институты имеют возможность находить работников не только за счет внешних источников подбора, но и самостоятельно готовить необходимый кадровый ресурс. Однако это требует временных затрат на обучение и/или повышение квалификации уже имеющихся специалистов. Для оптимизации временных и трудо-

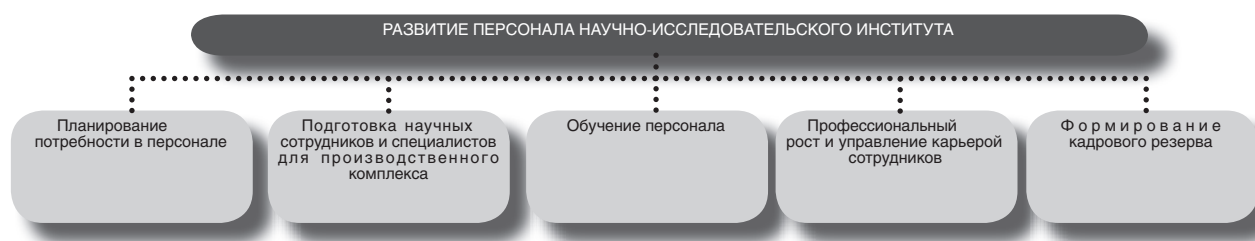


РИС. 2.

Направления развития персонала в научно-исследовательском институте

затрат требуется заблаговременное четкое понимание, какого рода работники необходимы для реализации стратегических и тактических целей института.

Следующим логичным направлением в системе развития персонала должна стать подготовка научных работников и специалистов производственно-технического и строительного комплекса. На данный момент в Обществе идет подготовка лишь по нескольким направлениям подготовки, а также функционирует аспирантура, позволяющая повысить уровень научного профессионализма работников. Полностью отсутствует внутреннее обучение soft-skills, личностно-деловым качествам и мотивационной направленности персонала.

Также ряд проблем присутствует и в сфере управления профессиональным ростом и карьерой работников Общества. В организации имеется неплохая база для этих компонентов управления человеческими ресурсами, однако четкой системы нет, что приводит к низкой заинтересованности работников к развитию и саморазвитию внутри организации. Четкое понимание направлений совершенствования и конечных целей помогло бы мотивировать молодых и перспективных работников повышать свою профессиональную и личностную компетентность в Обществе.

Обучение персонала (в том числе линейного) и формирование кадрового резерва (научных сотрудников и руководителей) – завершающий блок системы развития персонала. Отлаженные процессы формирования человеческих ресурсов высокого уровня (ученые, узкие специалисты и топ-менеджеры) позволят повысить конкурентоспособность и прибыльность Общества, а также сделают положение организации более стабильным. Персонал, совершенствующий свою профессиональную деятельность в ходе регулярного обучения, совершенствующий личностно-деловые качества и мотивированный дальнейшей перспективой карьерного и профессионального роста (за счет помещения в кадровый резерв), станет крепкой основой для выхода института на новый уровень развития.

Подводя итог проведенному исследованию, стоит отметить, что приведенные направления развития

персонала не исчерпывают все возможности данного аспекта управления человеческими ресурсами. Перспективы дальнейшего изучения темы видятся в разработке и апробации конкретных методов и технологий развития персонала научно-исследовательского института, а также определения наиболее приоритетных и эффективных методологических инструментов развития персонала.

ЛИТЕРАТУРА

1. **ВОЛГИН Н.А.** Управление персоналом в условиях рыночной экономики. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 2011. 187 с.
2. **ЖИЛИНА Ж.А., КАБАНОВ В.А., СЕРГЕЕВА К.В.** Оценка персонала как основа управления человеческими ресурсами // Экономика и предпринимательство, 2022. №4. С. 1085–1088.
3. **МАСЛОВА В.М.** Управление персоналом: учебник и практикум. М.: Изд-во Юрайт, 2015. 492 с.
4. Устав АО «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга» от 26.04.2017 г.

REFERENCES

1. **VOLGIN N.A.** Personnel management in a market economy. Moscow: Banki i birzhi, UNITY, 2011:187. (In Russian).
2. **ZHILINA Zh.A., KABANOV V.A., SERGEEVA K.V.** Personnel assessment as a basis for human resource management. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2022;4:1085–1088. (In Russian).
3. **MASLOVA V.M.** Personnel management: textbook and workshop. Moscow: Izd-vo Yurayt. 2015:492. (In Russian).
4. Charter of JSC “TsNIRTI named after Academician A.I. Berg” dated 04/26/2017. (In Russian).

Русалеев Алексей Валерьевич,
к.п.н., старший преподаватель базовой кафедры № 333 – систем радиоэлектронной борьбы Российского технологического университета МИРЭА

☎ 119454, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 78
119454, Moscow, Vernadsky Avenue 78,
тел.: +7 (926) 812-18-40, e-mail: rusaleev73@yandex.ru

УДК 004.8+519.711

DOI: 10.52531/1682-1696-2024-24-3-105-112

Научная статья

EDN: RRSAKO

О СРАВНЕНИИ ПРОСТОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ АНАЛОГИИ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НЕБОЛЬШОГО КОЛЛЕКТИВА МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

И.Э. Новоселов¹,
С.А. Гольдштейн¹,
Е.М. Грицюк²

¹ФГАОУ ВО Уральский федеральный
университет (УрФУ), г. Екатеринбург,
Российская Федерация

²ГАУЗ СО Центральная городская
клиническая больница №24,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

В статье поставлен вопрос об уместности аналогии между поведением небольшого коллектива исполнителей в медицинском учреждении и характеристиками простой механической модели – колыбели Ньютона.

Ключевые слова: медицинское учреждение, колыбель Ньютона, самоорганизация, управление, моделирование

ВВЕДЕНИЕ

Поведение служебного коллектива, определяющее качество деятельности медицинского учреждения (МУ), рассматривают разнообразные гуманитарные и экономические дисциплины, а более строго – менеджмент. Сложилась терминология и описания составляющих понятия «Корпоративная культура фирмы» [1]. Однако в них ощущается недостаточность должной [3] системности и наглядности в целом, а также учета сложности МУ [2] в частности.

В статье высказана гипотеза, а также поставлена и решена задача выявления аналогии между поведением небольшого количества исполнителей в одном из подразделений МУ и характеристиками простой самоорганизующейся механической модели – колыбели Ньютона [4]. Представлены этапы натурного эксперимента с фиксацией значимых характеристик и дана их интерпретация при переносе на деятельность в МУ по данным эпидемиологического отделения одной из больниц [2].

© 2024, И.Э. Новоселов, С.А. Гольдштейн, Е.М. Грицюк
Поступила в редакцию 21.05.2024

Original article

ABOUT COMPARING A SIMPLE MECHANICAL ANALOGY TO THE ACTIVITIES OF THE MEDICAL INSTITUTION'S SMALL TEAM

I.E. Novoselov¹,
S.L. Goldstein¹, E.M. Gritsyuk²

¹FGAOU HE Ural Federal University,
Ekaterinburg, Russian Federation

²GAUZ SO Central Clinical Hospital
№ 24, Ekaterinburg, Russian Federation

The paper presents an analogy between the performers' small team behavior in the medical institution and the characteristics of the simple mechanical model - Newton's cradle.

KEY WORDS: medical institution, Newton's cradle, self-organization, management, modeling

МЕХАНИЧЕСКАЯ АНАЛОГИЯ

Экспериментальное устройство и опыты

На рис. 1 представлено наглядное пособие – колыбель (маятник) Ньютона в составе: подставки; закрепленных на ней параллельно расположенных двух рамок; пяти стальных шаров; пяти пар нитей, разведенных по рамкам и удерживающих шары.

Задача опытов: зафиксировать реакцию шаров на ударный импульс, вызванный отклонением одного из них (крайнего) с фиксацией величины импульса и откликов: позиционирования шаров, их амплитуд и времен значимых событий. Каждый замер выполняли трижды в каждой серии, где серии – это отклонения одного, двух, трех или четырех шаров. Предварительно (качественно) выявлено три режима: нестационарный, переходный и стационарный, а замеры дали количественную информацию.

На рис. 2 представлен первый (нестационарный) режим, при котором после придания первому левому шару (рукой экспериментатора) некоторого отклонения (рис. 2А) с углом α от положения равновесия, отмечена передача (рис. 2Б) этого импульса по всем шарам слева направо до зафиксированного отскока

последнего шара (рис. 2В) с повторениями движений (рис. 2Г) влево и вправо.

На рис. 3 представлена последовавшая новая ситуация – фазовый переход от нестационарного режима к стационарному. Наблюдается лишь небольшой уменьшающийся зазор между шарами.

На рис. 4 представлена третья ситуация – стационарный режим, при котором группа шаров движется

(колеблется) совместно без заметных разрывов и относительно долго.

Физические характеристики представлены в табл. 1 и 2.

Из табл. 1 видно, что наблюдается уменьшение времени нестационарного и стационарного режимов, связанное с потерями энергии при соударении шаров.

Амплитуду (А) отклонения последнего шара измеряли линейкой, приложенной близко к центру шара, отведенного из положения равновесия. Из табл. 2 видно увеличение амплитуды отклонения ударных шаров с увеличением угла отклонения.

По данным табл. 1 и 2 построены рис. 5–7.

Видно, что продолжительность нестационарного режима растет с увеличением ударного импульса, а движения первого и пятого шаров происходят асинхронно (в противофазе). Выявленная потеря (~ 10%) ударного импульса имеет место, по-видимому, за счет передачи его части шарам 2÷4. Общая картина – на рис. 7.

Амплитуды колебаний первого и пятого шаров циклически сменяют друг друга; амплитуды колебания



РИС. 1.
Фото экспериментального устройства

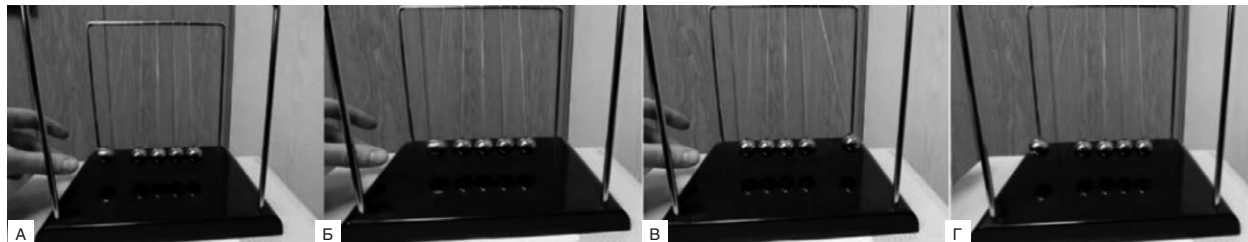


РИС. 2.
Ситуация нестационарного режима при угле $\alpha = 30^\circ$ (начало): А – первый шар получил импульс ($t = 0$ с), Б – передача импульса от первого шара последующим ($t = 0,3$ с), В – импульс передан пятому шару ($t = 0,5$ с), Г – импульс вернулся к первому шару ($t = 0,9$ с)

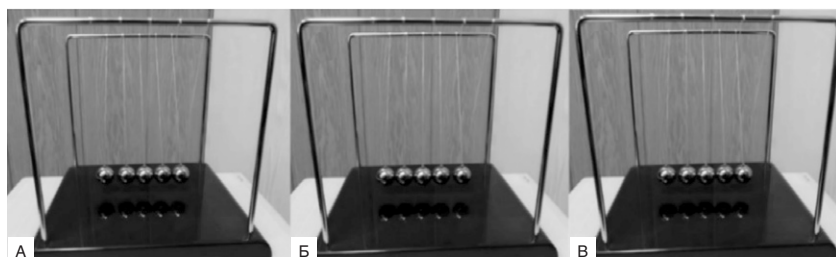


РИС. 3.
Фазовый переход при угле $\alpha = 30^\circ$ (начало): А – зазор между первым шаром и вторым ($t = 22,9$ с), Б – зазор между четвертым и пятым ($t = 23,3$ с), В – зазор между первым и вторым ($t = 23,6$ с)

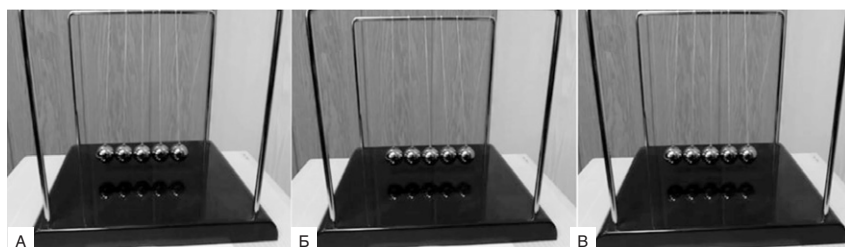


РИС. 4.
Стационарный режим при угле $\alpha = 30^\circ$ (начало): А – синхронное движение слева направо ($t = 30$ с), Б – справа налево ($t = 35$ с), В – снова слева направо ($t = 39$ с)

2–4 шаров во время нестационарного режима малы (они передают импульс от крайних шаров), отбирая малую часть, а затем начинают возрастать и к моменту фазового перехода достигают небольшого максимума, затем происходит совместное затухание колебаний в стационарном режиме. Значимые признаки сведены в табл. 3 и 4.

Из табл. 3 видно, что происходит увеличение времени до соударения при изменении угла отклонения,

ТАБЛИЦА 1.

$t_i = f_1(\alpha, n)$

α , град.	Кол-во ударных шаров (n)	$t_{\text{нестационар.}}$, с	$t_{\text{перех.}}$, с	$t_{\text{стационар.}}$, с
30	1	31	4	188
	2	33	5	207
	3	27	4	168
	4	20	4	124
90	1	37	7	132
	2	31	5	127
	3	27	4	118
	4	22	4	105

α – угол отклонения ударных шаров, $t_{\text{нестационар.}}$ – время нестационарного режима, $t_{\text{перех.}}$ – время перехода, $t_{\text{стационар.}}$ – время стационарного режима

ТАБЛИЦА 2.

$A_i = f_2(\alpha, n)$

α , град.	n	A, см
30	1	0,83
	2	0,67
	3	0,63
	4	0,57
90	1	13,47
	2	13,50
	3	13,50
	4	13,50

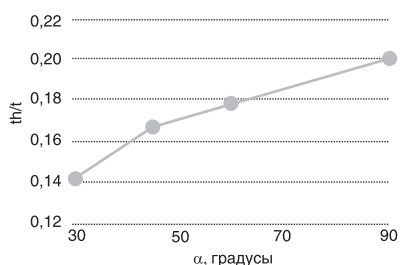


РИС. 5

Зависимость доли времени нестационарного режима от угла (α) ударного импульса

связанное с удлинением пути крайнего шара до встречи с препятствием (другими шарами).

Из табл. 4 видно, что при нарастании ударного импульса происходит уменьшение длительности нестационарного и стационарного режимов, что может быть связано с потерями энергии на соударение шаров между собой при движении группой.

Исходные данные для расчетов

Радиус шара $R = 0,9$ см, количество удерживаю-

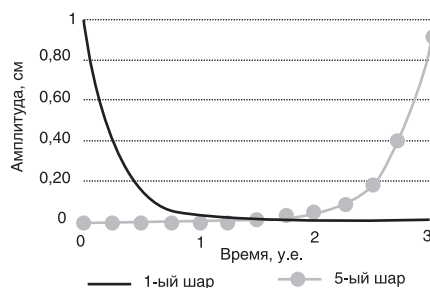


РИС. 6.

Зависимость амплитуды от ($\frac{t_H}{t}$) времени для первого и пятого шаров при $\alpha = 30^\circ$

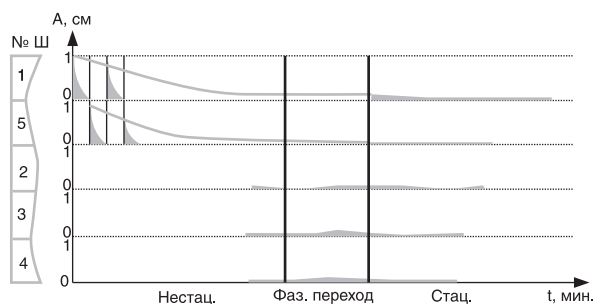


РИС. 7.

Динамика реакции на ударный импульс для всех пяти шаров: A – амплитуда отклонений (от 0 до максимума = 1), t – время, № Ш – номер шара

ТАБЛИЦА 3.

Времена до соударения шаров

α , град.	n	$t_{cp.}$, с
30	1	0,39
	2	0,35
	3	0,36
	4	0,40
90	1	0,51
	2	0,54
	3	0,48
	4	0,48

$t_{cp.}$ – среднее значение времени до соударения.

ТАБЛИЦА 4.

Значимые признаки после ударного импульса (при $\alpha = 30^\circ$)

Режим	n	Значимые признаки	
		положение шаров	длительность колебаний, с
нестац.	1	←-1 5→ 2÷4 ●●●	31
	2	←-1,2 4,5→ 3●	33
	3	←-1,2 4,5→	27
		←-3→	
4	←-1 5→	20	
	←-2÷4→		
перех.	1	←-1 5→	4
		←-2÷4→	
	2	←-1,2 4,5→	5
		←-3→	
3	←-1,2 4,5→	4	
	←-3→		
4	←-1 5→ 2÷4 ●●●	4	
стац.	1	←-(●●●●)→	188
	2	←-(●●●●)→	207
	3	←-(●●●●)→	168
	4	←-(●●●●)→	124

стрелки (←, →) – направление движения шаров, точка (●) – шар в состоянии покоя, точки (●●●, ●●●●) – совместное движение шаров, $\Sigma_1 = 3,7$ мин, $\Sigma_2 = 4,1$ мин, $\Sigma_3 = 3,3$ мин, $\Sigma_4 = 2,5$ мин.

ших его нитей – 2, длина нити $L = 14,5$ см, масса одного шара: $m = \rho V = \frac{4}{3}\rho\pi R^3$, где ρ – плотность материала шара, V – объем, тогда $m = 24$ г. Результирующая сила, действующая на шар, зависит от всех воздействий, включая силы натяжения нитей, тяжести, сопротивления среды (воздуха) и др. Полагали, что для оценочных расчетов противодействующими силами можно пренебречь. Таким образом, результирующая сила $F_{рез.} = ma$, где a – ускорение шара. Без учета противодействующих сил результирующая сила $F_{рез.} = T - mg = ma$, где T – сила натяжения нити, g – ускорение свободного падения. В статике сила натяжения нитей равна силе тяжести, в динамике она может быть найдена с помощью второго закона Ньютона для движения вдоль криволинейной траектории под действием центростремительной силы, которая обеспечивается натяжением нитей. Центростремительная сила $F_{ц}$ направлена по радиусу к центру круговой траектории: $F_{ц} = T = m\frac{v^2}{L}$, где v – скорость шара. Отсюда $T = m\frac{v^2}{L}$. Для расчета скорости шара в момент соударения с другим шаром, когда начальная скорость равна нулю, использовали законы сохранения энергии. При отклонении шара

его потенциальная энергия преобразуется в кинетическую движения вниз. В момент соударения с другим шаром часть кинетической энергии теряется из-за соударения, но сумма кинетической и потенциальной энергий сохраняется: $mgh = \frac{mv^2}{2}$, где h – высота, на которую был поднят первый шар относительно своего начального положения. Тогда скорость шара $v = \sqrt{2gh}$, а результирующая сила: $F_{рез.} = mg(\frac{2h}{L} - 1)$. $F_{рез.} = -0,16$ Н (для $\alpha = 30^\circ$), отрицательное значение указывает на то, что сила тяжести превышает силу натяжения нитей. $F_{рез.} = 0,24$ Н (для $\alpha = 90^\circ$), т.е. сила натяжения нитей превышает силу тяжести. Импульс ударного шара: $p = F_{рез.}t = m\sqrt{2gh}$, тогда для $\alpha = 30^\circ$ $p = 1,6 \times 10^3$ г см/с, для $\alpha = 90^\circ$ $p = 4,0 \times 10^3$ г см/с. Угловое ускорение, где ω – угловая скорость шара: $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{dv}{Ldt} = \frac{v}{L}$, тогда для $\alpha = 30^\circ$ $\varepsilon = 11,9$ рад/с², для $\alpha = 90^\circ$ $\varepsilon = 23,5$ рад/с². Эти данные использованы в математической модели.

Математические модели

Маятник – пример простой механической системы, демонстрирующей свойства самоорганизации, т.е. перехода от беспорядочного движения

к упорядоченному. Сама система представляет собой хаотичный затухающий осциллятор [5], на который также действуют силы сопротивления:

$$\frac{d^2\alpha_i}{dt^2} + \lambda \times \frac{d\alpha_i}{dt} + \frac{g}{L} \times \sin \alpha_i = 0 \quad (1)$$

где α_i – угол отклонения i -го маятника от вертикали, $\lambda = \frac{\gamma}{m}$ – удельный коэффициент сопротивления, γ – коэффициент сопротивления, g – ускорение свободного падения, L – длина маятника, t – время.

Полная энергия системы E_T :

$$E_T = E_K + E_{П} - E_{ВН}, \quad (2)$$

где E_K – кинетическая энергия, $E_{П}$ – потенциальная энергия, $E_{ВН}$ – энергия внешних (противодействующих) сил.

Рассеяние энергии может быть найдено как: $E = k \times v^2$, где k – интегральный коэффициент рассеяния, зависит от материала, типа удара и трения нитей, $v = L \times \frac{d\alpha}{dt}$ – скорость шара, тогда:

$$\frac{m}{2} \times (L \times \frac{d\alpha}{dt})^2 + m \times g \times L \times (1 - \cos \alpha) = k \times (L \times \frac{d\alpha}{dt})^2 \quad (3)$$

Самоорганизация системы происходит за счет демпфирования при взаимодействии шаров.

Упомянем и другой известный пример механической самоорганизации – систему из двух синхронизирующихся метрономов, стоящих на деревянной доске, под которой расположены резонирующие пустые металлические цилиндры с дном. Энергия подается к каждому метроному с помощью пружины с ручным заводом. Частота метронома регулируется изменением положения груза на маятнике метронома.

Для двух метрономов известна связанная си-

стема уравнений [6]:

$$\begin{cases} \frac{d^2\alpha_1}{dt^2} + (1 + \Delta) \times \sin \alpha_1 + \mu \times \left(\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_0} \right)^2 - 1 \right) \times \frac{d\alpha_1}{dt} - \\ - \beta \times \cos \alpha_1 \times \frac{d^2}{dt^2} (\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) = 0 \\ \frac{d^2\alpha_2}{dt^2} + (1 + \Delta) \times \sin \alpha_2 + \mu \times \left(\left(\frac{\alpha_2}{\alpha_0} \right)^2 - 1 \right) \times \frac{d\alpha_2}{dt} - \\ - \beta \times \cos \alpha_2 \times \frac{d^2}{dt^2} (\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) = 0 \end{cases} \quad (4)$$

где α_1, α_2 – углы отклонения маятников связанных метрономов, τ – безразмерная переменная времени ($\tau = \omega t$), Δ – относительная разность частот колебания маятников, μ – параметр демпфирования, α_0 – угол отклонения несвязанного метронома, β – безразмерный параметр связи.

Известные математические модели для самоорганизующихся химических и биологических объектов не приведены, ограничились первой моделью.

Расчеты по математической модели для маятника Ньютона

Расчет по дифференциальным уравнениям (1, 3), а также построение графиков проводили в математическом пакете Wolfram Mathematica 13.3. Так, для начальных условий $\frac{d\alpha}{dt}(0) = 0^\circ/\text{с}$, $L = 0,145 \text{ м}$, результаты – на рис. 8.

Видно, что происходит периодическое изменение угла отклонения ударного шара (что согласуется с экспериментом, шар действительно изменяет угол отклонения после возврата), наблюдается затухание колебаний, т.е. математическая модель описывает эти реальные колебания и чувствительна к стартовому импульсу.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛУЧЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НЕБОЛЬШОГО КОЛЛЕКТИВА СОТРУДНИКОВ МУ

Исходя из нашей гипотезы о том, что рассмотренная механическая аналогия может быть полезна для интерпретации корпоративной самоорганизующейся

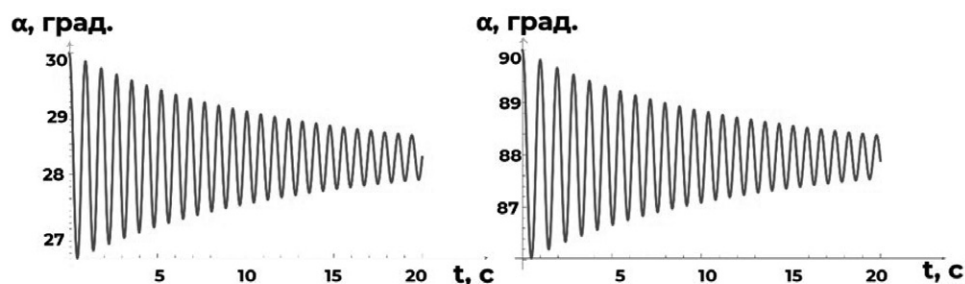


РИС. 8.
Зависимости угла отклонения от времени

ТАБЛИЦА 5.

Интерпретация заданий и долгов по заданиям в коллективе эпидотделения на основе информации об ударных импульсах в маятнике Ньютона

Ударные импульсы	Должность в МУ	Интерпретация результатов деятельности в МУ как выполнение заданий *)
1	зав. эпидотделением	задание (З1) от руководства МУ
2	+ группа из 3-х врачей	З ₂ + долги группы врачей
3	+ группа из 2-х помощников врачей	З ₃ + долги помощников врачей
4	+ группа 2-х дезинфекторов	З ₄ + долги дезинфекторов

Примечание: * З₁ = З₂ + З₃ + З₄.

работы в коллективе из пяти человек, как в эксперименте с пятью шарами, на задачу можно посмотреть и более реально. Так, для эпидемиологического отделения городской больницы 1-ый шар может быть ассоциирован с руководителем отделения, дающим задания и ресурсы; 2-ой – с группой из трех врачей-эпидемиологов, отвечающих за три подзадания; 3-ий – с группой из 2-х помощников врачей (блоки подзаданий); 4-ый – с группой из двух дезинфекторов, при этом 5-ый – со стажером, самым неопытным исполнителем (табл. 5).

Видно, что с ростом силы ударных (руководящих и уточняющих) импульсов, растет объем, а может быть, и трудоемкость, дневного задания (поскольку складываются составляющие основного задания и ожидаемые долги подчиненных).

Базовое условие для такой интерпретации – учет масштабов времени. Если использовать Лоренцево замедление времени (из специальной теории относительности), то необходима замена скоростей (например, с учетом сроков заданий и напряжен-

ности обстановки (типа эпидемии), при которых может изменяться восприятие времени), т.е. определить масштабное соотношение между рабочим временем (один рабочий день) в подразделении МУ и временем колебаний маятника Ньютона от ударного импульса: $T_j = tM$, где T_j – продолжительность рабочего времени сотрудников суммарно в трех режимах (8 часов = 540 мин.), t – длительность трех режимов для шаров, M – коэффициент масштабирования. Тогда для 2-х шаров при $\alpha = 30^\circ$ и $t \approx 4$ мин $M_1 = \frac{540}{4} = 135$; при $\alpha = 90^\circ$ и $t \approx 2$ мин $M_1 = \frac{540}{2} = 270$. Чем тяжелее задание (n), тем плотнее время ($M \uparrow$).

По данным табл. 3 и 4, а также из значений для ударного импульса, интерпретации приведены на рис. 10.

Рис. 9А – при увеличении трудности задания переход к слаженной корпоративной работе наступает несколько позже (кривая 2), сама продолжительность работы меньше, т.к. требуется обсуждение сделанного. Из рис. 9Б видно, что ударный импульс в виде служебного задания имеет максимум. Средние шары (группы 2 и 3 исполнителей) также могут влиять на диссипацию энергии в системе. Рис. 9В – зависимости углового ускорения от времени можно интерпретировать как всплеск внимания к трудному заданию (1 – легкое, 2 – тяжелое).

Исходя из предполагаемой аналогии данные табл. 1 можно интерпретировать также сведениями из табл. 6 и 7.

Из табл. 6 видно, что с увеличением угла отклонения удара (как тяжести задания) увеличивается доля времени нестационарного режима как связанная с возросшей сложностью задания. Коллектив исполнителей дольше переходит к слаженной работе, а также уменьшается доля стационарного режима (времени коллективной работы над более сложным заданием).

Заведующий отделением знаком с компетенциями всех своих сотрудников; группы 1 и 2 – не нуждаются в тестировании компетенций, поэтому спокойны (и шары, и они) – задание не смущает; о невысокой компетенции одного из исполнителей в группе 3

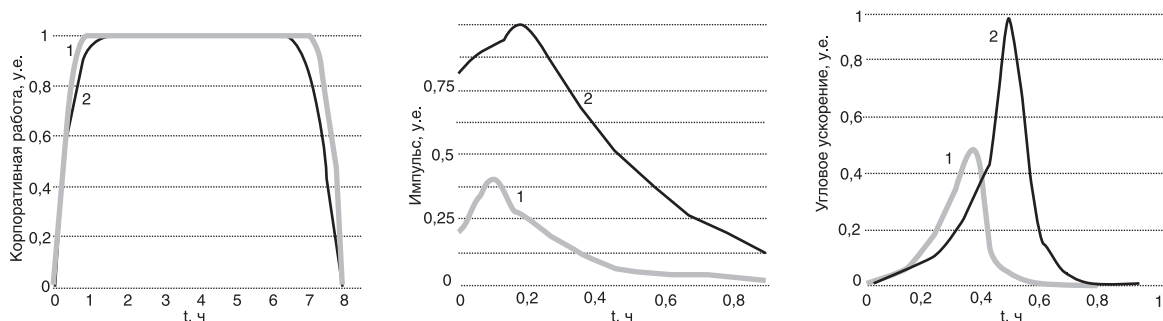


РИС. 9.

Значимые прогнозируемые зависимости. А – смена режимов работы от текущего рабочего времени (трудность задания $\alpha_1 < \alpha_2$), Б - зависимость первичного импульса от текущего рабочего времени, В - зависимость углового ускорения восприятия задания от рабочего времени (1 – при $\alpha = 30^\circ$, 2 – при $\alpha = 90^\circ$)

ТАБЛИЦА 6.

Медико-управленческая детализация интерпретации с одним ударным шаром при $\alpha = (30 \div 90)$

Эксперимент – α , град.	Уровень задания	Доли ситуаций (режимов) от времени рабочего дня					
		нестац.	$\frac{t_{\text{нестац.}}}{t}$	перех.	$\frac{t_{\text{перех.}}}{t}$	стац.	$\frac{t_{\text{стац.}}}{t}$
30	ЛЕГКОЕ	знакомство с заданием	0,14	ПЕРЕХОД ОТ ОБЩЕНИЯ К РАБОТЕ	0,02	КОЛЛЕКТИВНАЯ РАБОТА	0,84
		распределение ресурсов по группам исполнителей	0,14		0,02		0,84
		проверка готовности групп	0,14		0,02		0,84
		внимание на стажера	0,14		0,02		0,84
90	ТЯЖЕЛОЕ	анализ задания	0,22	ПЕРЕХОД ОТ ОБЩЕНИЯ К РАБОТЕ	0,04	КОЛЛЕКТИВНАЯ РАБОТА	0,74
		анализ и распределение ресурсов по группам исполнителей	0,20		0,03		0,77
		проверка компетенций по группам	0,18		0,03		0,79
		обеспечение менторства стажеру	0,18		0,03		0,79

Примечание: $t_{\text{нестац.}}$ - время нестационарного режима, $t_{\text{перех.}}$ – время фазового перехода, $t_{\text{стац.}}$ – время стационарного режима с фиксацией итогов дня

ТАБЛИЦА 7.

Общий фрагмент интерпретации данных эксперимента с одним (первым) ударным шаром при $\alpha = (30 \div 90)$ по исполнителям в коллективе эпидотделения МУ

Статус в МУ	Действия			
	старт рабочего дня	нестац. режим	перех. режим	стац. режим
зав. эпидотделением	получает задание от начальства, знает компетенции команды, напоминает об общем задании, выдает дневные задания и ресурсы	реализация серий: задание – отклик	реализация серий: фрагменты задания – фрагменты откликов исполнителей	дневная совместная работа отделения с обсуждениями в конце дня
группа 1 из 3-х врачей-эпидемиологов	знают детально свои компетенции и задел группы, распределяют и детализируют дневное задание	тесные обсуждения в группе		
группа 2 из 2-х помощников врачей	спокойствие в отношении выполнения задания	чуть разобщены, но в контакте	раскачивание	
группа 3 из 2-х дезинфекторов, один из них стажер	слабое звено (недостаточные компетенции и опыт), особенно стажер	попытки стажера отвлечься на свои дела и его возвраты	меньше отвлечений	

знают все и он сам, его действия нестабильны. Когда руководитель уточнил задание по силам и средствам, нестабильность заканчивается. Если руководитель сомневается в группе 2, то поручает контроль группе 1. Сомнения в группе 2 ставят вопрос о сдвиге сроков выполнения всего задания.

Следующий необходимый шаг для интерпретации – математическое моделирование синергетической самоорганизации работников в коллективе с учетом [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ:

– высказана гипотеза о полезности аналогии между корпоративной деятельностью небольшого коллек-

тива исполнителей медицинского учреждения и самоорганизацией в механической модели типа колыбель Ньютона;

- на натурной модели проведены измерения физических характеристик;
- построены эмпирические зависимости;
- рассмотрены математические модели – аналоги самоорганизующегося процесса, проведены расчеты, построены зависимости типа “причина-следствие”;
- представлена интерпретация механической аналогии для функционирования небольшого коллектива сотрудников МУ с учетом масштаба времени на примере эпидотделения больницы.

ВЫВОД

Выявлена общая тенденция реагирования исполнителей на поступающее служебное задание с ресурсами в качестве «силового» (ударного) управления и обозначена необходимость более адресного самоуправления (самоорганизации) для каждого члена команды, чего элементарная механика, естественно, не может отразить, но делает постановку задачи более наглядной.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают благодарность заведующему кафедрой технической физики УрФУ д.т.н. проф. В.И. Токманцеву за предоставление экспериментальной установки (колыбели Ньютона).

ЛИТЕРАТУРА

1. ГАСПАРОВИЧ Е.О. Корпоративная культура и социальная ответственность: диагностика, планирование, развитие: учебно-методическое пособие : в 2 частях. Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2019. 332 с.
2. ГОЛЬДШТЕЙН С.А., ГРИЦЮК Е.М., ПЕЧЕРКИН С.С. О синергетическом управлении сложным медицинским объектом в парадигме стратегии системной интеграции // Вестник РАЕН. 2023. №3. С. 37–45.
3. Концепция самоорганизации в исторической ретроспективе. М.: Наука, 1994. 239 с.
4. GAVENDA J.D., EDGINGTON J.R. Newton's cradle and scientific explanation / *Physics Teacher*. 1997. Vol. 35. P. 411–417.
5. GWINN E.G., WESTERVELT R.M. Fractal basin boundaries and intermittency in the driven damped pendulum // *Physical Review A*. 1986. Vol. 33. N 6. P. 4143.
6. PANTALEONE J. Synchronization of metronomes // *American Journal of Physics*. 2002. Vol. 70. N 10. P. 992–1000.

REFERENCES

1. GASPAROVICH E.O. Corporate culture and social responsibility: diagnostics, planning, development: a teaching aid: in 2 parts. Ekaterinburg: Izd-vo Ural'skogo universiteta, 2019:332. (In Russian).
2. GOLDSTEIN S.L., GRITSYUK E.M., PECHERKIN S.S. On synergetic management of a complex medical facility in the paradigm of system integration strategy. *Vestnik RAYEN*. 2023;3:37–45. (In Russian).
3. The concept of self-organization in historical retrospect. Moscow: Nauka, 1994:239. (In Russian).
4. GAVENDA J.D., EDGINGTON J.R. Newton's cradle and scientific explanation. *PHYSICS TEACHER*. 1997;35: 411–417.
5. GWINN E.G., WESTERVELT R.M. Fractal basin boundaries and intermittency in the driven damped

И.Э. НОВОСЕЛОВ,
С.А. ГОЛЬДШТЕЙН, Е.М. ГРИЦЮК
О СРАВНЕНИИ ПРОСТОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ АНАЛОГИИ
С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НЕБОЛЬШОГО КОЛЛЕКТИВА
МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

pendulum. *Physical Review A*. 1986;33;6:4143.

6. PANTALEONE J. Synchronization of metronomes. *American Journal of Physics*. 2002;70;10:992–1000.

Новоселов Иван Эдуардович,
аспирант кафедры технической физики Уральского федерального университета (УрФУ)

✉ 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 21,
620002, Ekaterinburg, Mira street, 21
e-mail: i.e.novoselov@urfu.ru

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

✉ 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 21,
620002, Ekaterinburg, Mira street, 21,
e-mail: s.l.goldshstein@urfu.ru

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

✉ 620085, Екатеринбург, пер. Рижский, д. 16,
620085, Ekaterinburg, Alleyway Rizhsky, 16,
e-mail: EMG80@mail.ru

УДК 378.1:615.9

DOI: 10.52531/1682-1696-2024-24-3-113-118

Дискуссионная статья

EDN: SBNOXI

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ВОЕННОЙ ТОКСИКОЛОГИИ: ПРОТИВОРЕЧИЯ И ПОДХОДЫ К ИХ ПРЕОДОЛЕНИЮ

С.В. ЧЕПУР, М.А. ЮДИН,
Н.Г. ВЕНГЕРОВИЧ,
А.С. НИКИФОРОВ, Т.В. ШЕФЕР,
И.В. ФАТЕЕВ, М.А. КОЛЕСНИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ
ИНСТИТУТ ВОЕННОЙ МЕДИЦИНЫ
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ,
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Специалистами в области организации преподавания военной токсикологии в военном образовательном учреждении высшего образования и в рамках специальных образовательных программ последипломного образования рассмотрены проблемы становления дисциплины с учетом форм передачи знаний в ходе совместных научных исследований и организованных циклов последипломного образования. Рассмотрены организационные подходы к формированию лекционного курса в рамках высшего профессионального образования. Систематизированы формы преподавания военной токсикологии с применением имитаторов отравляющих веществ, фундаментальных знаний физиологии критически важных процессов и вариантов их фармакологической и лекарственной модификации, молекулярного докинга в оценке рисков создания новых токсикантов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *военная токсикология, высшее образование, дополнительное профессиональное образование, формы индивидуального обучения, лекционный курс дисциплины*

ВВЕДЕНИЕ

Любая истинно научная дисциплина формирует устойчивый базис своего развития, основанный на новых идеях, генерируемых адептами и воспринимаемых их последователями, подкрепляющими правоту суждений успешностью практического применения знаний. Бесспорно, к таким дисциплинам относят и военную токсикологию. Динамично наполняемая новыми фактами в период Специальной военной операции дисциплина, определившая вектор эволюции нелетальных средств поражения, альтернативное

Original article

TEACHING ASPECTS OF MILITARY TOXICOLOGY: CONTRADICTIONS AND APPROACHES TO THEIR SOLUTION

S.V. CHEPUR, M.A. YUDIN,
N.G. VENGEROVICH, A.S. NIKIFOROV,
T.V. SHEFER, I.V. FATEEV, M.A. KOLESNIK
INSTITUTE OF MILITARY MEDICINE OF
THE MINISTRY OF DEFENSE OF RUSSIAN
FEDERATION, SAINT PETERSBURG, RUSSIAN
FEDERATION

Military toxicology teaching specialists of higher education military institution, in line with special professional development programs, have considered issues of emerging discipline allowing for the forms of knowledge transmission, as part of the joint scientific research and organized postgraduate education courses. Paper studies the organizational approaches to the lecture course design in terms of higher professional education. Forms of military toxicology teaching were systematized using simulants of toxic substances, fundamental knowledge of the critical processes' physiology, their pharmacological and pharmaceutical modifications, molecular docking in risk evaluation of new toxicants creating.

KEYWORDS: *military toxicology, higher education, further professional education, individualized education forms, subject lecture course design*

значение которых приобретено после завершения уничтожения конвенционных отравляющих веществ летального действия, претерпевает сущностные противоречия между конфиденциальностью получаемой информации и необходимостью ее донесения до практикующих врачей-специалистов и научных работников. Несмотря на востребованность специальных знаний по сути, форматы их получения и передачи предусматривают лишь ограниченное изложение категоризованному кругу лиц основ токсического процесса, тогда как возможности расширения кругозора могут быть реализованы только в ходе совместного научного поиска.

Таким образом, на сегодняшний день для военной токсикологии усугубляется несколько важных проти-

воречий, требующих немедленного разрешения для дальнейшего развития дисциплины:

– между фундаментальными теоретическими постулатами, сформированными на базе химии, биологии, нормальной и патологической физиологии, фармакологии, доведение которых в ходе преподавания не ограничено, и практическими особенностями действий, учитывающими свойства конкретных ядов и противоядий;

– между возможностями широкой научной дискуссии и обсуждения знаний и соблюдением строгого определения круга лиц, которым специальные знания могут быть доведены, сложностями отбора этих лиц и ответственностью за их действия;

– между необходимостью селекции носителей знаний в процессе научного поиска и частой декларативностью их назначения без возможности осуществления специальной подготовки;

– между традиционными формами обучения в виде лекций и практических занятий и сложностями их проведения в условиях соблюдения режимных ограничений.

Вместе с тем необходимость качественного изучения военной токсикологии и ее раздела токсикологии экстремальных ситуаций сопряжена с опасностью возникновения очагов химического заражения при локальных вооруженных конфликтах, различных чрезвычайных ситуациях военного и мирного времени [6], а также увеличением доли случаев, связанных с химическим терроризмом. Заметное учащение природных, техногенных и антропогенных катастроф только актуализирует необходимость совершенствования подходов к преподаванию военной токсикологии. Эскалация противоречий по соблюдению международных правил, ограничивающих хранение и транспортировку образцов химического оружия, побуждает к обсуждению и разрешению этих противоречий.

ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

До настоящего времени однозначно не принято единого мнения относительно целесообразности внедрения дисциплины военной токсикологии в систему высшего профессионального образования, которая обеспечила бы практическую подготовку выпускников к выполнению базовых мероприятий медицинской защиты от существующих образцов химического оружия и перспективных нелетальных средств поражения [1, 7]. Так, для повышения качества оказания неотложной помощи при острых отравлениях в гражданских ВУЗах ранее было предложено включить клиническую токсикологию как обязательную дисциплину в государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования по специальностям «Лечебное дело» и «Педиатрия», а также

С.В. ЧЕПУР, М.А. ЮДИН, Н.Г. ВЕНГЕРОВИЧ,
А.С. НИКИФОРОВ, Т.В. ШЕФЕР, И.В. ФАТЕЕВ,
М.А. КОЛЕСНИК
ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ВОЕННОЙ
ТОКСИКОЛОГИИ: ПРОТИВОРЕЧИЯ И ПОДХОДЫ
К ИХ ПРЕОДОЛЕНИЮ

разработать и внедрить программу самостоятельного курса клинической токсикологии для студентов высших медицинских учебных заведений [3, 5].

В соответствии с действующим Федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) по специальности 31.05.01 Лечебное дело (утвержден приказом Минобрнауки России от 12.08.2020 № 988) у выпускника медицинского вуза должны быть сформированы универсальные компетенции (УК-8), которые позволяют создавать и поддерживать в повседневной жизни и профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов. В рамках формируемых общепрофессиональных компетенций (ОПК-6) будущий медицинский работник должен быть способен оказывать первичную медико-санитарную помощь, обеспечить организацию работы и принятие профессиональных решений при неотложных состояниях на догоспитальном этапе медицинской эвакуации, в условиях чрезвычайных ситуаций, эпидемий и в очагах массового поражения. В случае реализации образовательной программы в интересах обороны и безопасности государства предусмотрена возможность разрабатывать специальные дисциплины для формирования необходимых профессиональных компетенций на основе квалификационных требований к военно-профессиональной и специальной профессиональной подготовке выпускников.

В настоящее время освещение вопросов токсикологии в разной степени предусмотрено не только в системе военного образования и слушателям учебных военных центров [9], но и в программах подготовки врачей-лечебников и педиатров, санитарных врачей [2] и провизоров [8]. Однако учебные планы освоения дисциплины зачастую опережают требуемый уровень базовой подготовки будущих специалистов медицинского профиля деятельности.

Так, объемы знаний и сложности приобретаемых курсантами компетенций привели к смещению преподавания военной токсикологии на второй-третий курс подготовки, когда теоретический базис для освоения прикладной дисциплины еще не сформирован, а параллельное освоение более тяжелых предметов смещает акценты бюджета времени не в пользу военной токсикологии. Преподавание военной токсикологии, которую иногда образно называют «фармакологией больших доз», что неправильно в силу ступенчатости и парадоксальности формируемых эффектов в разных дозовых диапазонах, должно быть основано на прочных знаниях химии, медицинской биофизики, биохимии, физиологии, патологической физиологии, фармакологии, пропедевтики внутренних болезней и основ терапии, а в оптимальных и возможных условиях организации оказания помощи на этапах медицинской эвакуации, а соответственно для ее эффективного освоения должно осуществляться на старших (5–6) курсах обучения.

Существенным препятствием к освоению военной токсикологии как дисциплины является допущение о ее второстепенной роли по отношению к интегративным дисциплинам, например к военно-полевой терапии. Следует учитывать, что система знаний военной токсикологии достаточно специфична, а методы диагностики и терапии отравлений требуют отдельной практики, основанной на организационных возможностях их применения с учетом оснащения этапов медицинской эвакуации [9]. Эти обстоятельства позволяют организовать преподавание военной токсикологии в виде двухнедельного интенсивного курса («интенсива») на старших, в т.ч. выпускных курсах, вне зависимости от преподавания интеграционных дисциплин и даже на их основе. Существенным представляется и то, что часть важных для освоения токсикологии знаний из области качественной (методы иммунохроматографии) и количественной (методы газовой хромато-масс-спектрометрии и высокоэффективной жидкостной хроматографии) индикации, в особенности в случае белковых токсинов и в биосредах, а также основы и практика использования эфферентных методов терапии, преподается в программе высшего медицинского образования лишь в основах и не позволяет в полной мере осознать их важность для диагностики и терапии интоксикаций.

Одним из путей повышения эффективности формирования связи «преподаватель-слушатель» может быть внедрение технологий искусственного интеллекта на базе формируемого регистра ГНИИИ ВМ МО РФ, ограниченного областью решаемых задач и основанного на материалах исходных экспериментальных данных и клинических наблюдений. В качестве организационных подходов к формированию лекционного курса можно использовать метод визуального подкрепления теоретического материала видеорядом экспериментов, алгоритмами специфической индикации и идентификации, экстраполяционными моделями и т.п.

Преподавание дисциплины на старших курсах позволит сформировать надлежащую мотивацию, с учетом которой провести отбор возможных слушателей курса – потенциальных носителей специальных знаний. При невозможности выделения специального курса с формированием мотивированных групп обучаемых преподавание дисциплины возможно организовать в рамках освоения программ ординатуры по терапии. Особое внимание следует обратить на формирование у обучаемых практических навыков, определяющих возможности применения знаний в ходе оказания медицинской помощи пострадавшим, в особенности при их массовом поступлении на этапы эвакуации.

ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Переход на новые учебные планы в системе образо-

вательных стандартов привел к значительному сокращению количества учебных часов, перенесся основной акцент на последипломную подготовку врача, в т.ч. по клинической токсикологии [3]. Внедряемые стандарты послевузовской профессиональной подготовки специалистов с высшим медицинским образованием предписывают изучение вопросов диагностики и лечения острых и хронических интоксикаций врачами различных специальностей. При этом примерные образовательные программы подготовки специалистов в ординатуре, а также циклов повышения квалификации (общего и тематического усовершенствования), аккредитационных циклов по различным специальностям (профессиональная переподготовка) неодинаковы по степени детализации (темы, количество часов, клинические базы). Характерно практически полное отсутствие современной экспериментальной базы, представляющей основу для первичной апробации теоретического материала.

Формы преподавания военной токсикологии в обязательном порядке должны предусматривать применение имитаторов отравляющих веществ (позволяющих моделировать синдромосходные с отравлениями боевыми отравляющими веществами состояния при воздействии в диапазоне от пороговых до летальных доз.), фундаментальных знаний физиологии критически важных процессов с использованием наиболее чувствительного вида биообъектов и вариантов их фармакологической и лекарственной модификации (с учетом изменения токсикодинамики яда в присутствии антидота), молекулярного докинга и искусственного интеллекта в оценке рисков создания новых токсикантов.

В настоящее время формирование образовательной программы по военной токсикологии в рамках системы дополнительного профессионального образования составляет основной объем преподавания специальных вопросов дисциплины. Формирование групп при этом занимает необходимое время для решения организационных и режимных вопросов: подтверждения полномочий и компетенций слушателей, согласования изучаемых вопросов, подбора тематических больных на клинических базах и т.д. Работа в системе дополнительного профессионального образования имеет свои преимущества как по объемам формируемых групп, так и по спектру освещаемых учебных вопросов, который может определяться актуальностью знаний и целевым практическим предназначением, с возможностью индивидуального освоения материала. Эти формы обучения в полной мере реализованы в интересах различных силовых ведомств как в виде профессиональной переподготовки, так и курсов повышения квалификации по отдельным вопросам дисциплины.

В преподавании дисциплины формируют акцент на следующих особенностях практического использования полученных знаний:

1. Проявления токсической патологии при отравлении синтетическими ядами могут развиваться в короткий временной период после воздействия. Таким образом, нагрузка при оказании помощи пораженным, в особенности при их массовом поступлении, ляжет на наименее оснащенные и необученные этапы эвакуации, что актуализирует знания по диагностике и терапии интоксикаций в экстренной и неотложной форме.

2. Проявления токсической патологии при отравлении белковыми токсинами зависят от пути их поступления в организм и при отравлении ядами в дозах от 1 до 5 ЛД₅₀ возникают в сроки 3–7 сут, когда очаг поражения регрессирует, что определяет ответственность медицинской службы по идентификации природы отравления в условиях полиморфности и мозаичности клинической картины, ее мимикрией соматических и инфекционных заболеваний. Только максимально ранняя диагностика, проведение которой должно быть обеспечено любыми методами, в т.ч. получением трупного материала от пораженных, определяет эффективность лечебных мероприятий и специфической иммунотерапии.

3. При массовом поступлении отравленных существенное значение имеет правильная организация оказания медицинской помощи. Диагностика поражения требует комплексного подхода с поэтапным уточнением, обеспечивая наибольшую эффективность медицинской помощи. Лечебные мероприятия, выполняемые силами и средствами этапа, должны обеспечивать сохранение жизни пораженных, а по возможности и их раннее возвращение в строй при отравлениях инкапситами, при необходимости дальнейшей эвакуации проводимые мероприятия должны обеспечивать поддержание жизненных функций на время эвакуации.

4. Адекватное оказание помощи пораженному требует проведения специальной обработки для обеспечения безопасности отравленного для окружающих и медицинского персонала. Следует учитывать, что спектр средств специальной обработки ограничен, а работа врачей в условиях риска химического поражения требует применения индивидуальных средств защиты органов дыхания и кожи, что в свою очередь влечет необходимость отработки навыков по их практическому применению, в том числе при проведении мероприятий медицинской помощи пораженным не прошедших этап специальной обработки и медицинской сортировки.

Эти аспекты необходимо учитывать при формировании целевых установок преподавания и формирования надлежащих навыков у обучаемых.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Достижению высокого уровня обучения в значительной мере способствуют разработанные частные

С.В. ЧЕПУР, М.А. ЮДИН, Н.Г. ВЕНГЕРОВИЧ,
А.С. НИКИФОРОВ, Т.В. ШЕФЕР, И.В. ФАТЕЕВ,
М.А. КОЛЕСНИК
ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ВОЕННОЙ
ТОКСИКОЛОГИИ: ПРОТИВОРЕЧИЯ И ПОДХОДЫ
К ИХ ПРЕОДОЛЕНИЮ

методики преподавания учебных дисциплин. Основное предназначение токсикологических образовательных методик – разработка оптимальной системы и методов обучения, воспитания студентов, соответствующих срокам обучения и месту дисциплины в учебном процессе медицинского вуза. Они обеспечивают выработку наиболее целесообразных способов оптимизации преподавания, а также единство взглядов преподавателей на методологию изложения предмета, ее содержание, научность, формы, методы и средства обучения, на осуществление контроля уровня знаний, умений и навыков у студентов [4]. При рассмотрении организационных вопросов преподавания военной токсикологии выделяют несколько составляющих.

В настоящее время военная токсикология не имеет четко обозначенного потребителя, что, несмотря на особенности оказания токсикологической медицинской помощи, позволило ее ошибочно отнести к системе знаний санитарно-эпидемиологической защиты войск. Вместе с тем санитарная составляющая в виде нормирования вредных химических факторов военного труда занимает весьма скромное место и сформирована данными экологической и санитарной токсикологии и медицины военного труда, наполняемыми гражданскими лечебными и научными учреждениями и систематизируемыми Регистром опасных химических веществ [10] и составляющими отдельные разделы СанПиН 1.2.3685-21.

Проблемы военных аспектов, в т.ч. и кустарно организованного применения отравляющих веществ, полицейских средств и субстанций лекарств, актуализированы в последнее время, тогда как основной фабулой работы токсикологов утилитарно признано лечение острых эпизодов, сопряженных с употреблением наркотиков и суррогатов алкоголя. Эта позиция во многом сужала спектр решаемых задач, который даже вне военной составляющей дополнялся проявлениями побочного действия лекарств, в т.ч. вследствие ятрогений, что, как правило, отдельно широко не рассматривали и относили к предметам внимания специалистов, назначавших препараты.

Особое значение применительно к военной токсикологии имеет режимный аспект ввиду прямой применимости знаний в интересах достижения перевеса в военном противоборстве или в проведении диверсионно-террористической деятельности. Наличие режимных ограничений как в подборе изучаемых вопросов, так и контингента допущенных лиц, которым сообщают специальные знания, существенно усложняет обучение, налагает большую ответственность на преподавателей, зачастую исключает широкое ознакомление с актуальной информацией. Наличие режимных ограничений разрешается формированием целевых групп обучаемых с доведением конкретного объема знаний сообразно кругу решаемых задач.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Преподавание специальных вопросов военной токсикологии в научном учреждении оптимально совмещать с научным процессом, приобщая обучаемых к возможностям оценки токсичности соединений и проверке эффективности создаваемых медицинских средств защиты, формированию рекомендаций по их применению, выявлению спектра их активности и полноты защитного действия. Использование современных разработок, подкрепленных сформированным теоретическим базисом, обеспечивающим возможность прогнозировать результаты экспериментов и клинических наблюдений, позволяет существенно повысить мотивацию в изучении предмета, повышает прочность закрепления приобретаемых знаний.

Клиническая практика военного токсиколога сопряжена с необходимостью быстрого принятия решения часто с ограничением в наличии ресурсов [11]. Для выработки оптимальных решений используют наборы комплектно-табельного оснащения этапов медицинской эвакуации, а в обучающих занятиях их описи, а также перечни жизненно-необходимых лекарственных средств, наличие которых предусмотрено в аптеках для тренировок оказания помощи при массовом поступлении пострадавших. Принятые решения обсуждаются с группой и преподавателем, а их эффективность на контрольных занятиях подвергается проверке в эксперименте.

В последипломное образование хирургов благодаря стараниям кафедры военно-полевой хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова внедрены так называемые SMART-курсы, суть которых состоит в моделировании травматических процессов на крупных животных и динамическое моделирование ситуации как в сторону ее облегчения, так и в сторону утяжеления вследствие осложнений. Аналогичная работа должна обеспечиваться и при обучении токсикологов. Использование крупных животных позволяет моделировать оказание медицинской помощи в медицинских учреждениях, проводить трансфузионную терапию и выполнять адекватные меры по выведению ядов из организма (зондовые промывания, перитонеальный диализ, гемосорбция, гемодиализ и др.), кроме того применение крупных животных позволяет в динамике отслеживать электролитные и кислотно-основные расстройства гомеостаза, осуществлять наблюдение на протяжении нескольких часов до определения исхода отравления. В настоящее время такие обучающие модели проработаны, определены дозовые характеристики отравляющих веществ, возможности диагностики и терапии отравлений ими на крупных животных, что обеспечит внедрение этой формы преподавания в обучение военных токсикологов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Становление специалиста-токсиколога должно происходить в профессиональной среде, обеспечивающей его воспитание и профессиональное насыщение цельного клинически мыслящего и лабораторно вооруженного специалиста. В преподавании военной токсикологии важно обеспечить преемственность знаний и навыков, что достигается как педагогическим мастерством и организационными решениями, так и внутренней харизмой преподавателя как носителя опыта поколений. Именно эта преемственность обеспечивает стойкость дисциплины несмотря на изменения образовательных стандартов и режимные ограничения. Включение в объем дисциплины экспериментально-ориентированных практик обеспечит не только формирование уникальных специальных профессиональных компетенций, но и создаст необходимую мотивацию и повысит качество освоения материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГРЕБЕНЮК А.Н. Вопросы токсикологии в подготовке и практической деятельности военных врачей // Токсикологический вестник. 2011. № 6 (111). С. 7–12.
2. ЗОБНИН Ю.В. Преподавание клинической токсикологии: единство инновационного обучения и традиционного воспитания // Вестник Балтийской педагогической академии. 2009. № 92. С. 32–37.
3. ЗОБНИН Ю.В. Проблемы преподавания клинической токсикологии при додипломной и последипломной подготовке врачей // Скорая медицинская помощь. 2006. Т. 7. № 2. С. 71.
4. ИВАШИН В.М., ГЛЕБОВ А.Н., ПРОХОРОВ И.И. Значение частных методик преподавания токсикологии в системе военно-медицинской подготовки студентов // Медицинское образование XXI века : сб. матер. III междунар. конф. Витебск: Витебский гос. мед. ун-т, 2004. С. 705–707.
5. ЛЕВЧУК И.П., КУРОЧКА А.В., АНИКЕЕНКО В.Н. К вопросу о преподавании токсикологии чрезвычайных ситуаций в медицинском вузе / Мат. Всерос. науч.-практ. конф. «Функционирование автоматизированной информационно-телекоммуникационной системы в целях повышения готовности Службы медицины катастроф Минздрава России к реагированию и действиям в ЧС». М.: ФГБУ «Всероссийский центр медицины катастроф «Защита» Минздрава России. 2018. С. 54–55.
6. ЛОГВИНЕНКО С.М. Особенности преподавания токсикологии экстремальных ситуаций на военной кафедре // Военная медицина. 2007. № 2(3). С. 16–18.
7. РЫБАЛКО В.М., БАШАРИН В.А., ШАРОВ Р.А., КОНЕВ В.В. К вопросу о подготовке врачей по токсикологии // Medline.ru. Российский биомедицин-

- ский журнал. 2015. Т. 16. С. 363–370.
8. **СТРЕЛОВА О.Ю., ТИХОНОВА В.В., КРЫСЬКО М.В., ГРЕБЕНЮК А.Н.** Использование кейс-метода при формировании компетенций. Опыт преподавания токсикологической химии и токсикологии и медицинской защиты // Межкультурная коммуникация в образовании и медицине. 2021. № 2. С. 95–105.
 9. **ТИМОШЕВСКИЙ А.А., КУШНИР Л.А., ГЕРАСИМОВ Д.В.** Новые подходы к преподаванию дисциплины «Военная токсикология, радиология и медицинская защита» в учебном военном центре / Сб. матер. науч.-практ. конф. Медицина катастроф: обучение, наука и практика. 2015. С. 111–112.
 10. **ХАМИДУЛИНА Х.Х., ФИЛИН А.С., АНДРУСОВ В.Э.** Актуальные вопросы преподавания основ профилактической токсикологии при подготовке специалистов медико-профилактического профиля // Токсикологический вестник. 2017. № 1 (142). С. 2–4.
 11. **ШКАТОВА Е.Ю., МАСАЛЬЦЕВА О.Г., ОКСУЗЯН А.В.** Особенности преподавания токсикологии и медицинской защиты в медицинском вузе // Инновационные педагогические технологии в медицинском образовании: Вузовская педагогика: матер. конф., Красноярск. 2010. С. 391–392.

REFERENCES

1. **GREBENYUK A.N.** Issues of toxicology in the training and practical activities of military doctors. *Toksikologicheskij vestnik*. 2011;(6):7–12. (In Russian).
2. **ZOVNIN YU.V.** Teaching clinical toxicology: the unity of innovative teaching and traditional education. *Vestnik Baltijskoj pedagogicheskoj akademii*. 2009;(92):32–7. (In Russian).
3. **ZOVNIN YU.V.** Problems of teaching clinical toxicology in pre-graduate and postgraduate training of doctors. *Skoraya medicinskaya pomoshch'*. 2006;7 (2):71. (In Russian).
4. **IVASHIN V.M., GLEBOV A.N., PRONOROV I.I.** The importance of private methods of teaching toxicology in the system of military medical training of students. *Meditsinskoye obrazovaniye XXI veka: sb. mater. III mezhdunarod. konf. Vitebsk: Vitebskij gos. med. un-t*, 2004:705–7. (In Russian).
5. **LEVCHUK I.P., KUROCHKA A.V., ANIKEENKO V.N.** On the question of teaching toxicology of emergency situations in a medical university. Mat. All-Russian Scientific and Practical conference "Functioning of an automated information and telecommunication system in order to increase the readiness of the Disaster Medicine Service of the Ministry of Health of Russia for emergency response and actions". Moscow: FGBU «Vserossijskij centr mediciny katastrof «Zashchita» Minzdrava Rossii. 2018:54–5. (In Russian).
6. **LOGVINENKO S.M.** Features of teaching toxicology of extreme situations at the military department. *Voennaya*

С.В. ЧЕПУР, М.А. ЮДИН, Н.Г. ВЕНГЕРОВИЧ, А.С. НИКИФОРОВ, Т.В. ШЕФЕР, И.В. ФАТЕЕВ, М.А. КОЛЕСНИК
ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ВОЕННОЙ ТОКСИКОЛОГИИ: ПРОТИВОРЕЧИЯ И ПОДХОДЫ К ИХ ПРЕОДОЛЕНИЮ

- medicina*. 2007;2(3):15–8. (In Russian).
7. **RYBALKO V.M., BASHARIN V.A., SHAROV R.A., KONEV V.V.** On the issue of training doctors in toxicology. *Medline.ru. Rossijskij biomedicinskij zhurnal*. 2015;(16):363–70. (In Russian).
 8. **STRELOVA O.Yu., TИHONOVA V.V., KRYS'KO M.V., GREBENYUK A.N.** Experience in teaching toxicological chemistry and toxicology and medical protection. *Mezhkul'turnaya kommunikaciya v obrazovanii i medicene*. 2021;(2):95–105. (In Russian).
 9. **TIMOSHEVSKIY A.A., KUSHNIR L.A., GERASIMOV D.V.** New approaches to teaching the discipline "Military toxicology, radiology and medical protection" at the military training center. *Medicina katastrof: obuchenie, nauka i praktika: sb. mater. nauch.-prakt. konf.* 2015:111–2. (In Russian).
 10. **HAMIDULINA H.H., FILIN A.S., ANDRUSOV V.E.** Topical issues of teaching the basics of preventive toxicology in the training of specialists in the medical and preventive profile. *Toksikologicheskij vestnik*. 2017;1(142):2–4. (In Russian).
 11. **SHKATOVA E.YU., MASAL'CEVA O.G., OKSUZYAN A.V.** Features of teaching toxicology and medical protection at a medical university. *Innovacionnyye pedagogicheskie tekhnologii v medicinskom obrazovanii: Vuzovskaya pedagogika: mater. konf.*, Krasnoyarsk. 2010:391–2. (In Russian).

Чепур Сергей Викторович,

д.м.н., профессор, начальник Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины Министерства обороны РФ

Юдин Михаил Анатольевич,

д.м.н., профессор, начальник научно-исследовательского испытательного центра Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины Министерства обороны РФ

Венгерович Николай Григорьевич,

д.м.н., доцент, начальник научно-исследовательского испытательного отдела Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины Министерства обороны РФ

Никифоров Александр Сергеевич,

д.б.н., профессор, ведущий научный сотрудник Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины Министерства обороны РФ

Шефер Тимур Васильевич,

д.м.н., начальник научно-исследовательского испытательного управления Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины Министерства обороны РФ

Фатеев Иван Владимирович,

д.м.н., начальник научно-исследовательского испытательного отдела Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины Министерства обороны РФ

Колесник Михаил Александрович,

начальник службы Государственного научно-исследовательского испытательного института военной медицины Министерства обороны РФ

☎ 195043, г. Санкт-Петербург, ул. Лесопарковая, д. 4,
195043, St. Petersburg, st. Lesoparkovaya, 4,
тел.: +7 (812) 775-02-41, e-mail: gniivm_5@mil.ru

УДК 614.2

DOI: 10.52531/1682-1696-2024-24-3-119-122

Обзорная статья

EDN: TALDSE

«ВИТАФИЛД» – ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕСУРСОВ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА

И. В. СТЕГАЙЛОРОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ
НАУК, МОСКВА, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

В составе человеческого тела присутствуют почти все химические элементы таблицы Д.И. Менделеева. Их взаимодействие влияет на работу всех органов и систем, а состояние здоровья человека напрямую связано со способностью организма восстанавливать и поддерживать баланс химических элементов. Одним из фундаментальных решений для полного восстановления баланса организма, всех его параметров, механизма действия органов и систем, является применение корректора в виде природных микроорганизмов *Bacillus subtilis* (сенная палочка), которые запускают естественную способность организма к самоисцелению и лежат в основе продукции «Витафилд».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: восстановление здоровья, функциональное питание, микробиота, сенная палочка, *Bacillus subtilis*, «Витафилд»

ЧТО ТАКОЕ ЗДОРОВЬЕ

*«Здоровье – это не только
отсутствие болезней...»
Устав ВОЗ*

На сегодняшний день возможны и используются три типа определения понятия здоровья. Во-первых, здоровье – это отсутствие каких-либо заболеваний или нарушений. Во-вторых, состояние, которое позволяет человеку адекватно справляться со всеми требованиями повседневной жизни (подразумеваются также отсутствие болезней и нарушений). Третье определение гласит, что здоровье – это состояние равновесия, которое человек установил внутри себя и между собой и своим социальным и физическим окружением [4].

Из этих определений очевидно, что здоровье ассоциируется с необходимостью равновесия, баланса и гармонии. Этот баланс носит динамический характер и имеет определенные диапазоны для отклонений в рамках функциональных, временных нарушений работы организма. Такие отклонения могут быть пол-

Original article

VITAFIELD – FUNCTIONAL RESTORATION OF THE HUMAN BODY RESOURCES

I.V. STEGAILORUSSIAN ACADEMY OF NATURAL SCIENCES,
MOSCOW, RUSSIAN FEDERATION

The human body contains nearly all the chemical elements of D.I. Mendeleev's table. Their interaction affects the functioning of all organs and systems, and the state of human health is directly related to the body's ability to restore and maintain the balance of chemical elements. One of the fundamental solutions for the complete restoration of the balance of the body, all of its parameters, functions of its organs and systems is the use of a corrector in the form of natural microorganisms *bacillus subtilis*, which trigger the body's natural ability to self-heal, and which form the basis of Vitafield products.

KEYWORDS: health restoration, functional nutrition, microbiota, hay bacillus, *Bacillus subtilis*, Vitafield

ностью восстановлены, возможность полного восстановления нарушенного равновесия без серьезных последствий определяется ресурсными возможностями каждого конкретного организма.

На протяжении всей жизни организм человека постоянно подвергается воздействию окружающей среды, природно-географических и техногенных факторов, влиянию образа жизни (от состава воздуха и адекватных физических нагрузок до содержания растительных волокон в пище). Все эти факторы негативно влияют на работу и функцию клеток, приводят к истощению адаптационных ресурсов организма и нарушению динамического равновесия в работе органов и систем.

Возможности самостоятельного восстановления организмом здорового равновесного состояния напрямую связаны с восстановлением баланса химических элементов в организме человека.

Еще в начале XX века В.И. Вернадский (1863–1945 гг.), великий русский естествоиспытатель, геохимик, создатель современного учения о биосфере, основоположник геохимии и биогеохимии, сделал вывод о том, «...что в составе человека присутствуют все химические элементы мироздания, зафиксированные

в виде таблицы Д.И. Менделеевым, в том числе и те, которые массово образовались в результате ядерного техногенеза (плутоний, америций и др.), и нахождение их в нем «закономерно и не случайно».

Вернадский первым пришел к выводу, что, несмотря на ничтожно малое содержание многих химических элементов в окружающей среде, они присутствуют в растительных и животных организмах постоянно и не случайно. Химические элементы являются неотъемлемой частью ферментов, мембран, кофакторов, катализаторов, аминокислот и, в целом, всех структур живых клеток. Изменение содержания химических элементов отражается в их концентрации в организме человека, что может приводить к возникновению патологических состояний [2, 3].

Сегодняшние попытки восстановления баланса химических элементов в организме человека с целью возврата к восстановлению здорового состояния не могут представляться эффективными в чистом виде по следующим причинам:

- неизученный полный элементный состав организма человека. До сих пор «главным недостатком является отсутствие полного элементарного анализа живого вещества... Мы не имеем их даже, например, для такого организма, каким является человек, организм которого изучается уже целые столетия...» [1];
- невозможность количественной оценки поступивших в организм элементов ввиду индивидуальных особенностей усвояемости самим организмом. На усвоение элементов влияет и наличие уже имеющихся патологических состояний, в том числе, патогенной флоры, которые сильно изменяют не только количественный состав химических элементов, но и их соотношение, потенциально изменяя микробиоту конкретного человека и создавая негативное воздействие на работу организма;
- непрерывно происходящий в организме обмен веществ, изменяющий его позитивно или негативно в течение суток. Количество поступающих в организм и выводящихся из него элементов должно приблизительно совпадать, поскольку их содержание в организме должно находиться на относительно постоянном уровне. Одновременно с задачей поступления элементов в организм необходимо решать задачу вывода избытка этих веществ из организма, особенно если его внутренние процессы регуляции нарушены, например, при воспалении, раковой трансформации клеток, если организм не в состоянии поддерживать гармоничное соотношение химических элементов, усугубляя эти процессы.

Поэтому наиболее эффективным методом восстановления организма и, в частности, восстановления индивидуального элементного состава, соответствующего его здоровому состоянию, является исполь-

зование собственного механизма коррекции у конкретного человека, созданного самой природой. Этот механизм должен скорректировать внутренние процессы регуляции, которые позволяют восстановить и поддерживать необходимый уровень содержания элементов, правильную работу клеток, и, соответственно, баланс и равновесие в работе всех систем организма.

Гиппократ говорил, что лекарством для человека должна стать пища, которую он употребляет. В современных условиях это означает, что необходимо организовать правильное питание клетки, сбалансированное не только по жирам, белкам и углеводам, а также по микро- и макроэлементам, витаминам, важным веществам, которые запускают в организме ферментативные реакции. Фактически, это означает необходимость обеспечить функциональное сбалансированное питание всех клеток организма.

Термин «функциональное» здесь является принципиально важным, поскольку задача правильного питания – это целенаправленное восстановление функции клетки. Именно поиск все более эффективных новых, а иногда и хорошо забытых старых методов диагностики, но, главное, технологий правильного и комфортного восстановления организма естественным образом, является перспективным направлением развития современной медицины.

«ВИТАФИЛД»

Основу продукции «Витафилд» составляют природные микроорганизмы *Bacillus subtilis* (сенная палочка), которые запускают внутренние процессы в организме для восстановления функций его органов и систем, в частности, помогают восстанавливать и поддерживать необходимый организму состав микроэлементов. Бактерия *Bacillus subtilis* (сенная палочка) является природным корректором, обладающим рядом специфических морфологических особенностей, в том числе, помогающих восстанавливать и поддерживать необходимый состав микроэлементов в организме.

Важно подчеркнуть, что *Bacillus subtilis*, штаммы которой входят в состав «Витафилд», имеют полностью природное происхождение, и при поступлении в организм запускают уникальную функцию диагностирования. Это отличие делает «Витафилд» эксклюзивным продуктом, поскольку природные бактерии отличаются от искусственно созданных, являющихся ГМО продуцентами, живущих только на синтетических и искусственных средах, и геном которых представлен рекомбинантными генами. Естественный принцип диагностики природными бактериями сенной палочки в продукте «Витафилд» является эксклюзивным, и более в мире никем не представлен.

Уникальность бактерии *Bacillus subtilis* заключается в том, что 4–5% ее генома кодируют синтез разнообразных противомикробных веществ, охватывая

практически все патогены, которые могут вызывать инфекции. Штаммы бактерии *Bacillus subtilis* отличаются сочетанием различных генов, кодирующих синтез разнообразных антибиотиков.

Bacillus subtilis – это антагонист для дрожжевых грибов, сальмонеллы, протей, стрептококков, стафилококков. Бактерия очень устойчива во внешней среде, сухих средах и ее четырехслойная мембрана выдерживает температуру от -150 до $+150^{\circ}\text{C}$.

Влияние сенной палочки на организм определяет уровень здоровья конкретного человека, состояние микрофлоры кишечника, микробиоты, ее количество, качество и разнообразие. Именно состояние микробиоты кишечника в значительной степени определяет готовность иммунной системы к защите, правильной и своевременной выработке нужных клеток иммунной системы в адекватном объеме для полной блокировки, разрушения и выведения патогенного агента, если произошло проникновение.

Попадая в организм, штаммы бактерии *Bacillus subtilis* создают условия для баланса уровня pH среды каждой клетки, и действуют только на патогенную флору, полностью сохраняя здоровые клетки и запуская «фабрику здоровья»:

- индуцируют производство человеческого альфа-2 интерферона, который является важнейшим компонентом врожденной неспецифической защиты организма от инфекций и опухолевых трансформаций, таким образом восстанавливая иммунную систему (как клетки, так и функции);
- продуцируют в организме более 100 антибиотических веществ, при этом оказывая одновременно антибактериальное, противовирусное, противогрибковое, антипаразитарное действие на весь организм;
- запускают более 300 ферментативных реакций, и вырабатывают жизненно важные соединения даже при их отсутствии или недостатке в организме (ряд амилаз, протеаз, липаз, активных белков, пептидов, ферментов, витаминов группы А, В, С, D, Е, аминокислот, аргинин, триптофан, нуклеотиды, гликозиды и жирные кислоты);
- восстанавливают бета-клетки поджелудочной железы и способствуют выработке собственного инсулина;
- восстанавливают пищеварительную, эндокринную и нервную системы, способствуют восстановлению полного цикла всех органов и систем;
- восстанавливают поврежденные клетки и структуры организма, которые были поражены вирусом и вакцинацией, в соответствии с геномом человека, особенно репродуктивную систему, не нарушая здоровых клеток.

«Витафилд» содержит 60 минералов, 20 аминокислот, из которых 8 незаменимых и 3 полиненасыщенных жирных, 16 витаминов, физиологически необходимых для нормального функционирования

организма в полном объеме в суточном режиме по Вернадскому. Витамины группы В представлены в составе продукта полным разнообразием от В1 до В17, на рынке нет других препаратов с таким содержанием витаминов группы В.

В целом продукция «Витафилд» является концентрированным функциональным бактериальным питанием, обеспечивающим восстановление функций поврежденных клеток. Дополнительные отличительные особенности: продукты не содержат химических консервантов, аллергенов, токсинов, ГМО, редактированных генов, не имеют побочных эффектов, не являются биологически-активной добавкой (БАД). Применение «Витафилд» убирает симптомы химической, пищевой, алкогольной, наркотической, биологической, радиоактивной, лекарственной, а также любых других видов интоксикаций.

ИНФЕКЦИИ И ЗДОРОВЬЕ

Для снижения вероятности заражения человека вирусной инфекцией, в частности, гриппом или COVID-19, а также снижения тяжести заболевания и устранения его последствий, необходимо предпринимать следующие меры:

- блокировать вирус по путям проникновения;
- своевременно вывести токсические вещества и продукты распада вируса;
- убрать симптомы интоксикации;
- восстановить полезную микрофлору кишечника, ее количество, качество и разнообразие;
- обеспечить поврежденным клеткам органов и систем функциональное, сбалансированное питание, позволяющее восстановить функции систем организма, и, следовательно, восстановить собственный геном.

Продукция «Витафилд» полностью удовлетворяет этим требованиям.

«Витафилд» имеет различные формы выпуска: порошковая форма, водные растворы, бальзамы, кремы, в которых штаммы сенной палочки находятся в разных состояниях. Наличие разных форм выпуска позволяет вводить продукт в организм по тем же путям, по которым идет проникновение вируса, а именно: глаза, нос, рот, пищеварительный тракт, кишечник (прямая кишка-геморрой, трещины, свищи, герпес), влагалище и кожа, в случае наличия раневых поверхностей.

Попадая в организм, «Витафилд» запускает ряд ферментативных реакций, результатом которых являются регуляторные белки, структуры и вещества, которые убирают признаки воспаления и процессы деструкции клеток, а значит, патологические образования, которые в последствии могут служить фактором развития серьезных, сложных заболеваний, в том числе, онко- и нейродегенеративных, тем самым осуществляя их профилактику. За счет индукции собственного альфа-2 интерферона и доведения его

уровня до индивидуальной нормы происходит естественное восстановление работы иммунной системы без стимуляции и агрессии, ее естественное «перепрограммирование».

Таким образом, «Витафилд» блокирует естественные пути проникновения вируса, а также любого патогенного агента, и позволяет сформировать естественный полноценный клеточный иммунный ответ, что и является персонализированной терапией для лечения конкретного человека с учетом его индивидуальных особенностей, климата и географического места проживания.

ВЫВОДЫ

На протяжении многих веков организм человека формировался как единое целое из составляющих его клеток, тканей, органов и систем, поддерживая взаимосвязи и баланс между составляющими его системами и внутри каждой из них. Нарушение этого баланса по зависимым или независимым от человека причинам ведет к различным отклонениям здоровья, состояниям «предболезни» или «болезни».

Сегодняшние подходы классической медицины, которая в подавляющей степени является симптоматической, плохо применимы к задачам превентивной и восстановительной медицины.

Наиболее полно задачи предупреждения заболеваний, их лечения и реабилитации, а также поддержания здорового баланса жизнедеятельности организма решаются при помощи функциональной медицины, которая дополняя традиционную медицину, включает научно-обоснованные методы нетрадиционной медицины и естественную способность организма к самоисцелению.

Применяемая в рамках функциональной медицины продукция «Витафилд» может быть рекомендована в качестве функционального бактериального питания, персонализированной микробиомной терапии кишечника и восстановления необходимого количественного и качественного состава микроэлементов, с последующим восстановлением иммунной и других систем организма (клеток, функций) пациентов с различными видами заболеваний.

Опыт применения продукции «Витафилд» подтверждает положительный эффект применительно ко всем взаимосвязанным системам организма, например, при:

- заболеваниях эндокринной системы: аутоиммунном тиреоидите;
- сложных заболеваниях различного генеза;
- офтальмологических заболеваниях;
- урологических заболеваниях: мочекаменной болезни, простатите, аденоме предстательной железы;
- гинекологических заболеваниях;
- заболеваниях желудочно-кишечного тракта;

И. В. СТЕГАЙЛО
«ВИТАФИЛД» – ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ
ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕСУРСОВ
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА

- заболеваниях сердечно-сосудистой системы;
- заболеваниях головного мозга, нервной системы;
- нарушениях обмена веществ, при сахарном диабете I и II типа, инсулинорезистентности, метаболическом синдроме, ожирении и др.;
- заболеваниях печени и желчного пузыря, гепатитах A, B, C;
- онкологических заболеваниях.

Опыт применения продукции «Витафилд» пациентами с COVID-19 подтверждает успешное сокращение сроков реабилитации, снижение тяжести течения заболевания, осложнений и постковидного синдрома, а также способствует восстановлению иммунной системы, микробиоты и организма в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. **ВЕРНАДСКИЙ В.И.** Об условиях проявления жизни на Земле. Избранное собрание сочинений. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. V. 442 с.
2. **ИГНАТОВА Т.Н., БАРАНОВСКАЯ Н.В., РИХВАНОВ Л.П., СУДЫКО А.Ф.** Региональные биогеохимические особенности накопления химических элементов в зольном остатке организма человека // Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 317. № 1. С. 178–183.
3. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Под ред. Ю.А. Ершова, В.А. Попкова, А.С. Берлянда и др. 2-е издание. М.: Высшая школа, 2000. 559 с.
4. **SARTORIUS N.** The Meanings of Health and its Promotion. *Croatian Medical Journal*. 2006; 47(4):662–4.

REFERENCES

1. **VERNADSKIY V.I.** About the conditions for the emergence of life on Earth. Collection of selected works. Vol 5. Moscow: Izdatelstvo AN SSSR, 1960. (In Russian).
2. **IGNATOVA T.N., BARANOVSKAYA N.V., RIKHVANOV L.P., SUDYKO A.F.** Regional biogeochemical features of the accumulation of chemical elements in the ash residue of the human body. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*. 2010;317;(1): 178–183. (In Russian).
3. General chemistry. Biophysical chemistry. Chemistry of biogenic elements. Edited by Yu.A. Ershova, V.A. Popkova, A.S. Berlyanda et al. 2nd edition, corrected and expanded. Moscow: Vysshaja shkola, 2000: 559. (In Russian).
4. **SARTORIUS N.** The Meanings of Health and its Promotion. *Croatian Medical Journal*. 2006; 47(4):662–4.

Стегайло Ирина Васильевна,
к.м.н., офтальмохирург,
☎ тел.: +7 (968) 741-75-16, e-mail: info@istbiomed.ru

УДК 579.64

DOI: 10.52531/1682-1696-2024-24-3-123-139

Научная статья

EDN: WJRBBZ

ГРИБЫ РОДА FUSARIUM – МНОГООБРАЗИЕ СВОЙСТВ, ЗНАЧЕНИЕ КАК ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Т.А. НУГМАНОВА,
М.В. КАБАРГИНА
ООО «БИОИН-НОВО», МОСКВА,
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

В работе представлен аналитический обзор по многообразию свойств грибов рода фузариум. Анализ имеющихся экспериментальных исследований показал, что данный род обладает множеством удивительных свойств. Это выражается в продукции метаболитов как чрезвычайно вредных для человека, животных и растений, обладающих всеми характеристиками высоко патогенных веществ, превышающих по активности яды, так и весьма полезных, обладающих лечебными свойствами. Данные метаболиты находят свое место как при лечении широкого спектра заболеваний, так и в виде БАД для человека и животных, а также стимуляторов роста и развития растений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: фузариозы, БАД, иммуномодуляторы, стимуляторы роста, растения, культивирование, патоген

Original article

FUSARIUM FUNGI - DIVERSITY OF PROPERTIES, IMPORTANCE AS OBJECTS OF INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY

Т.А. NUGMANOVA, M.V. KABARGINA
LLC «BIOIN-NOVO», MOSCOW, RUSSIAN
FEDERATION

The paper presents an analytical review of the variety of properties of fungi of the genus *Fusarium*. An analysis of available experimental studies has shown that this genus has many amazing properties. This is expressed in the production of metabolites that are both extremely harmful to humans, animals and plants, possessing all the characteristics of highly pathogenic substances, exceeding the activity of poisons, and very useful, with medicinal properties. These metabolites find their place both in the treatment of a wide range of diseases and in the form of dietary supplements for humans and animals, as well as stimulants for plant growth and development.

KEY WORDS: *fusariosis, immunomodulator, growth stimulator, plant, cultivation, pathogen*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время интенсивно изучаются механизмы регуляции жизнедеятельности растений и их взаимодействие с микроорганизмами не только теми, которыми они окружены в почве, но и живущими внутри растений – так называемыми эндофитами. Мир эндофитных микроорганизмов очень разнообразен и представлен как бактериями, так и грибами. Важнейшую роль, как показали исследования, играют грибы рода фузариум. Природа одарила этот род удивительными свойствами. Они могут наносить непоправимый вред растениям, животным и человеку. Вместе с этим отдельные их представители не только не вредят растениям, но и являются мощными стимуляторами роста и развития, иммуномодуляторами, помогают защитить растения от своих же патогенных сородичей. Кроме этого, определяется важнейшая роль фузари-

озных грибов как чрезвычайно интересных объектов промышленной биотехнологии. Показано, что они могут быть использованы как продуценты ферментов (рибонуклеазы, протеазы, коллагеназы, амилазы), антиоксидантов (кофермент Q10), детоксикантов, в качестве продуцентов фосфолипидов [12, 75, 50]. Они продуцируют также каротиноиды, полиеновые кислоты, включая арахидоновую и омега-3 кислоты, полисахариды (маннаны, глюканы), ингибитор биосинтеза холестерина, микроэлементы (К, Mg, F и др.), витамины: А, группы В, F, D₃, Н, регуляторные пептиды и фитогормоны [28, 75, 66, 55]. Эти свойства были использованы для разработки лечебно-профилактических препаратов и БАД для контроля огромного количества разнообразных заболеваний человека и животных. В то же время они применяются и для растений, обладая полифункциональными свойствами и снижая и даже полностью исключая дозы химических пестицидов. В настоящем аналитическом обзоре представлены также и собственные исследования, показывающие, что представители данного рода недостаточно исследова-

ны и не полностью определена их роль в современном агробизнесе.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ

Известны и достаточно хорошо изучены арбускулярно микоризные грибы, образующие эндомикоризу внутри растений. Кроме этих грибов в качестве эндофитов известно много различных микроорганизмов: бактерий, дрожжей, актиномицетов. Чаще всего их обнаруживают внутри корневой части растений в качестве корневых эндофитных микромицетов. Считают, что это особая стратегия развития грибов – эндофитизм, при которой гриб не разрушает организм хозяина и остается невидимым для защитной системы растения [12].

В настоящем обзоре представлены данные о грибах рода *Fusarium*, интересных своими многообразными свойствами не только как патогены и источники фузариозных токсинов, наносящих вред растениям и человеку, но и как непатогенные виды и штаммы грибов, являющихся продуцентами лекарственных веществ, гормонов, регуляторных пептидов. В обзоре представлены и обобщены экспериментальные данные, полученные исследователями, и сделан акцент на возможность использования фузариозных грибов в качестве промышленных продуцентов биологически активных веществ.

Грибы рода *Fusarium* относятся к несовершенным грибам – Anamorphic fungi. Систематическое положение: царство Fungi, отдел Ascomycota, класс Ascomycetes, подкласс Sordariomycetidae, порядок Nurosporeales, семейство Nectriaceae [2]. Считается, что *Fusarium* отделился от своего близкого родственника в эпоху миоцена, около 11 млн лет назад [31].

Они могут обитать как в почве, так и во внутрикорневой части растений. С этой точки зрения грибы рода фузариум являются грибами-эндофитами. Одной из современных работ по таксономии рода *Fusarium* является атлас «*Fusarium laboratory manual*», опубликованный в 2006 г. американскими исследователями [84]. Видовая концепция включает 71 вид, учитывая традиционные морфологические и современные молекулярно-биологические признаки с кратким описанием биологических и филогенетических характеристик видов.

В настоящее время отсутствует универсальный принцип классификации грибов рода *Fusarium*. Наличие серповидно-веретеновидных макроконидий уже не является основополагающим критерием для отнесения гриба к роду *Fusarium*, поскольку аналогичные структуры формируют представители родов *Acremonium*, *Cylindrocarpon*, *Gliocladium* и *Microdochium* [16, 19–21, 23, 25, 26].

Благодаря исследованиям последних лет число видов рода *Fusarium* удвоилось. В России на территории Дальнего Востока и Сибири недавно найдены и описаны два новых вида, в том числе *Fusarium ussurianum*.

В настоящее время в различных каталогах отмечено от 200 до 400 видов грибов рода *Fusarium* [23, 37].

Основные из них:

Fusarium aberrans, acaciae-mearnsii, aethiopicum, agapanthi, aglaonematis, aglaonematis, albosuccineum, alkanophilu, ambrosium, amplum, ananatum, andinum, anguioides, arcuatisporum, armeniacum, arthrosporioides, atrovinosum, austroafricanum arcuatisporum, armeniacum, arthrosporioides, atrovinosum, austroafricanum, azukiicola, austroamerican.

Fusarium babinda, vaccharidicol, bacilligerum, bambusae, bataticola, begonia, bomiense, borneense, bostrycoide, brachygibbosu, breve, brevicatenulatu, brevicaudatum, breviconu, bubalinu, bugnicourt, buharicum, bulbicola, burgessii.

Fusarium caatingaense, caeruleum, californicum, carminascen, cartwrightia, cassiae, catenulatum, celtidicola, celtis, chaquense, chinhoiense, chlamydosporum, circinat, citri, citricola, clavus, coicis, concentricum, ntaminatum, coriorum, cortaderiae, crassistipitatum, crissum, crookwellense, cryptoseptatu, cucurbiticol, culmorum, curvatum, cyanescens.

Fusarium desaboruense, dactylidis, desmazieri, devonianum, dbileepanii, diversisporum, dlamini, duplospermum.

Fusarium echinatum, elaeidis, elegans, elongatum, enterobii, epipeda equiseti, ershadii, euonymi, euonymi-japonici, euwallaceae, expansum.

Fusarium fabacearum, fasciculatum, ficicrescens, Fusarium flavum, flocciferum, fracticaudum, fractiflexum, fredkrugeri, fructigenum, gamsii.

Fusarium gamtoosense, gerlachii, gibbosum, glycinicola, goepfertmayeriae, gossypinum, gracilipes, graminum, grosnichelii, guilinense, haematococcum.

Fusarium helgardnirenbergiae, hengyangense, heterosporum, hexaseptatu, hibernans, hoodiae, hostae, humicola, juglandicola.

Fusarium kelerajum, keratoplasticum, konzum, langsethiae.

Fusarium laricis, libertatis, longicaudatum, longicornicola, longifundum, lumajangense, lunulosporum, lushanense, macroceras, macrosporum, mahasenii.

Fusarium makinsoniae, mangiferae, meridional, merkxianum, miscanthi, monophialidicum, montanum, moronei, mundagurra, musae, musarum.

Fusarium neerlandicum, nelsonii, neoceras, neoscirpi, neosemitectum, nepalense, newnesense, nirenbergiae. Fusarium noneumartii.

Fusarium oxysporum, odoratissimum, oligoseptatum, ophioides, oryzae, oxysporum.

Fusarium poae, pacificum, paraeumartii, paranaense, parceramosum, parvisorum, paulenelsonii, peltigerae, pentaclethrae, pernambucanum, perseae, peruvianum, petersiae, petroliphilum, pharetrum, phaseoli, phialophorum, phyllostachydicola, pininemoral, piperis, plagianthi, poae, praegraminearum, prieskaense, pseudocircinatum,

pseudonygamai, pseudoradicicola, psidii, purpurascens.

Fusarium queenslandicum, quercinum.

Fusarium radicol, ramosum, rectiphorum, roseolum, rosicola, rostratum, ruthalliae.

Fusarium subglutinans, salinense, sambucinum Fuckel (1870), *samuelsii, sedimenticola, serpentinum, sibiricum, solani* (Mарт.) Sacc. (1881), *solani-melongenae, spathulatum, sphaerosporum, spinosum, spinulosum, sporodochiale, sporotrichioides* Шерб. (1915), *stercicola, stilboides, subflagellisporum, sublunatum, subulatum, sudanense, sylviaearleae.*

Fusarium tardichlamydosporum *Fusarium tardicrescen, tasmanicu, tenuicristatum, terricola, thapsinum, theobromae, torreyae, torulosum, trichothecioides, tricinctum, triseptatum, tritici, tucumania.*

Fusarium urticearum, ussuriarum.

Fusarium vanettenii, vanleeuwenii, vectriae-palmicola, verrucosum, vogelii, volutum.

Fusarium waltergamsi, wereldwijsianum, witzenhausenens, wolgense, wollenweberi.

Fusarium xylarioides.

Fusarium zanthoxyli.

Известно, что интенсификация возделывания сельскохозяйственных культур привела к усилению процессов разрушения природных механизмов саморегуляции агроэкосистем и способствовала появлению новых, более агрессивных биотипов вредных организмов. Это сказалось, в том числе, и на усилении действия патогенных видов *Fusarium* на растения.

Грибы рода *Fusarium* широко распространены в природе. Патогенные виды являются возбудителями заболеваний более чем у 200 видов растений. Они вызывают у растений фузариозы, некрозы, различные корневые гнили и проявляются в виде массовых эпифитотий, которые наблюдаются в разных странах и регионах каждые 3–8 лет. Наиболее часто они заражают зерновые культуры, но поражение есть и у овощных культур на клубнях, у плодовых и декоративных растений. В результате чего наблюдается угнетение растений, пожелтение и засыхание листьев, белостебельчатость, белоколосица, задержка колошения, шуплость зерна и пустоколосость, а также гибель продуктивных стеблей [32, 47, 68]. Фузариозные грибы накапливаются и сохраняются в растительных остатках чаще всего зерновых культур. Зараженность семян в пределах 11–15% считают порогом вредоносности скрытой фузариозной семенной инфекции, представленной видами *sporotrichioides, avenaceum* и *poae* [26]. Грибы рода *Fusarium* способны инфицировать растения и продуцировать микотоксины в широком диапазоне температур. Одним из ведущих факторов развития заболевания является избыток влажности более 71%, особенно в период цветения. Отрицательное влияние фузариоза на растения выражается в подавлении фотосинтеза, иммунитета, ферментов, что приводит к гибели растения.

Микотоксины (греч. *mykes* – гриб; *toxikon* – яд) это низкомолекулярные вторичные метаболиты разнообразной химической природы (пептиды, полисахариды, терпеноиды, фенольные соединения), продуцируемые токсигенными микромицетами и оказывающие патологическое действие на биологические объекты, включая человека, животных и растения [10, 47, 49, 63].

Стандарты контроля безопасности пищевых и кормовых продуктов в Российской Федерации регулируют содержание трех фузариотоксинов: дезоксиниваленол (ДОН) – 0,7–1; Т-2 токсин – 0,1; зеараленон (ЗЕН) – 0,2–1 мг на 1 кг зернового сырья. Регламентированный максимальный уровень содержания фумонизинов (ФУМ) в кукурузной муке – 0,2 мг/кг (СанПиН 2.3.2.2401–08, 2008); в кормах для птиц и свиней – 5 мг/кг. В настоящее время контроль за содержанием фузариозных токсинов регламентируется Техническим регламентом Таможенного Союза (ТР ТС 021/2011). В табл. 1 представлены в качестве примера показатели микотоксинов в разных пищевых продуктах.

Токсины характеризуются высокой термостабильностью, например для разрушения Т-2 токсина необходима температура 250–300° С [63, 67, 68].

Фузариевая кислота – этот микотоксин представляет собой азотсодержащее гетероциклическое соединение из группы никотиновых кислот, которое обладает высокой фитотоксичностью. Продуцентами фузариевой кислоты являются виды *F. crookwellense, F. heterosporum, F. napiforme, F. oxysporum, F. sambucinum, F. solani, F. subglutinans, F. crookwellense.*

Способность продуцировать соединения гормональной природы обнаружена у видов *F. acuminatum, F. anguioides, F. avenaceum, F. chlamydosporum, F. culmorum, F. equiseti, F. graminearum, F. oxysporum, F. semitectum, F. solani, F. ventri-cosum* [38, 73, 75].

Трихотеценовые микотоксины относятся к классу сесквитерпенов. Они насчитывают более 170 сходных по строению веществ двух типов: А и Б, приводящих к летальному исходу. К ним относится токсин Т-2, токсин НТ-2, диацетоксискрипенол (ДАС) и неозоланиол (НЕО). Они значительно токсичнее, чем трихотецины типа Б, к которому относятся: диоксиниваленон, также известный как vomitоксин и его 3-ацетил и 15-ацетил производные, ниваленон (НИВ) и фузаренон Х, а также фузариевая кислота [81].

Грибы рода *Fusarium* вызывают оппортунистические микозы у людей. Токсичность трихотеценов осложняется тем, что они являются иммуностимулирующими в низких дозах, но иммуносупрессивными в высоких дозах. Чаще всего инфекции у людей вызывает *Fusarium solani* (50%), за которым следует *F. oxysporum* (примерно в 20% случаев). В основном это кератит и онихомироз, а также аллергические заболевания и микотоксикоз у людей и животных после

ТАБЛИЦА 1.

Содержание микотоксинов в пищевых продуктах (Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»)

Микотоксины	Мг/кг, не более	Продукт
афлатоксин В1	0,005	Продукты переработки злаковых и зернобобовых культур
дезоксиниваленол	0,7	Продукты переработки пшеницы
	1	Продукты переработки ячменя
Т-2 токсин	0,1	Продукты переработки злаковых культур
зеараленон	1,0	Отруби пищевые (пшеничные, ячменные, кукурузные)
	0,2	Продукты переработки злаковых культур (пшеницы, ячменя, кукурузы)
охратоксин А	0,005	Продукты переработки злаковых культур (пшеницы, ячменя, ржи, овса, риса)
афлатоксин В	0,005	Мучные и сахаристые кондитерские изделия, восточные сладости, жевательная резинка (для изделий, содержащих орехи); Шоколад и изделия из него; Какао-бобы и какао-продукты
дезоксиниваленол	0,7	Мучные кондитерские изделия
5-оксиметилфурфурол	25,0	Мед
Микотоксины:		
патулин	0,05	Яблоки, томаты, облепиха, калина и продукты из них
афлатоксин В	0,005	Орехи, чай, кофе
афлатоксин В	0,005	Масла растительные (все виды) включая жиры рыб, масла (жиры) семена масличных культур, соусы на основе растительных масел
афлатоксин М	0,0005	Молоко и продукты переработки молока

употребления пищи, загрязненной токсинами. Фузариоз может быть получен воздушно-капельным путем или через травмы кожи, что вызывает длительную и тяжелую нейтропению. Для лечения используют системные противогрибковые средства. Особенностью фузариозов является тенденция к рецидиву с повторным подавлением костного мозга [24].

В растениеводстве рассматривают две болезни растений, которые встречаются в полевых условиях и влияют на качество и сохранность зерна – это парша пшеницы, также называемая *фузариозная* головневая гниль, и початковая гниль кукурузы. Одним из видов, вызывающих оба этих заболевания, является *F. graminearum*, который поражает зерно пшеницы и кукурузы в поле и продуцирует дезоксиниваленол (DON), также называемый vomitоксином. *F. graminearum* наиболее распространен в Северной Америке, тогда как близкородственный вид, *F. culmorum*, более распространен в Европе. *F. graminearum* и *F. culmorum* также продуцируют зеараленон. *F. verticillioides (moniliforme)* продуцирует фумонизины и другие метаболиты в кукурузе, как и *F. proliferatum*. *F. proliferatum* и *F. subglutinans* также продуцируют монилиформин и другие соединения. Грибы рода *Fusarium* также могут поражать свежие фрукты и овощи во время хранения, вызывая различные гнили и порчу.

У животных фузариозные токсины поражают слизистые оболочки пищеварительного тракта, нервную

и сердечно-сосудистую системы, печень, подавляют иммунитет животных, вызывают повреждение ДНК, блокаду клеточного цикла, ингибирование синтеза белка, некроз. Эти токсины продуцируют виды: *Fusarium graminearum, sporotrichiella, moliniforme, roseum, sambucinum, tricinctum, nivale*. Токсин зеараленон и его производные (α - и β) также очень опасны для животных, вызывая вагиниты, отеки вульвы, выпадения влагалища и прямой кишки, гибель эмбрионов, нарушения полового цикла, снижение оплодотворяемости, уродства плодов, поражение печени, почек, иммуносупрессии, нервные явления. Летальность животных может достигать 50–80%. Величина LD₅₀ составляет от 3,8 до 140 мг на 1 кг живого веса. В связи с ослаблением иммунитета фузариозные токсины провоцируют заболевания, вызванные бактериями и вирусами: сальмонеллез, колибациллез, энтерит, аспергиллез и другие [63].

Токсины фузариума опасны и для человека при потреблении зараженных продуктов, что приводит к сильным токсикозам включая канцерогенность, мутагенность, генотоксичность, иммунотоксичность, нейротоксичность, гепатотоксичность, нефротоксичность. По своей токсичности токсины фузариума могут в сотни раз превышать яды.

Многообразие природы грибов рода фузариум выражается в том, что известны непатогенные штаммы этих грибов. Это чрезвычайно интересный феномен. Они обладают рядом удивительных свойств. Известны ис-

следования фузариозных грибов как сорбентов тяжелых металлов: меди, никеля, свинца. Их активность выше, чем у активированного угля [32]. Фузариум используют в качестве деструктора углеводородов до С31 [86].

По данным многих исследований, непатогенные формы грибов рода фузариум обладают широким спектром различных биологически активных веществ. Они способны продуцировать жирные кислоты, алканы, витамины группы В, убихиноны: Q6, Q9, Q10, лигнолитические ферменты [85]. В основном это виды: *culmorum*, *sporotrichioides*, *solani* sambucinum. На основе их метаболитов разработаны лекарственные препараты: Милайф, Флоравит Э, Минро-ВИТ, Ликаром. Показано их положительное влияние на иммунитет человека и применение в послеоперационный период, а также для лечения различных видов злокачественных опухолей.

Установлено, что живая культура микромицета *F. oxysporum* является хорошим сорбентом по отношению к Cu²⁺ и Ni²⁺ [20, 90], а его сухая биомасса – по отношению к Pb²⁺ [54, 82]. Живой мицелий *F. culmorum* является эффективным сорбентом Pb²⁺, а его сухая биомасса – Cu²⁺ и Pb²⁺ [89]. Способность к сорбции у *F. culmorum* значительно выше по сравнению с традиционным сорбентом – активированным углем [89]. Метаболиты фузариум могут быть использованы для удаления нефти и полициклических ароматических углеводородов. Клетки фузариума колонизируют корневую систему растений и вызывают в различной степени устойчивость к патогену [80]. Биологически активные соединения – энниатины (циклические депсипептиды по химической природе), образованные некоторыми штаммами видов р. *Fusarium*, обладают антибиотической активностью в отношении 9 видов патогенных кишечных бактерий, а также оказывают цитотоксическое действие на клетки аденокарциномы человека Сасо-2. Доказано, что антагонистическую активность против раковых клеток человека могут проявлять спиртовые экстракты двух эндофитных штаммов *F. oxysporum*, выделенных из многолетних травянистых растений семейства астровых. По химической природе данные фузариозные метаболиты являются жирными кислотами и алканами. Отмечен еще один интересный аспект использования *F. oxysporum* и *F. cubense* JT. Так, при инкубации данного гриба в растворе хлорида золота его мицелий синтезировал наночастицы золота размером 22 нм, покрытые белком и обладающие антимикробной активностью по отношению к *Pseudomonas* sp. Выделен факультативный теплолюбивый вид *Fusarium* sp. для производства α-амилазы. Данный вид может продуцировать большое количество амилазы на дешевых и легкодоступных компонентах. При этом амилаза является термостойкой и сохраняет активность в присутствии низких концентраций ионов тяжелых металлов [35]. Показана перспективность использования

микромицетов *F. culmorum* 3, *F. sporotrichioides* 12 и *F. solani* 52, выделенных из объектов окружающей среды в Кировской области, в качестве продуцентов лигнолитических ферментов [33]. Все микромицеты секретировали данные ферменты в среду выращивания, выход ферментов в культуральную жидкость достигал 75,5–91,9%. Изучены красные пигменты *F. solani* BRM054066, в состав которых входят два нафтохинона, фузарубин и дигидрофузарубин, а также антрахинон, бострикоидин, являющийся основным соединением фузарубина [50]. Красный пигмент проявлял антиоксидантную активность, улавливая 50% хромоген-радикала: 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила в концентрации 24 мкг/мл. Пигмент также показал эффективную противовоспалительную способность. Этилацетатные экстракты культур *F. oxysporum*, выделенного из лекарственного растения якон *Smallanthus sonchifolius* (Поерр.) Н. Rob., проявили значительную цитотоксическую активность при тестировании *in vitro* против раковых клеток человека. В ходе хроматографического разделения установлено, что это ангидрофузарубин и боверицин. Оба соединения показали самую сильную цитотоксическую активность против различных линий раковых клеток. Боверицин также показал многообещающую активность против паразита животных и человека *Leishmania braziliensis*. Показано, что *Fusarium equiseti* T-14 обладает ингибирующей активностью в отношении вируса простого герпеса типа 2, вируса гриппа А/Н1N1/California/2009 и цитостатической противораковой активностью в отношении ларингокарциномы, миеломы костного мозга человека и лимфаденомы [1].

Т.В. Тепляковой с соавторами показано, что штамм *Fusarium equiseti* T-14, содержащий в биомассе биологически активные вещества, проявляющие ингибирующую активность против вируса простого герпеса 2 типа, вируса гриппа А/Н1N1/California/2009 и цитостатическую противоопухолевую активность в отношении карциномы гортани (Нер-2), миеломы костного мозга человека (ИМ-9), лимфомы человека (Namalva) депонирован во Всероссийской Коллекции Промышленных Микроорганизмов (ВКПМ) ФГУП ГосНИИГенетика под номером F-1302 [50].

Известен положительный эффект инокуляции растений *F. equiseti*, приводящий к увеличению биомассы, фотосинтетических пигментов, устойчивости к повреждению мембранных структур в результате окисления липидов, снижения накопления тяжелых металлов в надземной части растений. Полученный экспериментальный материал позволяет обосновать возможность использования инокуляции растений как приема повышения их устойчивости к инфекции [2].

Метаболиты грибов рода *Fusarium* интенсивно изучаются, в частности вид *Sambusinum*. Так, на основе этих метаболитов группой ученых: В.В. Богданов, Э.Ф. Фаткулина, А.И. Григораш и др. предлагается

считать метаболиты «группой новых мембранотропных гомеостатических тканеспецифических биорегуляторов» [28, 60]. Эти вещества представляют собой небольшие пептиды с молекулярной массой до 9000 Да и проявляют тенденцию к межмолекулярной ассоциации, образуя крупные (150–350 нм) наноразмерные частицы, проявляют мембранотропную активность [29]. Пептидные биорегуляторы представляют собой низкомолекулярные белки, состоящие из цепочек аминокислот (до 30 аминокислотных остатков с пептидной связью [-C(O)NH-]). Как показали исследования, именно такого рода белковые молекулы ответственны за управление физиологическими процессами в организме человека, животных и растений [79].

Авторы отмечают, что эти регуляторы были обнаружены ранее в различных тканях позвоночных и беспозвоночных животных и растений. На их основе разработаны биологически активные добавки к пище (БАД), которые рекомендуются для лечения животных и людей от широкого спектра болезней. Эти вещества влияют на адгезию, миграцию, пролиферацию, дифференцировку клеток. Важным свойством является их способность к стимуляции процессов восстановления и репарации в травмированных и патологически измененных тканях.

Препарат, произведенный на основе *F. sambucinum*, назван Флоравит. Он применяется в сверхмалых (гомеопатических) дозах 10^{-8} – 10^{-15} степени разведения по действующему веществу [54]. Анализ биологической активности авторы проводили адгезиометрическим методом, в основе которого лежит определение параметра вязкоупругих свойств клеточных мембран, а также кругового дихроизма, лазерного динамического светорассеивания и MALDI-TOF масс-спектрометрии [40, 62]. Они способствуют увеличению количества меланомакрофагов и обладают гепатопротекторной активностью. «Флоравит Э» представляет собой комплекс биологически активных веществ и содержит:

- инозитольные, лецитиновые и сериновые фосфолипиды;
- антиоксиданты, в том числе кофермент Q10 и каротиноиды;
- эссенциальные полиеновые кислоты, включая арахидоновую и омега-3 кислоты;
- ферменты: рибонуклеазы, протеазы, коллагеназу;
- полисахариды (маннаны, глюканы);
- ингибиторы фермента (HMG CoA) редуктазы биосинтеза холестерина;
- микроэлементы (К, Mg, F и др.);
- витамины: А, группы В, Е, D₃, Н.

Он рекомендован для лечения целого ряда заболеваний: язвенной болезни желудка и 12-ти перстной кишки, хронического гастрита, вирусного гепатита С, дискинезии желчевыводящих путей, коррекции ми-

кробиологического дисбаланса желудочно-кишечного тракта, бактериального вагиноза, для профилактики и диетического лечения метаболического синдрома, ожирения и сахарного диабета [15].

В растениеводстве выявлены эффективные концентрации препарата для предпосевной обработки семян и опрыскивания растений: для льна – долгунца, льна масличного: – 0,5 л/т, 2 л /га; Флоравит – 1–1,2 мг/т.

Действие препарата сказалось на увеличении урожайности волокна льна: на 15,5–20,5%, на увеличении урожайности семян: 14,5–24% [34]. Применение препарата Флоравит в растениеводстве показало, что семенная продуктивность увеличилась на 0,6 г/раст., а масса 1000 семян на 2,2–2,5 г [9, 34].

Флоравит рекомендован также для животных, в частности в звероводстве в качестве кормовой добавки [52].

На основе метаболитов *Fusarium sambucinum* предложен также препарат Милайф. Штамм гриба *F. sambucinum* ВСБ-917 применяется для его промышленного получения.

Милайф может применяться в здравоохранении как дополнительное средство терапии при нарушениях обмена липидов, холестерина и глюкозы (атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, заболевания печени, ожирение, диабет II типа), особенно в геронтологии как профилактическое средство соматических заболеваний и осложнений, развивающихся на фоне лучевой терапии у онкологических больных. Как вспомогательное средство для проведения общеукрепляющей и дезинтоксикационной терапии; профилактическое средство соматических заболеваний у лиц, живущих и работающих в экологически осложненных условиях и в зонах повышенной радиации, средство лечения дисбактериозов, авитаминозов, для коррекции микроэлементов. Учитывая аутоиммунную активность, применение препарата возможно при трансплантации органов и тканей.

Милайф содержит убихиноны: Q6, Q9, Q10, линоленовую кислоту. Оказывает общеукрепляющее действие на организм как иммуномодулятор, повышает физическую и умственную работоспособность, а также ускоряет восстановление организма после перенесенных нагрузок и заболеваний различной этиологии. Препарат также оказывает гепатопротекторное действие, нормализует нарушенную дезинтоксикационную и белковообразующую функцию печени и рекомендован в качестве лечебного средства при гепатитах, астении, в период эпидемий гриппа. При сахарном диабете I типа снижает рекомендованные дозы инсулина, ускоряет заживление язв [1, 3, 50].

Метаболиты гриба также включают в состав кремов и шампуней, например при производстве крема «Таис Новая». Производитель этого крема ООО «Макофарм-Жизнь» позиционируют его как

многоцелевой продукт, который восстанавливает эластичность кожи, снимает отеки, улучшает состояние периферических сосудов, усталость при перегрузке мышц и суставов, применяется при термических и солнечных ожогах, способствует заживлению трещин. Авторы приводят состав крема: природный комплекс биологически активных веществ, фосфолипиды, убихинон Q10, витамины: А, Е, D, Н, группы В, сорбиновая кислота, пентол, коллагеназа и отдушка [53].

Интересно, что непатогенные виды фузариум могут быть антагонистами патогенным видам. Механизм их взаимодействия может заключаться в сапротрофной конкуренции за питательные вещества в почве и ризосфере и паразитическом противодействии за места инфекции на корнях. Это проявляется при колонизации эндофитами корней растения, что отмечено также и для других видов, в том числе для *F. oxysporum*.

Для производства используют штамм *F. sambucinum* 139. Для получения биомассы и метаболитов гриба в качестве субстрата часто используют молочную сыворотку. В результате культивирования получают экстракт, содержащий фосфолипиды, ферменты, простагландины и витамины [8]. Известен способ культивирования штамма ВКМФ 3051 D на среде состава: г/л: меласса 20–30; сахароза 20–25; аммоний азотнокислый 3–4; калий фосфорнокислый однозамещенный 2–5, при температуре 26° С с перемешиванием мешалкой со скоростью 210 об/мин, аэрацией 1 л/л/мин в течение 32–72 ч. Биомассу отфильтровывают, вносят 7% спирта. Получаемый экстракт содержит: мг/л: фермент с коллагеназной активностью 100–300; фосфолипиды 8–12; простагландин E2 и его эфиры 2–5; простагландин F2α и его эфиры 1–6 [18]. Авторы утверждают, что биомасса гриба также содержит биологически активные компоненты. Последовательное 4-х кратное настаивание биомассы в спирте позволяет дополнительно получать экстракт, содержащий: в мг/л: простагландин E2 и его эфиры 0,04–0,1; простагландин F2α и его эфиры 0,03–0,07; фосфолипиды 1,5–3; каротиноиды 0,01–0,03. Таким образом, фузариум, который развивается в тканях корней определенных растений и не вызывает губительного действия на рост и развитие последних, может быть отнесен к микоризным или фитосимбионтным грибам. Например, *F. sambucinum* и *F. heterosporum*, развивающиеся на корнях злаков, оказывают положительное влияние на рост и развитие последних и особенно на их корневую систему.

Полученные результаты обработки растений культурами *Fusarium equiseti* и *Cylindrocarpon magnusianum* подтверждают положительный эффект снижения содержания тяжелых металлов в субстрате и в биомассе (меди и хрома), что востребовано при создании искусственных насаждений, устойчивых к засолению, в том числе, солями наиболее токсичных химически веществ: хрома и свинца [14, 30, 64, 65].

Полученные результаты позволяют сделать авторам следующие выводы: при действии экстракта гриба *Fusarium sambucinum* в разведении 1:1000–1:10000 происходит статистически значимое увеличение массы семян на 0,4–0,5 г [42, 43]. Экстракт *Fusarium sambucinum* в разведении 1:1000 в проростках ячменя увеличивает активность каталазы на 81% и уменьшает содержание продуктов перекисного окисления липидов на 13% [41, 51]. Применение экстракта *Fusarium sambucinum* в разведении 1:1000–1:10000 уменьшает содержание фенольных соединений на 20% и увеличивает содержание проантоцианидинов на 14%. По данным авторов, наиболее оптимальным разведением экстракта гриба *Fusarium sambucinum* для прорастания семян ячменя является разведение 1:1000 [77]. Многими исследователями подтверждено, что биологическая активность пептидных комплексов характеризуется наличием тканевой и отсутствием видовой специфичности и проявляется наиболее ярко в сверхмалых дозах, соответствующих 10^{10} – 10^{14} мг белка/мл [39]. Показано, что биорегуляторы, выделенные из подорожника и алоэ, в сверхмалых дозах проявляют ранозаживляющее свойство, которое выражается в поддержании структуры ткани межклеточных адгезионных взаимодействий, увеличении жизнеспособности клеток. Биорегуляторы отражают биологическое действие растений, из которых они были выделены [6, 11, 45, 46]. Молекулы биорегуляторов, выделенных из растений, аналогичны биорегуляторам животного происхождения и способны образовывать в водных растворах крупные агрегаты размером до 110 нм [7, 39]. Биорегулятор, выделенный из чеснока, был локализован в межклеточном пространстве меристемы. Таким образом, многими исследователями, изучающими биорегуляторы растений и животных, установлена способность фузариозных эндофитов также продуцировать биорегуляторы пептидно-белковой природы [13, 14, 64, 65]. Получение этих веществ сводится к технологии выращивания гриба практически в соответствии со стандартными методами выращивания аэробов. Так, например, хранение посевного материала *Fusarium sambucinum* D-104 авторы рекомендуют на скошенном агаризованном сусле в пробирках при $T = +4^{\circ}$ С и периодическим переосевом ее каждые 6 месяцев. Выращивание культуры проводят при $T = 26$ – 28° С в качалочных колбах объемом 250 мл, с 100 мл питательной среды следующего состава: сахароза (г/л) – 30,0, кукурузный экстракт – 10,0, NH_4NO_3 – 3,0, KH_2PO_4 – 1,0, $\text{MgSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ – 0,1, $\text{ZnSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ – 0,01, вода водопроводная – остальное, pH 5,8. Доза посевного материала: смыв с 1 косяка на 100 мл питательной среды. Длительность выращивания составляет 96 ч. Далее полученную культуральную жидкость используют для засева как посевной материал и также выращивают в течение 48 ч., третий пассаж проводят в течение 24 часов. Авторы

приводят информацию о проведении процесса культивирования в ферментере $V=30$ л с объемом среды 20 л, рН среды 5,8, избыточном давлении $P=0,4$ атм, аэрации 1,0 л/л/мин, скорости перемешивания, $n=400$ об/мин мешалкой турбинного типа. Посевной материал – мицелий, полученный при выращивании в колбах, доза посевного материала 10% от объема среды. Скорость роста культуры при таких условиях выращивания составила $0,28$ ч⁻¹. Авторы приводят состав полученной биомассы (% к АСВ): общий белок – 56,5; липиды – 7,8; нуклеиновые кислоты – 4,1. Содержание ненасыщенных жирных кислот составило 83,5% от общей суммы [71]. Исследованиями Д.А. Дорофеева установлено, что непатогенный штамм *F. sambucinum* AF-967 на разных стадиях своего развития продуцирует вещества, индуцирующие защитные реакции проростков пшеницы по отношению к *F. culmorum* [59]. Им исследовано также влияние состава питательной среды на спороношение культуры. Так, максимальный рост биомассы обеспечивало сочетание сахарозы с органическими источниками азота (пептон, дрожжевой автолизат). Для спороношения оптимальным было наличие в среде соевой муки, мальтозы, фруктозы и маннита. На мелассопептонной среде максимум биомассы образовывался на 2-е сутки культивирования, после чего начинался ее лизис. Спорношение на этой среде имело два пика: на 2-е и более высокий на 14-е сутки культивирования. На суло-соевой среде максимумы роста и спороношения соответствовали 4-м суткам культивирования. Меласса-пептонная среда способствовала более длительному сохранению спор без снижения их прорастаемости. Однако, судя по представленным экспериментальным результатам культивирования гриба можно отметить, что существенную роль играет величина рН питательной среды, оптимальное значение которой составляет рН=4,0–5,7. При увеличении рН до 6–7 активность культуры снижается, а для отдельных штаммов вообще не наблюдается [71]. Установлено, что антагонистическое действие гриба *Fusarium sambucinum* AF-967 основано не только на конкурентных отношениях антагониста и патогена, но и на биосинтезе метаболитов с антипатогенной активностью. Метаболиты с антипатогенной активностью обнаружены на всех этапах онтогенеза *Fusarium sambucinum* AF-967: от прорастания спор до лизиса мицелия. Они содержались в молодом, интенсивно растущем мицелии и в образующихся на нем конидиях. В окружающую среду активные метаболиты выделялись в момент прорастания конидий и в период лизиса мицелия [28]. Антипатогенные метаболиты *Fusarium sambucinum* AF-967 наиболее полно извлекались из молодого мицелия экстракцией 1М КС1 в 0,05М фосфатном буфере (рН 6,0). Действующее начало осаждалось при насыщении экстракта сульфатом аммония и сохраняло активность после лиофильной сушки [29]. Особенно-

стью фузариозных грибов является их способность продуцировать фитогормоны: гиббереллины, ауксины, цитокинины, этилен. Интересно, что это относится как к патогенным, так и непатогенным видам. Они синтезируют кинетин, зеатин, изопентениладенин и некоторые другие производные. Соединения с цитокининовой активностью обнаружены у микоризных грибов из родов *Suillus*, *Paxillus* и *Rhizopogon*, а также у фитопатогенов из родов *Fusarium*, *Schizophyllum*, *Taphrina*, *Uromyces* [64]. Абсцизовая кислота (АБК) – это соединение, которое ингибирует синтез нуклеиновых кислот и некоторых ферментов, способствует закрытию устьиц, опаданию листьев и развитию процесса старения; поддерживает состояние покоя почек и семян, тормозит рост растений. Продуцентами АБК являются фитопатогенные грибы *F. culmorum*, *Botrytis cinerea*, *Cercospora rosicola*, *Rhizoctonia solani*, *Ceratocystis coerulea*, *Schizophyllum commune*. Экзогенная абсцизовая кислота стимулирует рост и развитие самих фитопатогенных грибов. Этилен – это газообразный гормон – соединение, которое замедляет рост и растяжение клеток; нарушает геотропизм; способствует опаданию листьев; ускоряет процессы созревания плодов и старения. Как показали исследования, эффективным биорегулятором являются экзогенные регуляторные пептиды, продуцируемые мицелиальным грибом *Fusarium Sambucinum* Fuckel F-3051D. Его клинические испытания показали наличие дополнительных положительных эффектов. Например, при терапии язвы желудка и двенадцатиперстной кишки наряду с восстановлением ткани отмечалось повышение тонуса желчного пузыря и уменьшение обсеменения бактерией Хеликобактер Пилори [48]. При терапии гепатита С, наряду с гепатопротекторным эффектом, отчетливо наблюдался иммуномодулирующий эффект. При выпайивании недоразвитых щенков норок, соболей, поросят, телят отмечено быстрое восстановление физиологических показателей развития. Исследования по выявлению адьювантных свойств (регуляторные пептиды + антиген), а также выделенной низкомолекулярной (до 10 кДа) фракции ВМГ+антиген показали, что они повышают иммунный ответ [27]. Обнаружено, что защитный эффект экзометаболитов штамма FS-94 в отношении возбудителей септориоза пшеницы (*S. nodorum*) и альтернариоза моркови (*A. radicina*) основан как на их способности подавлять прорастание спор этих фитопатогенов и на индуцировании у них устойчивости. Обнаружено, что экзометаболиты FS-94 обладают свойствами сенсibilизаторов, усиливающих чувствительность *S. nodorum* к промышленным фунгицидам азолового ряда [22, 27, 69, 70]. Результаты последних экспериментов показывают, что пептиды оказывают регулирующее воздействие на метаболизм микробиома. В результате формируется новый устойчивый уровень обменных процессов, соот-

ветствующий запросам гомеостатических систем организма-хозяина. Пептиды в качестве экзопептидов-индукторов активизируют тканеспецифические адаптационные механизмы микробиома и организма-хозяина в целом биологически активных субстанций, полученных на основе вторичных метаболитов мицелиального гриба *Fusarium Sambucinum Fuckel F-3051D* [40, 79]. Таким образом, авторы утверждают, что процесс биосинергетического взаимодействия микроорганизмов микробиома и клеток тканей организма-хозяина осуществляется продуцируемыми в этой системе микробиогенными регуляторными пептидами [61]. Исследования показали, что подобный механизм биорегулирования характерен не только для организма человека, но и для сельскохозяйственных животных, растений и отражает фундаментальное явление, характерное для живых систем. Наши исследования непатогенных форм фузариозных грибов также показали, что биопрепарат, изготовленный на их основе, проявляет полифункциональность и обладает следующими свойствами: повышение энергии прорастания и всхожести семян и клубней; увеличение корнеобразования (длины и толщины корней, количества тонких корешков); увеличение размера плодов, клубнелуковиц, увеличение количества крупных плодов; усиление азотфиксации, фотосинтеза, листовой поверхности растений и, как следствие этого, повышение урожайности; повышение морозоустойчивости и засухоустойчивости; повышение устойчивости к грибным заболеваниям и снижение количества применяемых химических фунгицидов; улучшение срастания подвоя и привоя; повышение качества растений (увеличение содержания клейковины зерна, технологических свойств волокна, сахаристости, крахмала, витаминов); увеличение прироста побегов, кустистости, снижения опаздывания завязей; ускорение созревания на 1,5–2 недели [59, 87]. Эффективные дозы одного из вариантов таких биопрепаратов т.м. «Никфан» составили 1,0–2,0 мл на 1 гектар, что соответствует активным дозам, подтвержденным для препарата Флоравит. Многолетние исследования биологической и экономической эффективности биопрепарата Никфан в разных регионах РФ и за рубежом: в Индии, Китае, Колумбии, Беларуси, Болгарии, Вьетнаме показали его высокую эффективность для зерновых культур, риса, чая, овощей, цветов. Кроме увеличения урожайности на 15–68% для разных культур и условий произрастания многими агрохозяйствами отмечено улучшение вкусовых качеств плодов и овощей, их товарности, лежкости при хранении клубней без их порчи, а также отсутствие необходимости обработки химическими пестицидами, что дает возможность производить экологически безопасную пищевую продукцию [4, 55, 56, 58, 59, 60, 72, 87].

ВЫВОДЫ

1. **Возможность продукции комплекса биологически активных веществ грибами рода фузариум** прямо противоположного биохимического действия на человека, животных и растений экспериментально доказана многочисленными исследованиями.
2. Анализ полученных разными исследователями экспериментальных результатов показывает существенную значимость биологически активных метаболитов грибов рода фузариум во всем их многообразии как для развития патогенных инфекционных процессов, так и для стимуляции роста и развития растений, повышения их иммунитета.
3. **Растения могут получать дополнительное питание** и повышать свой иммунитет как путем прямой интродукции живыми культурами «полезных» фузариозных грибов, так и препаратами метаболического плана, не содержащими живых клеток фузариума.
4. **Научный и практический интерес к фузариозным грибам обусловлен** их способностью продуцировать фитогормоны, регуляторные пептиды, витамины, ферменты, микроэлементы, которые могут обеспечить растению полноценную жизнь в сложных условиях произрастания, а также для реализации их потенциальных полезных свойств, соответствующих сорту. С этой точки зрения фузариозные грибы являются перспективным объектом промышленной биотехнологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологически активная добавка «Флоравит Э» в гастроэнтерологии // Методические рекомендации для врачей. М.: Изд. Рос. Мед. Акад. последипломного образования, 2002.
2. Бухарина И.Л., Исламова Н.А., Жавад А.Ф., Абдуллах М.Р. и др. Влияние инокулята *Cylindrocarpon magnusianum* на формирование адаптивных реакций растений к стрессовым факторам // Аграрная Россия. 2019. № 12. С. 26–32.
3. Богданов В.В., Мальцев Д.И., Ямскова В.П., Ямсков И.Л. Разработка лекарственных средств на основе мембранотропных эндогенных биорегуляторов // Сб. науч. трудов конф. «Новые химико-фармацевтические технологии». Под ред. Авраменко Г.В., Коваленко А.Е. М. 2012. Вып. 184. С. 233–239.
4. Бекузарева С.А., Нугманова Т.А., Датиева И.А. Снижение радиации почв фитоиндикаторами Экология природопользования // Мат-лы Межд. научно-практ. конф. Магас. 2020. С. 21–23.
5. Бухарина И.Л., Исламова Н.А., Жавад А.Ф., Абдуллах М.Р. и др. Особенности формирования металлорезистентности при инокуляции Томата микромицетом *Cylindrocarpon magnusianum* // АгроЭкоИнфо. 2019. №3. С. 124.
6. Богданов В.В., Березин Б.Б., Ильина А.П. и др. Биологически активные пептиды камчатского

- краба // Прикладная биохимия и микробиология. 2015. Т. 51. №4. С. 1–7.
7. **БОГДАНОВ В.В., МАЛЬЦЕВ Д.И., КУЛИКОВА О.Г., ЯМСКОВА В.П., ЯМСКОВ И.А.** Мембранотропный биорегулятор, выделенный из гепатопанкраса краба: количественная оценка гепатопротекторной активности // Сб. тез. 20-й Межд. Путинской школы-конф. «Биология XXI века». Пушино. 2016. СП.
 8. **БУХАРИНА И.А., ИСЛАМОВА Н.А.** Способ приготовления и внесения грибного биопрепарата для повышения устойчивости растений // Патент на изобретение 2722206 С1, 28.05.2020.
 9. **БЕЛОПУХОВ С.А., ДМИТРЕВСКАЯ И.И., ПРОХОРОВ И.С., ГРИГОРАШ А.И.** Влияние биопрепарата Флоравит на рост, развитие и урожайность льна-долгунца // Агротех. вестник. 2014. № 6. С. 28–30.
 10. **БУРКИН Е.А., ПИРЯЗЕВА Л.С., МАЛИНОВСКАЯ Г.П. и др.** Метаболический профиль грибов рода *Fusarium* Lk.: Потенциал биосинтеза Т-2 токсина и диацетоксицирпенола // Успехи медицинской микологии. 2006. № 7. С. 95–96.
 11. **БОГДАНОВ В.В., ФАТКУЛИНА Э.Ф., БЕРЕЗИН Б.Б. и др.** Пептидосодержащая фракция из культуральной среды *Fusarium sambucinum*: состав и биологическое действие // Прикладная биохимия и микробиология. 2014. Т. 50. № 2. С. 177–183.
 12. **БЛАГОВЕЩЕНСКАЯ Е.Ю.** Разнообразие системных эндофитов // Мат-лы VII Всерос. Микол. школы-конференции с междунар. участием. Сб. докл. и тезисов. 2015. С. 10–18.
 13. **БУХАРИНА И.А., ИСЛАМОВА Н.А., ЖАВАД А.Ф., АБДУЛЛАХ М.Р. и др.** Особенности формирования металлорезистентности при инокуляции томата микромицетом *Cylindrocarpon magnusianum* // Естественные и технические науки. 2019. № 10. (136). С. 105–112.
 14. **БУХАРИНА И.А., ИСЛАМОВА Н.А., ЛЕБЕДЕВА М.А.** Влияние инокуляции корневой системы эндофитом *Cylindrocarpon magnusianum* на показатели растений при воздействии солей тяжелых металлов // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 6. С. 24–29.
 15. **МОРОЗОВА Г.Р.** Препарат, влияющий на тканевой обмен и применение штамма гриба *fusarium sambucinum fückel var ossicolum* (berk.et curf) bilai для его получения / Патент RU 2040932С1.
 16. **БАРАНОВ О.Ю., ЯРМОЛОВИЧ В.А., ПАНТЕЛЕЕВ С.В.** Молекулярно-генетическая диагностика грибных болезней в лесных питомниках // Лесное и охотничье хозяйство. 2012. № 6. С. 9.
 17. **БОГДАНОВ В.В., БЕРЕЗИН Б.Б., ИЛЬИНА А.П. и др.** Биологически активные пептиды камчатского краба // Прикладная биохимия и микробиология. 2015. Т. 51. №4. С. 1–7.
 18. **БОГДАНОВ В.В., ФАТКУЛИНА Э.Ф., БЕРЕЗИН Б.Б., ЯМСКОВА В.П., ЯМСКОВ И.А.** Биорегуляторы новой группы, выделенные из среды культивирования гриба *Fusarium Sambucinum* // Сб. науч. трудов IV межд. научно-практич. конф. молод. ученые в решении актуальных проблем науки. Владикавказ. 2013. Т. 2. С. 3–5.
 19. **БУГА С.Ф., АРТЕМОВА О.В., РАДЫНА А.А.** Видовой состав и вредоносность грибов рода *Fusarium*, вызывающих фузариоз колоса озимой пшеницы и ярового ячменя в условиях Белоруссии // Микология и фитопатология. 2005. Т.39. № 5. С. 73–79.
 20. **БУРКИН А.А., СОБОЛЕВА Н.А., КОНОНЕНКО Г.П.** Токсикообразующая способность штаммов *Fusarium poae* из зерна хлебных злаков Восточно-Сибирского и Дальне-восточного региона // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42. № 4 С. 354–358.
 21. **ВАСИЛЕНКО А.В.** Идентификация видового состава возбудителей фузариоза колоса ячменя в лесостепи Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2007. № 2. С. 126–127.
 22. **ГОРШИНА Е.С., НЕМАНОВА Е.О., БИРЮКОВ В.В.** Штамм *fusarium sambucinum* – продуцент грибной белковой биомассы / Патент OD 61 10-6/503, приоритет с 2012.09.10.
 23. **ГАГКАЕВА Т.Ю., ГАВРИЛОВ О.П.** Фузариоз колоса и зерна ячменя / Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2009. С. 39–44.
 24. **ГРИШИНА Е.А., ЛИТВИНСКИЙ В.А., НОСИКОВ В.В., БЕЛОПУХОВ С.А., ДМИТРИЕВСКАЯ И.И.** Определение содержания микроэлементов и тяжелых металлов в растениях, оценка безопасности льнопродукции методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой // Земледелие. 2018. № 8. С. 19–22.
 25. **ГАГКАЕВА Т.Ю., ГАВРИЛОВА О.П., СТАХЕЕВ А.А.** Первое обнаружение в России гриба *Fusarium torulosum* // Микология и фитопатология. 2012. Т. 46. № 1. С. 86–91.
 26. **ГАГКАЕВА Т.Ю.** Современное состояние таксономии грибов рода *Fusarium* секции *Sporotrichiella* // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42, № 3. С. 201–211.
 27. **ДОМРАЧЕВА А.И., ФОКИНА С.Г.** Скугорева Почвенные грибы рода *Fusarium* и их метаболиты: опасность для биоты, возможность использования в биотехнологии // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 1. doi: 10.25750/1995-4301-2021-1-006-015.
 28. **ДМИТРЕВСКАЯ И.И.** Действие биостимуляторов на урожай и качество волокна льна-долгунца при выращивании на дерново-подзолистых почвах / Дисс. на соискание ст. к.с.-х.н. 2010. С 164.
 29. **ДОРОФЕЕВ Д.А.** Изучение антипатогенной активности гриба *Fusarium sambucinum* AF-967 / Дисс. на соискание ст. к.б.н. 2001 С. 107.
 30. **ДОМРАЧЕВА А.И., ФОКИНА А.И., СКУГОРЕВА С.Г.,**

- АШИХМИНА Т.Я. Почвенные грибы рода *Fusarium* и их метаболиты: опасность для биоты, возможность использования в биотехнологии (обзор) // Теоретические проблемы экологии. 2021. № 1. С. 5–15. doi: 10.25750/1995-4301-2021-1-006-015.
31. ДОМРАЧЕВА Л.И., ФОКИНА А.И., СКУГОРЕВА С.Г., АШИХМИНА Т.Я. Почвенные грибы рода *Fusarium* и их метаболиты: опасность для биоты, возможность использования в биотехнологии // Теор. и прикл. экология. 2021. № 12021. № 1. С. 7–14. doi: 10.25750/1995-4301-2021-1-006-015.
 32. ДОМРАЧЕВА Л.И., ФОКИНА А.И. Почвенные грибы рода *Fusarium* и их метаболиты: опасность для биоты, возможность использования в биотехнологии // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 1. С. 5–15.
 33. ДАРМОВ И.В., ГОРШУНОВА Е.И., ТАРАСОВА Т.С. Исследование природных изолятов микромицетов *Fusarium spp.* – продуцентов лигнолитических ферментов // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2017. Т. 159. С. 72–84.
 34. ДМИТРЕВСКАЯ И. И., ЖАРКИХ О.А. К вопросу о применении новых биорегуляторов на технической конопле / Сб. ст. Всероссийской науч. конф. с международным участием "Растениеводство и луговое хозяйство". М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. 124 с. DOI 10.26897/978-5-9675-1762-4-2020-124.
 35. ЖУРАВЛЕВА А.С., ПИСАРЕВСКАЯ В.А., БЕЗБУДАДА Н.Б. и др. Оценка амилолитической и целлюлолитической активностей *Fusarium oxysporum* при поверхностном культивировании // Успехи химии и химической технологии. 2021. Т. 35. № 12. С. 57–59.
 36. ИЛЬИНА А.Н., КУЛИКОВА О.Г., МАЛЬЦЕВ Д.И. и др. Идентификация новых пептидов из межклеточного пространства методом MALDI-T0F масс-спектрометрии // Прикл. Биох. и микробиология. 2011. Т. 47. №2. С. 135–140.
 37. ИСЛАМОВА Н.А., БУХАРИНА И.Л., КАМАШЕВА А.А., ЛАТЫПОВА Р.Г., ЛЕБЕДЕВА М.А., ПАШКОВА А.С. Исследование пределов устойчивости микроскопических грибов и формирование коллекции перспективных изолятов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view-19965>.
 38. КОНОНЕНКО Г.П., БУРКИН А.А., СОВОЛЕВА Н.А. Потенциал токсинообразования основных возбудителей фузариоза колоса // Успехи медицинской микологии. М.: Национальная академия микологии. 2004. Т. 3. С. 266–269.
 39. КУЛИКОВА О.Г., ЯМСКОВА В.П., МАРГАСЮК Д.В., БЕРЕЗИН В.Б., БИТКО С.А., ЯМСКОВ И.А. Наноразмерные биорегуляторы, выделенные из лимона, чеснока и лука / Мат-лы II Межд. научно-практич. конф. Казань. 15–16 сентября. 2008. С. 64–65.
 40. КУЛИКОВА О.Г., ЯМСКОВА В.П., МАРГАСЮК Д.В., БЕРЕЗИН В.Б., БИТКО С.А., ИЛЬИНА А.П., ЯМСКОВ И.А. Изучение новой группы биорегуляторов, выделенных из растений / Мат-лы I межд. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Донецк. 2008. С. 274–275.
 41. КУЛИКОВА О.Т., ЯМСКОВА В.П., ИЛЬИНА А.П., МАРГАСЮК Д.В., ЯМСКОВ И.А. Изучение свойств биорегулятора, выделенного из лука репчатого Сера L. / Сб. науч. трудов Факторы экспериментальной эволюции организмов. К.: Логос. 2010. Т. 9. С. 293–302.
 42. КРАСНОВ М.С., ЯМСКОВА В.П., РЫБАНОВА Е.Ю., КУЛИКОВА О.Г., МАРГАСЮК Д.В., ЯМСКОВ И.А. Активные в сверхмалых дозах биорегуляторы, выделенные из подорожника и алоэ оказывают протекторное действие на кожу в системах *in vitro* и *in vivo* / Сб. науч. труд. Факторы экспериментальной эволюции организмов. К.; Логос. 2010. Т. 9. С. 285–289.
 43. КУЛИКОВА О.Г., ЯМСКОВА В.П., ИЛЬИНА А.П., МОЛЯВКА А.А., ЯМСКОВ И.А. Изучение влияния сверхмалых доз новых растительных биорегуляторов на развитие семян растений / Труды X ежег. межд. молод. конф. Биохимическая физика ИБХФ РАН-ВУЗы. М. 8–10 ноября. 2010. С. 55–57.
 44. КУЛИКОВА О.Г., ЯМСКОВА В.П., ИЛЬИНА А.П. и др. Идентификация в луке репчатом нового биорегулятора, действующего в сверхмалых дозах // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. №4. С. 1–5.
 45. КРАСНОВ М.С., БОГДАНОВ В.В., КУЛИКОВА О.Г. и др. Исследование ранозаживляющего действия биорегуляторов новой группы, выделенных из тканей моллюска (*Margaritifera margaritifera*) и ряда растений // Фундам. исслед. 2014. №5. С. 63–70.
 46. КРАСНОВ М.С., ЯМСКОВА В.П., КУЛИКОВА О.Г. и др. Изучение новой группы биорегуляторов, выделенных из подорожника большого // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. №2. С. 146–153.
 47. ЛЕВИТИН М.М. Фитопатогенные грибы и болезни человека // Защита и карантин растений. 2009. № 9. С. 24–25.
 48. ЛИТОВКА Ю.А. Эколого-биологические особенности и биоконтроль грибов рода *fusarium*, распространенных в наземных экосистемах средней Сибири // Дисс. на соискание ст. д.б.н.: Красноярск, 2018. С. 497.
 49. ЛЕВИТИН М.М. Фитопатогенные грибы и болезни человека // Защита и карантин растений. 2009. № 9. С. 24–25.
 50. МИХАЙЛОВА О.М., ТЕПЛЯКОВА Т.В., ДУМЧЕНКО Н.Б. Штамм микроскопического гриба *fusarium equiseti*, содержащий биологически активные вещества, проявляющие противоопухолевую и противовирусную активность. Патент RU 2664252.

51. МАРГАСЮК Д.В., ЯМСКОВА В.П., КУЛИКОВА О.Г., БИТКО С.А., БЕРЕЗИН Б.Б., ИЛЬИНА А.П., КРАСНОВ М.С., ЯМСКОВ И.А. Изучение новой груши активных в сверхмалых дозах растительных биорегуляторов // Труды VI межд. молод. конф. ИБХФ РАН-ВУЗы «Биохимическая физика». М. 11–13 ноября. 2008. С. 140–143.
52. МОРОЗОВА Г.Р. Препарат, влияющий на тканевой обмен и применение штамма гриба *fusarium sambucinum* fockel var *ossiculum* (berk.et curf) bilai для его получения // Патент RU 2040932C1.
53. www.makofarm-life.ru.
54. МАРГАСЮК Д.В., ЯМСКОВА В.П., КУЛИКОВА О.Г., БИТКО С.А., БЕРЕЗИН Б.Б., КРАСНОВ М.С., ЯМСКОВ И.А. Биологически активные в сверхмалых дозах биорегуляторы, выделенные из растений / Мат-лы IV Межд. симпозиума «Механизмы действия сверхмалых доз». М. 2008. С. 69–70.
55. НУГМАНОВА Т.А. Значение и эффективность микробиологических препаратов для производства органических продуктов питания. Коломна. 2022. С. 267.
56. НУГМАНОВА Т.А., КАБАРГИНА М.В., КАБАРГИН Л.А., МУХАМЕДЖАНОВА Т.Г. Разработка комплексных биопрепаратов с биофунгицидными и свойствами иммуномодулятора и исследование их эффективности для роста и развития растений // Проблемы устойчивого развития региона. Сб. тез. докл. Всерос. науч. конф. посвященной 100-летию республики Бурятия 29.06.2023г. С. 52–53.
57. НУГМАНОВА Т.А., КАБАРГИНА М.В., КАБАРГИН Л.А. Эффективность грибных биотехнологических продуктов для производства органических продуктов питания // Успехи медицинской микологии и микробиологии. Мат-лы Юбил. конф. по медиц. микологии и микробиологии. М. 17–18 мая 2023 . Т. 25. С. 295–298. EDN: NCJSU, eLibrary ID:54030645.
58. НУГМАНОВА Т.А., НИКОНОВА Л.А., ФОМИЧЕВ Ю.П. Исследование биологической активности биопрепарата Никфан // Сб. науч. трудов. вып. «Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты». М.: РАЕН. 2019. №25. С. 205.
59. НУГМАНОВА Т.А. Биопрепараты – продукты микробиологического синтеза для производства экологически безопасных продуктов питания: технология, преимущества, перспективы. Экологические аспекты жизнедеятельности человека, животных и растений. Белгород: ИД «Белгород». 2017. Гл. 3. С. 45–76.
60. НУГМАНОВА Т.А. Эффективность использования биоудобрений и биофунгицидов в растениеводстве. Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике / Мат-лы 2-й Всерос. конф. М. 22–26 апреля 2019. С. 126–128.
61. ПОГОРЕЛЬСКАЯ Л.В., КУДРЯВЦЕВ А.Е., КУЗНЕЦОВ В.Ф., ГРИГОРАШ А.И. Биорегуляторы формирования микробноиммунологической устойчивости // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2013. №5. С. 1–4.
62. ПОГОРЕЛЬСКАЯ Л.В. и др. Биологически активная добавка «Флоравит Э» в гастроэнтерологии // Методические рекомендации. МЗ РФ Рос. Мед. Акад. последипломного образования. М. 2005. С. 68.
63. ПЛАТОНОВА Ю.В., СУРИН Н.А. География грибов рода *Fusarium* // Фундаментальные исследования. 2004. № 4. С. 9.
64. СОКОЛОВА Г. Д., ВОЗНЕСЕНСКИЙ В.Н. Биосинтез 4, 15-диацетилниваленола *Fusarium sambucinum* var. *minus* // Прикладная биохимия и микробиология 2011. Т. 47. № 1. С. 46–49.
65. ЛЯМЗИН В.И., БУХАРИНА И.Л., ЗДОБЯХИНА О.В., ИСЛАМОВА Н.А. и др. Исследование эффективности совместного применения биопрепарата нефтеструктура и эндотрофных грибов на этапе биологического восстановления нефтезагрязненных земель // Астраханский вестник экол. образования. 2018. № 3 (45). С. 94–98.
66. СКУГОРЕВА С.Г., КАНТОР Г.Я., ДОМРАЧЕВА Л.И., ШЕШЕГОВА Т.К. Оценка сорбционных способностей различных видов микромицетов рода *fusarium* по отношению к ионам тяжелых металлов // Теоретическая и прикладная экология. 2019. № 4. С. 102–109.
67. СОКОЛОВА Г.Д. Биосинтез 4, 15-диацетилниваленола *Fusarium sambucinum* var. *minus* // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. № 1. С. 46–49.
68. СОКОЛОВА Г.Д., ВОЗНЕСЕНСКИЙ В.Н. Патогенность *Fusarium graminearum* и *F. culmorum* и резистентность зерновых культур // Микология и фитопатология. 2005. Т. 39. № 5. С. 1–7.
69. СЕМИНА Ю.В., ЩЕРБАКОВА Л.А., ДЕВЯТКИНА Г.А. Антисепториозная активность фильтратов культуральной жидкости гриба *Fusarium sambucinum* и ее зависимость от состава питательных сред // Микология и фитопатология. 2011. Т. 45. № 6. С. 563–570.
70. СЕМИНА Ю.В., КРЭМЕР Р., ЩЕРБАКОВА Л.А. и др. Изучение возможности использования фильтрата культуральной жидкости непатогенного изолята FS-94 гриба *Fusariumsambucinum* для защиты растений моркови от *Alternaria radicina* // Вестник защиты растений. 2012. № 2. С. 34–41.
71. СЕМИНА Ю.В. Защитные свойства внеклеточных метаболитов непатогенного изолята fs-94 (*fusarium sambucinum*) и их использование против возбудителя септориоза пшеницы (*stagonospora nodorum*) и других фитопатогенных грибов / Дисс. на соискание ст. к.б.н. М.2013. 129 с.
72. ФАРНИЕВ А.Т., НУГМАНОВА Т.А., САБАНОВА А.А. и др. Способ повышения азотфиксаци-

- ции вики озимой // Патент. Заявка № 2019126124. Приоритет с 16.08.2019.
73. ЦАВКЕЛОВА Е.А., КЛИМОВА С.Ю., ЧЕРДЫНЦЕВА Т.А., НЕТРУСОВ А.И. Образование фитогормонов грибами, ассоциированными с орхидными // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37. № 5. С. 75–83.
 74. ЦАВКЕЛОВА Е.А., КЛИМОВА С.Ю., ЧЕРДЫНЦЕВА Т.А. Гормоны и гормоноподобные соединения микроорганизмов // Микология и фитопатология 2003. Т. 42. № 3. С. 261–268.
 75. ЦАВКЕЛОВА Е.А., КЛИМОВА С.Ю., ЧЕРДЫНЦЕВА Т.А., НЕТРУСОВ А.И. Гормоны и гормоноподобные соединения микроорганизмов // Микология и фитопатология. 2003. Т. 42. № 3. С. 261–268.
 76. ЯМСКОВА В.П., КРАСНОВ М.С., РЫБАКОВА Е.Ю. и др. Новая группа мембранотропных гомеостатических ткапеспецифических биорегуляторов: идентификация, физико-химические свойства и биологическое действие // Сб. науч. труд. Инс-та генетики и цитологии НАН Беларуси, гл. ред. Кильчевский В.А. Минск: ГПУ. Институт цитологии и генетики НАН Беларуси. 2013. Т. 14. С. 14–23.
 77. ЯМСКОВА В.П., КРАСНОВ М.С., МАЛЬЦЕВ Д.И., КУЛИКОВА О.Г., РЫБАКОВА Е.Ю., БОГДАНОВ В.В., ЯМСКОВ И.Л. К вопросу о механизме действия сверхматых доз // Науч. труды VI Межд. конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». СПб. 2012. С. 80.
 78. ЯМСКОВА В.П., КРАСНОВ М.С., ЯМСКОВ И.А. Новые экспериментальные и теоретические аспекты в биорегуляции. Механизм действия мембранотропных гомеостатических тканеспецифических биорегуляторов // Saarbrucken: Lambert Academic Publishing. 2012. P. 127.
 79. ЯМСКОВ И.А., МАРГАСЮК Д.В., КУЛИКОВА О.Г., БЕРЕЗИН Б.Б., БИТКО С.А., ЯМСКОВА В.П. Растительные регуляторные белки, активные в сверхмалых дозах // Труды VII ежег. Межд. молод. конф. ИБХФ РАН-ВУЗы «Биохимическая физика». М. 12–14 ноября. 2007. С. 289–293.
 80. ALABOUVETTE C., OLIVAIN C., L-HARIDON F., AIMÉ S., STEINBERG C. Using strains of *Fusarium oxysporum* to control *Fusarium* wilts: dream or reality? // Novel Biotechnologies for Biocontrol Agent Enhancement and Management. Eds. M. Vurro, J. Gressel. NATO Security through Science Series. Springer, Dordrecht. 2007. P. 157–177. doi: 10.1007/978-1-4020-5799-1.
 81. AFSAN-HEJRI L., JINAP S., HAJEV P., RADU S., SHAKIBAZADEH SH. A Review on Mycotoxins in Food and Feed: Malaysia Case Study // Comprehensive Review sin Food Science and Food Safety. 2013. V. 12. P. 629.
 82. DO NASCIMENTO A.M., RAPHAEL C., TURRATTI I.C.C., CAVALCANTI B.C., COSTA-LOTUFO L.V., PESSOA C., DE MORAES M.O., MANFRIM V., TOLEDO J.S., CRUZ A.K., PUPO M.T. Bioactive extracts and chemical constituents of two endophytic strains of *Fusarium oxysporum* // Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy. 2012. V. 22. N 6. P. 1276–1281. doi: 10.1590/S0102-695X2012005000106.
 83. ANTONISSEN G., MARTEL A., PASMANS F., DUCAFELLE R., VERBRUGGHE E. ET AL. The impact of *Fusarium* mycotoxins on human and animal host susceptibility to infectious diseases // Toxins. 2014. V. 6. P. 430–452. doi:10.3390/toxins6020430.
 84. AKINSANMI O.A., MITTER V., SIMPFENDORFER S., BACKHOUSE D., CHAKRABORT Y.S. Identity and pathogenicity of *Fusarium* spp. isolated from wheat fields in Queensland and northern New South Wales // Austral. J. Agr. 2004. Vol. 55. P. 97–107.
 85. BRAGINTSEVA L.M., USTYNYUK T.K., ZELENNEVA R.N., KOVALENKO V.A., LEBEDEVA N.R. Method of obtaining biologically active substances // Patent RU2054484C1. Application: 5055932/13.23.07.1992. Date of publication: 20.02.1996.
 86. HOANG A.T., PHAM V.V., NGUYEN D.N. A report of oil spill recovery technologies // International Journal of Applied Engineering Research. 2018. V. 13. N 7. P. 4915–4928.
 87. NUGMANOVA T.A., KALACHNIKOVA A.N., KABARGINA M.V., ULAK D.D. Examination of Biomaterial Samples Obtained from Coffee and Tangerine Plants at Nepal's Plantations Affected by Phytopathogens and Determination of The Efficiency of Their Suppression by The Biofungicide // Nepalese Journal of Agricultural Sciences. July 2023, Vol. 25.
 88. ОКНАРКИНА V.YU., КХАНЗХИН А.А. Ecological and epidemiological significance of micromycetes of the genus *Fusarium* // Theoretical and Applied Ecology. 2012. N 2. P. 5–14. doi: 10.25750/1995-4301-2012-2-005-014.
 89. SKUGOREVA S.G., KANTOR G.YA., DOMRACHEVA L.I., KUTYAVINA T.I. Comparative analysis of the effectiveness of the use of sorbents of different nature with respect to copper(II) ions // Theoretical and Applied Ecology. 2018. N 3. P. 12–18. doi: 10.25750/1995-4301-2018-3-012-018.

REFERENCES

1. Dietary supplement “Floravit E” in gastroenterology. Guidelines for doctors. Moscow: Izdat. Russiyskaya Medicinskaya Akademiya postdiplomnogo obrazovaniya. 2002. (In Russian).
2. BUKHARINA I.L., ISLAMOVA N.A., ZHAVAD A.F., ABDULLAH M.R. ET AL. The influence of *Cylindrocarpon magnusianum* inoculum on the formation of adaptive reactions of plants to stress factors. *Agrarnaiya Rossiya*. 2019;12:26–32. (In Russian).
3. BOGDANOV V.V., MALTSEV D.I., YAMSKOVA V.P., YAMSKOV I.L. Development of drugs based on membrane-tropic endogenous bioregulators. Proc. scientific

- Proceedings Conf. "New chemical and pharmaceutical technologies." Ed. Avramenko G.V., Kovalenko A.E. Moscow. 2012;184:233–239. (In Russian).
4. **BEKUZAROVA S.A., NUGMANOVA T.A., DATIEVA I.A.** Reduction of soil radiation by phytoindicators Ecology of environmental management. Materials of Int. scientific-practical conf. Magas. 2020:21–23. (In Russian).
 5. **BUKHARINA I.L., ISLAMOVA N.A., ZHAVAD A.F., ABDULLAH M.R. ET AL.** Features of the formation of metal resistance during tomato inoculation with the micromycete *Cylindrocarpon magnusianum*. *AgroEcoInfo*. 2019;3:124. (In Russian).
 6. **BOGDANOV V.V., BEREZIN B.B., ILYINA A.P. ET AL.** Biologically active peptides of Kamchatka crab. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. Pushkino.. 2015;51;(4):1–7. (In Russian).
 7. **BOGDANOV V.V., MALTSEV D.I., KULIKOVA O.G., YAMSKOVA V.P., YAMSKOV I.A.** Membranotropic bioregulator isolated from crab hepatopancreas: quantitative assessment of hepatoprotective activity. Collection of articles. abstract 20th Int. Putin School-Conf. "Biology of the XXI century". Pushino. 2016. (In Russian).
 8. **BUKHARINA I.L., ISLAMOVA N.A.** Method of preparation and application of a fungal biological product to increase plant resistance. Patent for invention 2722206 C1, 05.28.2020. (In Russian).
 9. **BELOPUKHOV S.L., DMITREVSKAYA I.I., PROKHOROV I.S., GRIGORASH A.I.** Effect of the biological product Floravit on the growth, development and yield of fiber flax. *Agrohim vestnik*. 2014;6:28–30. (In Russian).
 10. **BURKIN E.A., PIRYAZEVA L.S., MALINOVSKAYA G.P. ET AL.** Metabolic profile of fungi of the genus *Fusarium* Lk.: Potential for the biosynthesis of T-2 toxin and diacetoxycirpenol. *Uspehi meditsinskoj mikologii*. 2006;7:95–96. (In Russian).
 11. **BOGDANOV V.V., FATKULINA E.F., BEREZIN B.B. ET AL.** Peptide-containing fraction from the culture medium of *Fusarium sambucinum*: composition and biological effect. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 2014;50;(2):177–183. (In Russian).
 12. **BLAGOVESHCHENSKAYA E.YU.** Diversity of systemic endophytes. Materials of the VII All-Russian. Mikol. conference schools with international participation. Sat. reports and theses. 2015:10–18. (In Russian).
 13. **BUKHARINA I.L., ISLAMOVA N.A., ZHAVAD A.F., ABDULLAH M.R. ET AL.** Features of the formation of metal resistance during tomato inoculation with the micromycete *Cylindrocarpon magnusianum*. *Estesstvennie I tehnikeskie nauki*. 2019;10;(136):105–112. (In Russian).
 14. **BUKHARINA I.L., ISLAMOVA N.A., LEBEDEVA M.A.** Effect of inoculation of the root system with the endophyte *Cylindrocarpon magnusianum* on plant performance under the influence of heavy metal salts. *Rossiiskaya sel'skohoziastvennaya nauka*. 2020;6:24–29. (In Russian).
 15. **MOROZOVA G.R.** A drug that affects tissue metabolism and the use of a strain of the fungus *fusarium sambucinum* fuckel var *ossiculum* (berk.et curf) bilai for its production. Patent RU 2040932C1. (In Russian).
 16. **BARANOV O.YU., YARMOLOVICH V.A., PANTELEEV S.V.** Molecular genetic diagnosis of fungal diseases in forest nurseries. *Lesnoe i obonnicheskoe hoziastvo*. 2012;6:9. (In Russian).
 17. **BOGDANOV V.V., BEREZIN B.B., ILYINA A.P. ET AL.** Biologically active peptides of Kamchatka crab. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 2015;51;4:1–7. (In Russian).
 18. **BOGDANOV V.V., FATKULNNA E.F., BEREZIN B.B., YAMSKOVA V.P., YAMSKOV I.A.** Bioregulators of a new group isolated from the cultivation medium of the fungus *Fusarium Sambucinum*. Proc. scientific Proceedings IV Int. scientific-practical conf. young scientists in solving current scientific problems. Vladikavkaz. 2013;(2):3–5. (In Russian).
 19. **BUGA S.F., ARTEMOVA O.V., RADYNA A.A.** Species composition and harmfulness of fungi of the genus *Fusarium* causing fusarium head blight of winter wheat and spring barley in Belarus. *Micologiya i fitopatologiya*. 2005;39;(5):73–79. (In Russian).
 20. **BURKIN A.A., SOBOLEVA N.A., KONONENKO G.P.** Toxin-forming ability of *Fusarium poae* strains from cereal grains of the East Siberian and Far Eastern regions. *Mikrobiologiya i fitopatologiya*. 2008;(42);4:354–358. (In Russian).
 21. **VASILENKO A.V.** Identification of the species composition of fusarium head blight pathogens of barley in the forest-steppe of the Krasnoyarsk region. *Vestnik KrasGAU*. 2007;2:126–127. (In Russian).
 22. **GORSHINA E.S., NEMANOVA E.O., BIRYUKOV V.V.** *Fusarium sambucinum* strain – producer of fungal protein biomass. Patent OD 61 10-6/503, priority since 2012.09.10. (In Russian).
 23. **GAGKAEVA T.YU., GAVRILOV O.P.** *Fusarium* of barley ears and grains. Proceedings on applied botany, genetics and selection. 2009:39–44. (In Russian).
 24. **GRISHINA E.A., LITVINSKY V.A., NOSIKOV V.V., BELOPUKHOV S.L., DMITRIEVSKAYA I.I.** Determination of the content of trace elements and heavy metals in plants, assessment of the safety of flax products using atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma. *Zemledeliye*. 2018;8:19–22. (In Russian).
 25. **GAGKAEVA T.YU., GAVRILOVA O.P., STAKHEEV A.A.** The first discovery of the fungus *Fusarium torulosum* in Russia. *Mycrobiologiya i fitopatologiya*. 2012;46;(1):86–91. (In Russian).
 26. **GAGKAEVA T.YU.** Current state of taxonomy of fungi of the genus *Fusarium* section *Sporotrichiella*. *Mycrobiologiya i fitopatologiya*. 2008;42;(3):201–211. (In Russian).
 27. **DOMRACHEVA A.I., FOKINA S.G.** Soil fungi of the genus *Fusarium* and their metabolites: danger to biota,

- possibility of use in biotechnology. *Teoreticheskaya i prikladnaya Ekologiya*. 2021; 1. doi: 10.25750/1995-4301-2021-1-006-015. (In Russian).
28. **DMITREVSKAYA I.I.** Effect of biostimulants on the yield and quality of fiber flax when grown on soddy-podzolic soils. Diss. to apply for Art. candidate of agricultural sciences 2010;164. (In Russian).
 29. **DOROFEEV D.A.** Study of the antipathogenic activity of the fungus *Fusarium sambucinum* AF-967. Diss. to apply for Art. Ph.D. 2001:107. (In Russian).
 30. **DOMRACHEVA L.I., FOKINA A.I., SKUGOREVA S.G., ASHIKHMINA T.YA.** Soil fungi of the genus *Fusarium* and their metabolites: danger to biota, possibility of use in biotechnology (review). *Teoreticheskie problem vologii*. 2021;1:5–15. doi: 10.25750/1995-4301-2021-1-006-015. (In Russian).
 31. **DOMRACHEVA L.I., FOKINA A.I., SKUGOREVA S.G., ASHIKHMINA T.YA.** Soil fungi of the genus *Fusarium* and their metabolites: danger to biota, possibility of use in biotechnology. *Teor. i prikladnaya ekologiya*. 2021;12021; 1:7–14. doi: 10.25750/1995-4301-2021-1-006-015. (In Russian).
 32. **DOMRACHEVA L.I., FOKINA A.I.** Soil fungi of the genus *Fusarium* and their metabolites: danger to biota, possibility of use in biotechnology. *Teor. i prikladnaya ekologiya*. 2021;1:5–15. (In Russian).
 33. **DARMOV I.V., GORSHUNOVA E.I., TARASOVA T.S.** Study of natural isolates of micromycetes *Fusarium* spp. – producers of ligninolytic enzymes. *Uchenyye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya Yestestvennyye nauki*. 2017;159:72–84. (In Russian).
 34. **DMITREVSKAYA I.I., ZHARKIKH O.A.** On the issue of using new bioregulators on industrial hemp. Sat. Art. All-Russian Scientific conf. with international participation "Crop production and grassland management". Moscow: RGAU-MSKHA im. K.A. Timiryazeva, 2020:124. DOI 10.26897/978-5-9675-1762-4-2020-124. (In Russian).
 35. **ZHURAVLEVA A.S., PISAREVSKAYA V.A., BEZBUDZADA N.B. ET AL.** Assessment of amylolytic and cellulolytic activities of *Fusarium oxysporum* during surface cultivation. *Uspehi himii i himicheskoy tehnologii*. 2021;35;12:57–59. (In Russian).
 36. **ILYINA A.N., KULIKOVA O.G., MALTSEV D.I. ET AL.** Identification of new peptides from the intercellular space using MALDI-TOF mass spectrometry. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 2011;47;2:135–140. (In Russian).
 37. **ISLAMOVA N.A., BUKHARINA I.L., KAMASHEVA A.A., LATYPOVA R.G., LEBEDEVA M.A., PASHKOVA A.S.** Study of the resistance limits of microscopic fungi and the formation of a collection of promising isolates. *Modern problems of science and education*. 2015;3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view-19965>. (In Russian).
 38. **KONONENKO G.P., BURKIN A.A., SOBOLEVA N.A.** Toxin formation potential of the main pathogens of ear fusarium. *Uspehi meditsinskoy mikologii*. Moscow: Nationalnaya akademiya mikologii. 2004;3:266–269. (In Russian).
 39. **KULIKOVA O.G., YAMSKOVA V.P., MARGASYUK D.V., BEREZIN V.B., BITKO S.A., YAMSKOV I.A.** Nano-sized bioregulators infused from lemon, garlic and onion. Materials II Int. scientific-practical conf. Kazan. September 15–16. 2008:64–65. (In Russian).
 40. **KULIKOVA O.G., YAMSKOVA V.P., MARGASYUK D.V., BEREZIN V.B., BITKO S.A., ILYINA A.P., YAMSKOV I.A.** Study of a new group of bioregulators isolated from plants. Proceedings of the 1st int. scientific conf. students, graduate students and young scientists. Donetsk. 2008:274–275. (In Russian).
 41. **KULIKOVA O.T., YAMSKOVA V.P., ILYINA A.P., MARGASYUK D.V., YAMSKOV I.A.** Study of the properties of a bioregulator isolated from onion Sera L. Coll. scientific works Factors of experimental evolution of organisms. K.: Logos. 2010;9:293–302. (In Russian).
 42. **KRASNOV M.S., YAMSKOVA V.P., RYBAKOVA E.YU., KULIKOVA O.G., MARGASYUK D.V., YAMSKOV N.A.** Bioregulators active in ultra-low doses isolated from plantain and aloe have a protective effect on skin in vitro and in vivo systems. Sat. scientific work. Factors in the experimental evolution of organisms. TO. Logos. 2010;9:285–289. (In Russian).
 43. **KULIKOVA O.G., YAMSKOVA V.P., ILYINA A.P., MOLYAVKA A.A., YAMSKOV I.A.** Study of the influence of ultra-low doses of new plant bioregulators on the development of plant seeds. Proceedings of the X Annual. intl. young conf. Biochemical physics IBCP RAS-Universities. Moscow. November 8–10. 2010:55–57. (In Russian).
 44. **KULIKOVA O.G., YAMSKOVA V.P., ILYINA A.P. ET AL.** Identification of a new bioregulator in onions that acts in ultra-low doses. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 2011;47;(4):1–5. (In Russian).
 45. **KRASNOV M.S., BOGDANOV V.V., KULIKOVA O.G. ET AL.** Study of the wound-healing effect of bioregulators of a new group isolated from the tissues of the mollusk (*Margaritifera margaritifera*) and a number of plants. *Fundam. Issledovaniya*. 2014;5:63–70. (In Russian).
 46. **KRASNOV M.S., YAMSKOVA V.P., KULIKOVA O.G. ET AL.** Study of a new group of bioregulators isolated from plantain. *Biokhimiya i mikrobiologiya*. 2011;47;(2):146–153. (In Russian).
 47. **LEVITIN M.M.** Phytopathogenic fungi and human diseases. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2009;9:24–25. (In Russian).
 48. **LITOVKA YU.A.** Ecological and biological features and biocontrol of fungi of the genus *Fusarium*, common in terrestrial ecosystems of central Siberia. Diss. to apply for Art. Doctor of Biological Sciences: Krasnoyarsk, 2018:497. (In Russian).

49. LEVITIN M.M. Phytopathogenic fungi and human diseases. *Zachita i karantin rasteniy*. 2009;9:24–25. (In Russian).
50. МИХАЙЛОВА О.М., ТЕПЛЯКОВА Т.В., ДУМЧЕНКО Н.Б. A strain of the microscopic fungus fusarium equiseti containing biologically active substances exhibiting antitumor and antiviral activity. Patent RU 2664252. (In Russian).
51. MARGASYUK D.V., YAMSKOVA V.P., KULIKOVA O.G., BITKO S.A., BEREZIN B.B., ILYINA A.P., KRASNOV M.S., YAMSKOV I.A. Study of a new pear of plant bioregulators active in ultra-low doses. Proceedings of the VI International. young conf. IBCP RAS-Universities “Biochemical Physics”. Moscow. November 11–13. 2008:140–143. (In Russian).
52. MOROZOVA G.R. A drug that affects tissue metabolism and the use of a strain of the fungus fusarium sambucinum fuckel var ossiculum (berk.et curf) bilai for its production // Patent RU 2040932C1. (In Russian).
53. www.makofarm-life.ru. (In Russian).
54. MARGASYUK D.V., YAMSKOVA V.P., KULIKOVA O.G., BITKO S.A., BEREZIN B.B., KRASNOV M.S., YAMSKOV I.A. Bioregulators biologically active in super-doses, isolated from plants. Materials IV Int. Symposium “Mechanisms of action of ultra-low doses”. Moscow. 2008:69–70. (In Russian).
55. NUGMANOVA T.A. The importance and effectiveness of microbiological preparations for the production of organic food. Kolomna. 2022:267. (In Russian).
56. NUGMANOVA T.A., KABARGINA M.V., KABARGIN L.A., MUKHAMEDZHANOVA T.G. Development of complex biological products with biofungicidal and immunomodulator properties and study of their effectiveness for plant growth and development. Problems of sustainable development of the region. Sat. abstract report All-Russian scientific conf. dedicated to the 100th anniversary of the Republic of Buryatia 06/29/2023:52–53. (In Russian).
57. NUGMANOVA T.A., KABARGINA M.V., KABARGIN L.A. Efficiency of mushroom biotechnological products for the production of organic food products. Advances in medical mycology and microbiology. Jubilee materials. conf. in medicine mycology and microbiology. Moscow. May 17–18, 2023;25: 295–298. EDN: NCJSU, eLibrary ID:54030645. (In Russian).
58. NUGMANOVA T.A., NIKONOVA L.A., FOMICHEV YU.P. Study of the biological activity of the biological product Nikfan. Proc. scientific works issue “Unconventional natural resources, innovative technologies and products.” Moscow: RANS. 2019;25:205. (In Russian).
59. NUGMANOVA T.A. Biological products – products of microbiological synthesis for the production of environmentally friendly food products: technology, advantages, prospects. Ecological aspects of human, animal and plant life. Belgorod: ID «Belgorod». 2017;3:45–76. (In Russian).
60. NUGMANOVA T.A. Efficiency of using biofertilizers and biofungicides in crop production. Monitoring and biological methods for controlling pests and pathogens of woody plants: from theory to practice. Materials 2nd All-Russian. conf. Moscow. April 22–26, 2019:126–128. (In Russian).
61. POGORELSKAYA L.V., KUDRYAVTSEV A.E. KUZNETSO V.F., GRIGORASH A.I. Bioregulators of microbial immunological resistance. *Epidemiologiya i infetsionnie bolezni. Aktualnie voprosi*. 2013;5:1–4. (In Russian).
62. POGORELSKAYA L.V. ET AL. Dietary supplement “Floravit E” in gastroenterology. *Metodicheskie rekomendatsii MZ RF. Medis. Academiya postdiplomnogo obrazovaniy*. Moscow. 2005:68. (In Russian).
63. PLATONOVA YU.V., SURIN N.A. Geography of fungi of the genus Fusarium. *Fundamentalnii issledovaniya*. 2004;4:9. (In Russian).
64. SOKOLOVA G.D., VOZNESENSKY V.N. Biosynthesis of 4, 15-diacetylnivalenol by Fusarium sambucinum var. minus. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 2011;47;1:46–49. (In Russian).
65. LYAMZIN V.I., BUKHARINA I.L., ZDOBYAKHINA O.V., ISLAMOVA N.A. ET AL. Study of the effectiveness of the combined use of a biological product of an oil destructor and endotrophic fungi at the stage of biological restoration of oil-contaminated lands. *Astrabanskiy vestnik ekologich. obrazovaniya*. 2018;3;(45):94–98. (In Russian).
66. SKUGOREVA S.G., KANTOR G.YA., DOMRACHEVA L.I., SHESHEGOVA T.K. Assessment of the sorption abilities of various species of micromycetes of the genus fusarium in relation to heavy metal ions. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2019;4:102–109. (In Russian).
67. SOKOLOVA G.D. Biosynthesis of 4, 15-diacetylnivalenol by Fusarium sambucinum var. minus. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 2011;47;(1):46–49. (In Russian).
68. SOKOLOVA G.D., VOZNESENSKY V.N. Pathogenicity of Fusarium graminearum and F. culmorum and resistance of grain crops. *Mikrobiologiya i fitopatologiya*. 2005;39;(5):1–7. (In Russian).
69. SEMINA YU.V., SHCHERBAKOVA L.A., DEVYATKINA G.A. Antiseptoria activity of filtrates of the cultural liquid of the fungus Fusarium sambucinum and its dependence on the composition of nutrient media. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2011;45;(6):563–570. (In Russian).
70. SEMINA YU.V., KRAMER R., SHCHERBAKOVA L.A. ET AL. Study of the possibility of using the filtrate of the culture liquid of the non-pathogenic isolate FS-94 of the fungus Fusarium sambucinum to protect carrot plants from Alternaria radicina. *Vestnik zachiti rasteniy*. 2012;2:34–41. (In Russian).
71. SEMINA YU.V. Protective properties of extracellular metabolites of the non-pathogenic isolate fs-94 (fusarium sambucinum) and their use against the causative agent

- of wheat septoria (*stagonospora nodorum*) and other phytopathogenic fungi. Diss. to apply for Art. Ph.D. Moscow. 2013:129. (In Russian).
72. FARNIEV A.T., NUGMANOVA T.A., SABANOVA A.A. ET AL. Method for increasing nitrogen fixation of winter vetch. Patent. Application N 2019126124. Priority from 08/16/2019. (In Russian).
 73. TSAVKELOVA E.A., KLIMOVA S.YU., CHERDYNTSEVA T.A., NETRUSOV A.I. Formation of phytohormones by fungi associated with orchids. *Mycologiya i fitopatologiya*. 2003;37;(5):75–83. (In Russian).
 74. TSAVKELOVA E.A. KLIMOVA S.YU., CHERDYNTSEVA T.A. Hormones and hormone-like compounds of microorganisms. *Mycologiya i fitopatologiya*. 2003;42;(3):261–268. (In Russian).
 75. TSAVKELOVA E.A., KLIMOVA S.YU., CHERDYNTSEVA T.A., NETRUSOV A.I. Hormones and hormone-like compounds of microorganisms. *Mycologiya i fitopatologiya*. 2003;42;(3):261–268. (In Russian).
 76. YAMSKOVA V.P., KRASNOV M.S., RYBAKOVA E.YU. ET AL. A new group of membranotropic homeostatic tissue-specific bioregulators: identification, physicochemical properties and biological action. Sat. scientific work. Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus, Ch. ed. Kilchsvsky V.A. Minsk: GPU. Institute of Cytology and Genetics of the National Academy of Sciences of Belarus. 2013;14:14–23. (In Russian).
 77. YAMSKOVA V.P., KRASNOV M.S., MALTSEV D.I., KULIKOVA O.G., RYBAKOVA E.YU. ET AL. On the issue of the mechanism of action of super-doses. Scientific Proceedings of VI Int. Congress "Weak and super-weak zeros and radiation in biology and medicine." Saint Petersburg. 2012:80. (In Russian).
 78. YAMSKOVA V.P., KRASNOV M.S., YAMSKOV I.A. New experimental and theoretical aspects in bioregulation. Mechanism of action of membranotropic homeostatic tissue-specific bioregulators. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012:127. (In Russian).
 79. YAMSKOV I.A., MARGASYUK D.V., KULIKOVA O.G., BEREZIN B.B., BITKO S.A., YAMSKOVA V.P. Plant regulatory proteins active in ultra-low doses. Proceedings VII every year Int. young conf. IBCP RAS-Universities "Biochemical Physics". Moscow. November 12–14. 2007:289–293.
 80. ALABOUVETTE C., OLIVAIN C., L-HARIDON F., AIMÉ S., STEINBERG C. Using strains of *Fusarium oxysporum* to control *Fusarium* wilts: dream or reality? *Novel Biotechnologies for Biocontrol Agent Enhancement and Management*. Eds. M. Vurro, J. Gressel. NATO Security through Science Series. Springer, Dordrecht. 2007:157–177. doi: 10.1007/978-1-4020-5799-1.
 81. AFSAH-HEJRI L., JINAP S., HAJEB P., RADU S., SHAKIBAZADEH SH. A Review on Mycotoxins in Food and Feed: Malaysia Case Study. *Comprehensive Review sin Food Science and Food Safety*. 2013;(12):629.
 82. DO NASCIMENTO A.M., RAPHAEL C., TURATTI I.C.C., CAVALCANTI B.C., COSTA-LOTUFO L.V., PESSOA C., DE MORAES M.O., MANFRIM V., TOLEDO J.S., CRUZ A.K., PUPO M.T. Bioactive extracts and chemical constituents of two endophytic strains of *Fusarium oxysporum*. *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy*. 2012;(22);6:1276–1281. doi: 10.1590/S0102-695X2012005000106.
 83. ANTONISSEN G., MARTEL A., PASMANS F., DUCAFELLE R., VERBRUGGHE E., VANDENBROUCKE V., LI S., HAESBROUCK F., IMMERSSEEL F.V., CROUBELS S. The impact of *Fusarium* mycotoxins on human and animal host susceptibility to infectious diseases. *Toxins*. 2014;(6):430–452. doi:10.3390/toxins6020430.
 84. AKINSANMI O.A., MITTER V., SIMPFENDORFER S., BACKHOUSE D., CHAKRABORT Y.S. Identity and pathogenicity of *Fusarium* spp. isolated from wheat fields in Queensland and northern *New South Wales*. *Austral. J. Agr.* 2004;(55):97–107.
 85. BRAGINESEVA L.M., USTYNYUK T.K., ZELENKOVA R.N., KOVALENKO V.A., LEBEDEVA R.N. Method of obtaining biologically active substances. Patent RU 2054484 CL, Application: 5055932/13 23.07.1992.
 86. HOANG A.T., PHAM V.V., NGUYEN D.N. A report of oil spill recovery technologie. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2018;(13);7:4915–4928.
 87. NUGMANOVA T.A., KALACHNIKOVA A.N., KABARGINA M.V., ULAK D.D. Examination of Biomaterial Samples Obtained from Coffee and Tangerine Plants at Nepal's Plantations Affected by Phytopathogens and Determination of The Efficiency of Their Suppression by The Biofungicide. *Nepalese Journal of Agricultural Sciences*. July 2023;25. eISSN 2091-0428; pISSN2091-042X; eajindex ID-627.
 88. ОКНАПКИНА V.YU., KHANZHIN A.A. Ecological and epidemiological significance of micromycetes of the genus *Fusarium*. *Theoretical and Applied Ecology*. 2012;2:5–14. (In Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2012-2-005-014.
 89. SKUGOREVA S.G., KANTOR G.YA., DOMRACHEVA L.I., SHESHEGOVA T.K. Assessment of the sorption abilities of various types of micromycetes of the genus *fusarium* in relation to heavy metal ions. *Theoretical and Applied Ecology*. 2019;(4):102–109.
-
- Нугманова Татьяна Алексеевна**, д.т.н., профессор биотехнологии, директор биотехнологической компании ООО «БИОИН-НОВО»
☎ тел.: +7(903) 185-06-30, e-mail: bioin@yandex.ru
Кабаргина Мария Владимировна, аспирант кафедры Технологии бродильных производств и виноделия ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», технолог-микробиолог биотехнологической компании ООО «БИОИН-НОВО»
☎ 125475, г. Москва, ул. Дыбенко, 2-1 Biotechnology company BIOIN-NOVO LLC
125475, Russia, Moscow, 2-1, Dybenko str.
тел.: +7 (905) 552-86-15, e-mail: bioin@list.ru

УДК 001 (075)

DOI: 10.52531/1682-1696-2024-24-3-140-148

Научная статья

EDN: ZFFWTJ

ПАМЯТНИК РУССКОЙ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ XII ВЕКА — СПАСО-ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ СОБОР В ПЕРЕСЛАВЛЕ-ЗАЛЕСКОМ. ИЗУЧЕНИЕ И РЕСТАВРАЦИЯ I часть

С.И. ВОРОБЬЕВ

ФГАОУ ВО ПЕРВЫЙ МГМУ

ИМ. И.М. СЕЧЕНОВА МИНЗДРАВА РОССИИ
(СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ), МОСКВА,
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ*Original article***MONUMENT OF RUSSIAN HISTORY
AND CULTURE OF THE XII CENTURY –
TRANSFIGURATION CATHEDRAL
IN PERESLAVL-ZALESSKY. STUDY
AND RESTORATION. I part**

Статья посвящена изучению и реставрации древнейшего памятника русской истории и религиозной архитектуры XII в. г. Переславля-Залесского – Спасо-Преображенскому собору. Собор заложенный в 1152 г. великим князем Юрием Долгоруким при основании будущей столицы Северо-Восточной Руси града Переславля-Залесского и достроенный в 1157 г. святым благоверным князем Андреем Боголюбским, является родоначальником владими́ро-суздальского зодчества XII–XIII веков.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *собор, культура, православие, памятник русской истории и религиозной архитектуры, реставрационные работы, святые благоверные князья, «золотая пропорция»*

S.I. VOROBYEVFEDERAL STATE AUTONOMOUS EDUCATIONAL
INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION FIRST
MOSCOW STATE MEDICAL UNIVERSITY
THEM. SECHENOV MINISTRY OF HEALTH OF
RUSSIA (SECHENOV UNIVERSITY), MOSCOW,
RUSSIAN FEDERATION

The article is devoted to the study and restoration of the oldest monument of Russian history and religious architecture of the Transfiguration Cathedral of the XII century Pereslavl-Zalesky. The cathedral, founded in 1152 by Grand Duke Yuri Dolgorukiy at the foundation of the future capital of Northeastern Russia, the city of Pereslavl-Zalesky and completed in 1157 by the Holy Prince Andrei Bogolyubsky, is the ancestor of Vladimir-Suzdal architecture of the XII–XIII centuries.

KEYWORDS: *cathedral, culture, Orthodoxy, monument of Russian history and religious architecture, restoration work, holy princes, "golden proportion"*

Спасо-Преображенский – собор древнейший памятник русской истории и культуры домонгольской архитектуры, заложенный в 1152 г. великим князем Юрием Долгоруким (1095–1157 гг.) при основании будущей столицы Северо-Восточной Руси града Переславля-Залесского и достроенный в 1157 г. святым благоверным князем Андреем Боголюбским (1111–1174 гг.), является родоначальником владими́ро-суздальского зодчества XII–XIII веков. Собор принадлежит к числу первых каменных

сооружений, возведенных в середине XII столетия, он являлся усыпальницей переславских князей в XII–XIV веках: сына и внука великого князя Александра Невского – князей Дмитрия Александровича (1250–1294 гг.) и Ивана Дмитриевича (1268–1302 гг.). Святой благоверный князь Александр Невский родился 30 мая 1221 г. в Переславле-Залесском в княжеских теремах рядом со Спасо-Преображенским собором, заложенным его прадедом Юрием Долгоруким, в котором князя крестили. Рядом с собором стоит храм, построенный в 1740-е годы во имя Александра Невского с его мощевиком. В память о великом полководце и государственном деятеле Президентом РФ подписан указ о праздновании в 2021 г. 800-летия со

© 2024, С.И. Воробьев

Поступила в редакцию 19.10.2023

дня рождения святого благоверного князя Александра Невского (1221–1263 гг.).

В земле переславской просияли великие подвижники Святой Руси, наверняка многие молившиеся в Спасо-Преображенском соборе: благоверный князь Александр Невский, благоверный князь Андрей Смоленский, преподобный Никита Столпник, преподобный Даниил Переславский, преподобный Корнилий Молчальник, преподобный Дмитрий Прилуцкий, преподобный Герасим Болдинский, блаженный Мишенька-Самуил Христа ради юродивый, блаженный Никита-девственник, пока еще не прославленный.

В Спасо-Преображенском соборе Переславля-Залесского посвящали в игуменство в XIV веке игумена земли русской преподобного Сергия Радонежского. В Спасо-Преображенском соборе в XX веке молился легендарный земский врач, профессор медицины, архиепископ, святитель Лука (В.Ф. Войно–Ясенецкий).

Переславль-Залесский – это земля русской святости и город русских монастырей. В нем сохранилось 6 монастырей, из них 4 действующих: самый древний монастырь России, основанный в 1010 г. первым русским святым князем-страстотерпцем Борисом, братом святого князя-страстотерпцем Глеба – Переславский Никитский мужской монастырь, Переславский Федоровский женский монастырь, основанный в 1304 г., Троицкий Данилов мужской монастырь, основанный в 1508 г., Переславский Никольский женский монастырь, основанный в 1348 г., Горицкий Успенский монастырь, основанный в начале XIV века (закрыт в 1744 г., н.в. музей), Богородицко-Сретенский Новодевичий монастырь, основанный в 1659 г. (упразднен в 1764 г., но остались действующие храмы), было около 50 храмов, церквей и часовен – только первопрестольная Москва, основанная в 1147 г. тем же князем Юрием Долгоруким, могла сравниться с количеством монастырей и храмов с Переславлем-Залесским, основанным князем через 5 лет в 1152 г. (рис. 1).

С древнейших времен Спасо-Преображенский собор, расположенный на Красной площади на территории древнего города у подножия земляного вала XII века, был одним из главных и градообразующих храмов Переславля-Залесского, в нем проходили самые значимые события в истории древнерусского города.

Переславль-Залесский посещали почти все великие князья и цари рода Рюриковичей, Годуновых и Романовых. Переславль-Залесский связан с именем Ивана Грозного, ходившим на богомолье в 1560-х годах в Никитский монастырь, с именем Петра Первого, строившим (1688–1692 гг.) будущий российский флот на Плещеевом озере. Земский староста Кузьма Минин и князь Дмитрий Пожарский вели в 1612 г. народное ополчение из Нижнего Новгорода на Москву через Ярославль и Переславль-Залесский, собирая народную рать в этих городах.



Рис. 1.

Спасо-Преображенский собор XII века и памятник святому благоверному князю Александру Невскому в Переславле-Залесском на месте его рождения и крещения [17]

На протяжении всей своей долгой и овеянной славой 870-летней истории Спасо-Преображенский собор дошел до нас без значительных необратимых повреждений и разрушений, несмотря на неоднократное разорение 1238, 1252, 1281, 1611–1612 гг., пожары 1293, 1385, 1409 гг., многочисленные ремонты и обновления в 1403, 1442, 1626 гг., реставрационные работы в 1862, 1891–1894, 1947–1948, 1959–1967, 1985–1987, 2002, 2006–2007, 2014, 2015 гг., археологические раскопки в 1853, 1939, 2002 гг. [6, 8, 9, 10, 12, 13, 22].

Издревле Спасо-Преображенский собор был сокровищницей древнерусской культуры. Из Спасо-Преображенского собора происходит уникальная по своим художественным достоинствам храмовая икона «Преображение» начала XV века кисти Феофана Грека, хранящаяся в Третьяковской галерее. В собрании Оружейной палаты Московского Кремля хранится серебряный потир XII века – вклад князя Юрия Долгорукого в Спасо-Преображенский собор. В Государственном историческом музее в Москве хранится фрагмент фрески 1158–1160 гг. с изображением апостола из Спасо-Преображенского собора. В отделе рукописей Российской национальной библиотеки храниться лицевое Евангелие дьякона Зиновия XIV века из Спасо-Преображенского собора. В 2014 г. в результате археологических исследований в соборе была найдена печать константинопольского патриарха Афанасия I с годом создания 1311 с греческой надписью: «Афанасий, милостью Божьей архиепископ Константинополя, Нового Рима и вселенский патриарх». Однако были утрачены росписи внутреннего пространства собора в процессе реставрации 1891–1894 гг. и остатки древней фресковой живописи XII века – композиции «Страшный суд» и «Богоматерь на престоле» [13].

Изучением Спасо-Преображенского собора занимались многие специалисты по русской архитектуре: Н.А. Артлебен, Н.И. Брунов, П.С. Савельев, В.В. Суслов, Н.Н. Воронин, А.Г. Чиняков, И.Б. Пуришев.

Спасо-Преображенский собор является единственным памятником культового зодчества XII века, сохранившимся без существенных изменений. В настоящее время собор периодически используется по прямому назначению – как культовое сооружение и как объект музейного показа [13].

Необходимо отметить, что великий князь Андрей Боголюбский построил не один шедевр древнерусской религиозной архитектуры.

Так, в период расцвета Владимиро-Суздальского княжества благоверный князь Андрей Боголюбский воздвиг в 1158–1165 г. храм Рождества Богородицы, более известный как Покрова на Нерли, который олицетворяет блистательную эпоху становления и расцвета Владимиро-Суздальского княжества при святом благоверном князе.

За символически короткие семь лет с 1158 по 1165 годы строительная дружина Андрея Боголюбского, собравшаяся, как описывает в своей работе Т.П. Тимофеева с соавт. (2003), под началом североитальянского зодчего от Фридриха Барбароссы «из всех земель все мастера», создает белокаменное великолепие владими́ро-суздальской земли (рис. 2, 3).

Обратите внимание на рис. 4 [24] и рис. 5 [14], как похожи эти два 800-летних храма, воздвигнутые святым князем Андреем Боголюбским: первый

С. И. ВОРОБЬЕВ
ПАМЯТНИК РУССКОЙ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ
XII ВЕКА – СПАСО-ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ СОБОР
В ПЕРЕСЛАВЛЕ-ЗАЛЕСКОМ. ИЗУЧЕНИЕ
И РЕСТАВРАЦИЯ
I ЧАСТЬ

Спасо-Преображенский собор (1152–1157 гг.) в Переславле-Залесском (высотой около 23 м), второй более поздний храм Покрова на Нерли (1158–1165 гг.) (высотой около 24 м) у княжеской резиденции в Боголюбове рядом с Владимиром, оба великолепных храма возведены в течение небольшого отрезка времени в период с 1152 по 1165 гг.

Первый ремонт Спасо-Преображенского собора был осуществлен в 1403 году, как предполагает известный российский архитектор Н.Н. Воронин (1961), на что указывает обновление антиминса митрополитом Киприаном. Это подтверждается и тем, что к освящению собора в 1894 г. священником Скорбященской церкви города Владимира П.В. Ильинским была выпущена брошюра «Преображенский собор в г. Переславле-Залесском до его реставрации». Кроме подробной исторической справки и архитектурного описания автор опубликовал два антиминса, один из которых датируется 1403, а другой 1626 годами, найденные при разборке престола 28 мая 1891 г. (приведено по [18]). Ремонт 1442 г. отмечен надписью, выцарапанной на камне и штукатурке в средней апсиде. О ремонте 1626 г. говорит второй антиминс об освящении собора. Возможно, что в 1626 г. собор приобрел четырехскатное покрытие. В 40-х годах XIX века эта кровля возобновляется, но уже в 1862 г. под руководством Н.А. Артлебена собор подвергается реставрации, восстановившей его позакомарное покрытие [6].

В одну из реставраций [6] памятник сменил форму купола: изначально он был увенчан шлемовидной

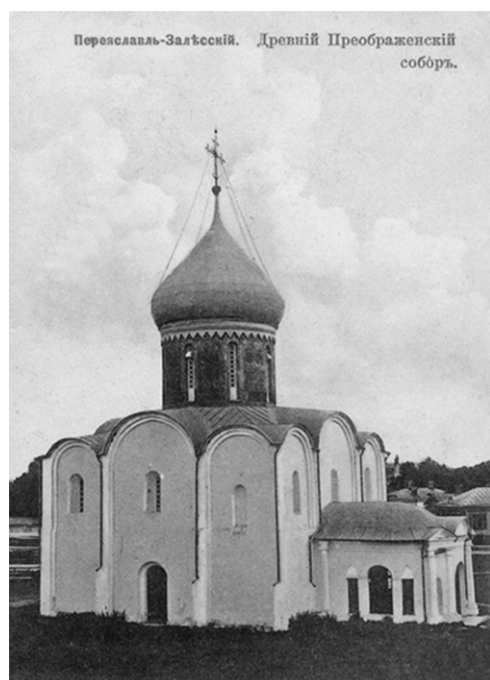


РИС 2.

Старинная открытка Спасо-Преображенского собора в Переславле-Залесском [20]



РИС 3.

Мемориальная доска XIX века в Спасо-Преображенском соборе



РИС. 4.

Храмы, воздвигнутые святым благоверным князем Андреем Боголюбским: фото 4 (слева) храм Рождества Богородицы (Покрова на Нерли, 1158–1165 гг.) в Боголюбово [24]



РИС. 5

Спасо-Преображенский собор (1152–1157 гг.) в Переславль-Залесском [14]

главой. Сведений о точной дате этого события не сохранились, однако к концу XIX века собор имел уже луковичную главу.

Наиболее серьезная реставрация была произведена в 1891–1894 гг. под руководством В.В. Суслова – известного русского архитектора, реставратора и археолога, действительного члена Императорской Академии художеств. Отмечая сохранившиеся древние кольца для крепления светильника, В.В. Суслов предлагает сделать не паникадило, а хорос на цепях. Судя по тексту его доклада в Археологическую комиссию от марта 1892 г. и по дальнейшей переписке, автор выполнил обмерные чертежи храма, проект иконостаса с лекалами и проект росписи собора. Сообщая о работах, проделанных в 1891 году, В.В. Суслов выделяет находки: древнейший пол собора, три кирпичных надгробия (предположительно XIV–XVII века) и фрагменты фресок, обвалившихся ранее со стен и сводов. В акте о разборке полов говорится, что под современным (плитяным) полом обнаружился кирпичный пол, уложенный по слою песка толщиной в 10 вершков. Местами под слоем песка обнаружены белокаменные плиты и древний кирпичный пол. Производителем работ принято решение снять позднейшие полы и весь песок внутри собора для просушки стен, на которых обнаружены следы штукатурки с росписью [12].

При В.В. Суслове была разобрана западная пристройка, понижен уровень дневной поверхности окружающей территории и полов в соборе. Оконные проемы (ранее растесанные) приобрели свой изначальный вид. Кроме того, со стен была снята

штукатурка с остатками живописи, а кладка стен очищена от слоев красок и реставрирована. Тогда же были выполнены и существующие до сих пор белокаменные полы в соборе. Они выложены плитами размером 71×71 см и толщиной 6–6,5 см. Плиты уложены на слой подсыпки толщиной 60–70 см, состоящей из песка, извести, кирпичного боя и золы. В качестве связующего использовался цементный раствор [22].

Самым известным итогом этих работ стала утрата древних фресок собора, в чем позднейшие исследователи обвиняли В.В. Суслова. К 1892 г. в соборе имелась фреска сцены «Страшного суда» и фрагменты орнаментальных украшений под хорами, а в нижней части стен главной абсиды – в виде ряда белых завес. Над горним местом и на западной стене собора существовали две полуистертые надписи-граффити по штукатурке [12] (рис. 6).

Благодаря работам многих исследователей в течение не одного десятка лет вырисовывается картина характерных черт Спасо-Преображенского собора. Так, наружная и внутренняя поверхности стен собора выложены хорошо пригнанными и тщательно «перевязанными» камнями прямоугольной формы, а промежутки между лицевыми стенками заполнены валунами и осколками известняка, пролитыми известковым раствором [16]. Размеры отдельных квадратов тесаного камня в кладке изменяются по высоте от 20 до 45 см, а по длине от 15 до 80 см [4]. Стены и апсиды выложены не отвесно, а несколько наклонно [3], подобно контрфорсам, подпирая основной куб, который стоит на низком основании цоколя, образуя первый уступ объема. Второй уступ проходит на уровне хор, где отлив вновь отодвигает и утончает широкие плоскости стен и лопатки. Платформа фундамента, сложенная из крупного булыжника на извести, значительно шире стен, глубина залегания булыжника – 1,24 м, на слое плотной глины [7]. Сведения о предыдущих реставрациях свидетельствуют о нескольких видах полов в соборе, существовавших в различные периоды: кирпичный пол, плитяной пол, пол из глиняных плит, белокаменный пол [2, 6]. Отношение ширины фасадов к его высоте равно 1/25. Горизонтальные фасады расчленены в двух местах, поясом на уровне хоров, что отражает внутреннюю объемно-пространственную структуру здания, а также в нижней части, где собор имеет явно выраженную цокольную часть. Вертикально фасады на три части делятся пилястрами с двойными уступами. Центральная часть, как средняя закомара, несколько шире и выше боковых [4]. Своды

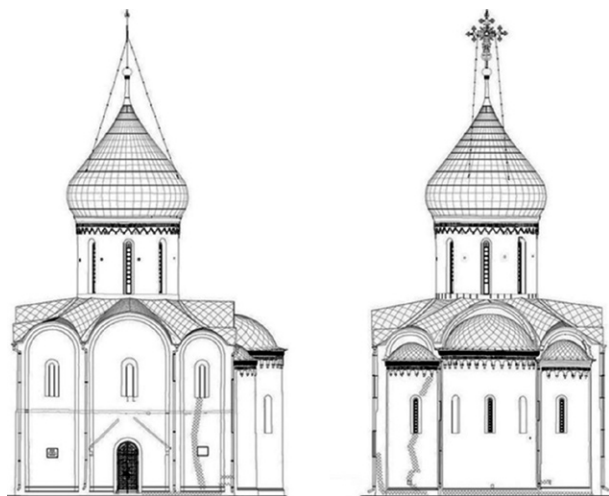


РИС. 6.

Чертежи южного и восточного фасадов Спасо-Преображенского собора, выполненные Центральными научно-реставрационными проектными мастерскими МК РФ (приведено по 14)

собора снаружи почти не обработаны, в навалу камня нет никаких следов обмазки или остатков свинцового покрытия. Следовательно, первоначально кровля была деревянной, тесовой, по деревянным же стропилам. Широкий цилиндр барабана, возможно, венчался не обычным шлемом, но главой, по форме довольно близкой к существующей, и покрытой, по-видимому, деревянной чешуей [25].

Интересным представляется высота собора. Разные авторы, по-видимому, в силу различных методов исследования не указывают точной высоты собора. Так, только в работе Н.Н. Воронина (1961) указывается высота собора около 22 м, однако, как пишет автор, здание собора по сравнению с домонгольским временем «вросло в землю» примерно на 90 см (ред. итого около 23 м), ниже отлива идут еще два ряда кладки белокаменного цоколя. Стены собора, продолжает подробно описывать автор, выложены в полубутовой технике из прекрасно отесанных и положенных почти насухо белокаменных блоков. Толщина стен от 1 м 30 см до 1 м. Фундамент храма – ленточный (проходящий к столпам от стен), для своего времени уже архаичный. Фундамент сложен из крупного булыжника на извести. Глубина 1,2 м, доведен до слоя плотной глины. Он значительно шире стен – выступает на 1 м с севера и 1,5 м с востока. До глубины 0,8 м фундамент опускается отвесно, а затем сужается. В верхней части платформа фундамента значительно шире стен и составляет 2,5 м. Бутовая кладка фундамента в верхней части выступает за обрез стены на 1 м с севера и на 1,45 м с востока. Касательно полов. В соборе существовало не менее четырех, как предполагает автор, полов. Первый пол был кирпичный, уложенным на сплошную песчаную засыпку. Большинство из обна-

С.И. ВОРОБЬЕВ
ПАМЯТНИК РУССКОЙ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ
XII ВЕКА – СПАСО-ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ СОБОР
В ПЕРЕСЛАВЛЕ-ЗАЛЕСКОМ. ИЗУЧЕНИЕ
И РЕСТАВРАЦИЯ
I ЧАСТЬ

руженных плиток, относящихся к XII веку, были поливные квадратной формы (15×15×3,5 см) со скошенными к низу краями и выпуклым бортиком по краю тыльной стороны. Впоследствии полы еще раз меняли: на кирпичные, на четырехугольные глиняные плиты и снова на белокаменные «плитяные», которые лежали до конца XIX века. Интерьер здания представляет собой строго расчлененное четырьмя подкупольными столбами пространство, западная часть которого занята хорами. Восточная пара столбов тесно связана с алтарными простенками, прорезанными в два яруса арочными пролетами. Столбы кверху несколько утончаются. Подпружные арки не только полуциркульные и обладают «легкой стрельчатостью», точнее говоря, форма арки получает некоторые едва заметное заострение кверху [6].

Вероятно, работы Н.Н. Воронина – известного археолога, ведущего специалиста по древнерусскому зодчеству и по изучению Спасо-Преображенского собора, начатые в 40-х годах и продолженные до 70-х годов XX в., являются наиболее полными в этом перечне.

В 2014 г. проводились археологические исследования Институтом археологии РАН в Спасо-Преображенском соборе. В 2015 г. на его стенах было обнаружено несколько древнерусских граффити. Среди граффити была найдена уникальная надпись-сообщение XII века об убийстве князя Андрея Боголюбского и список имен его убийц [16].

В 2015 г. проводились очередные реставрационные работы на объекте культурного наследия федерального значения «Спасо-Преображенский собор, 1157 год» в рамках реализации организационно-финансового плана федеральной целевой программы «Культура России (2012–2018 годы)» [12].

Хочется отметить, что в 2018 г. в рамках VII Санкт-Петербургского культурного форума министр культуры РФ сообщил, что Спасо-Преображенский собор Переславля-Залесского в очереди на включение во всемирный лист ЮНЕСКО [18]. Будем надеяться, что это долгожданное событие в скором времени произойдет.

Необходимо отметить еще одну работу, которая, к сожалению, в свое время не была опубликована. В 2006 г. московским Благотворительным фондом имени академика И.П. Павлова (руководитель проф. С.И. Воробьев), занимающимся воссозданием и реставрацией памятников российской истории, науки, культуры и православия, по благословению схииерхимандрита Илия духовника Святейшего Патриарха Кирилла было начато изучение и ремонтно-реставрационные работы в Спасо-Преображенском соборе XII века в Переславле-Залесском.

Для этого были привлечены ведущие специалисты и реставраторы Центральных научно-реставрационных проектных мастерских Министерства культуры РФ (ЦНРПМ МК РФ): директор Д.В. Голубев, главный

архитектор С.Б. Куликов, зам. директора инженер-реставратор высшей категории Б.Т. Сизов, А.С. Фомичев. Мастерские выступали в качестве авторского надзора за реставрационными работами по договору №П-06-90-01/65 от 4.04.2006 г.

Подрядчиком выступала известная ярославская Научно-производственная реставрационная мастерская «Яблоко» («НПРМ «Яблоко») (лицензия Министерства культуры РФ №244 от 15.12.2002 г.), директор А.С. Рыбников – инженер-реставратор I категории, гл. инженер В.Ю. Афанасьев. С мастерской был заключен контракт на ремонтно-реставрационные работы по собору. Научно-техническое руководство возлагалось на архитектора-реставратора высшей категории С.В. Демидова.

Послесоставления Фондом, подрядчиком и надзорным органом Программы ремонтно-реставрационных работ проведено согласование и утверждение Программы с дирекцией Переславль-Залесского государственного историко-архитектурного музея-заповедника и Верхне-Волжским управлением Федеральной службы по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.

После получения Разрешения № 07 от 10.02.2006 г. на изучение недвижимого памятника истории и культуры федерального значения и Разрешения №27 от 02.07.2006 г. на производство ремонтно-реставрационных работ на памятнике истории и культуры Спасо-Преображенском соборе от Верхне-Волжского управления Федеральной службы по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия были начаты работы в Спасо-Преображенском соборе.

Научно-техническая и консультативная поддержка Фонду в Переславле-Залесском осуществлялась главными специалистами департамента культуры и туризма администрации Ярославской области Ю.Ю. Епишкиной и В.К. Дуловым, заместителем директора ФГУ «Национальный парк «Плещеево озеро» С.И. Щербань, архитектором Переславль-Залесского государственного историко-архитектурного художественно-музея-заповедника А.И. Карнаушиным.

Финансовая поддержка осуществлялась московским Благотворительным фондом «Глас» и партнерами Фонда Р.К. Казмалы и Ю.Н. Потокиным.

Работы начаты в 2006 г. по утвержденной Программе с проведения научно-исследовательских и проектных работ и продолжились до 2007 г. ремонтно-реставрационными работами Спасо-Преображенского собора XII века.

ПРОВЕДЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОЕКТНЫХ РАБОТ

1. Изучение температурно-влажностного режима собора

В течение весенне-летнего и осенне-зимнего периодов 2006–2007 гг. сотрудниками ЦНРПМ МК РФ [10, 11] проводилось инструментальное измерение температурно-влажностных параметров внутреннего воздуха и материалов конструкций Спасо-Преображенского собора. Изучение температурно-влажностного режима (ТВР) в соборе было начато ЦНРПМ МК РФ в 2002 г. и носило предварительный характер, основываясь на анализе данных за трехмесячный период май-июнь.

Исследования воздушного режима Спасо-Преображенского собора проводили по стандартным методикам при помощи накопительных датчиков (логгера) германской фирмы Testo. В соборе было выбрано 16 точек измерения температуры в основном объеме: десять в четверике, шесть в алтаре и 3 точки на хорах. Фиксация параметров воздуха осуществлялась четыре раза в сутки.

Температура поверхности ограждающих конструкций в соборе изменялась за исследуемый период от $-10,5^{\circ}\text{C}$ до $+15,5^{\circ}\text{C}$. Наиболее высокие температуры зафиксированы в июле. При средней наружной температуре 17°C – 18°C температура конструкций собора была около $+15^{\circ}\text{C}$. Наиболее низкие температурные режимы зафиксированы в феврале. При средней наружной температуре -11°C температура стен составляла -10°C . Влажностный режим конструкций Спасо-Преображенского собора относительно стабилен.

Изменение показателей влагосодержания кладки в течение летнего полугодия не существенны и не превышают 3–4 единицы по шкале ВСКМ+ и 10–15 единиц по шкале Gann. К зиме параметры влажности материалов кладки несколько снижаются на всех контрольных участках (рис. 7, 8). Влагосодержание участков стен на высоте 0,1–0,3 м.

Наибольшие показатели влагосодержания были зафиксированы внизу стен, на высоте 0,1–0,3 м. Полученные значения располагались в диапазоне от 2 до 21 единицы по шкале ВСКМ-12+. Уменьшение влажности в зимний период в среднем в 2–3 раза.

Влагосодержание участков стен на высоте 1–1,3 м. Уровень влажности на высоте 1–1,2 м несколько выше, чем на высоте 0,1–0,3 м. Здесь максимальное значение не превышает отметку 11 единиц ВСКМ-12+.

Влагосодержание участков стен на высоте 1,8–2,0 м. Для поверхностного слоя полученные данные не сильно отличаются от тех, что были для высоты 1–1,2 м. Однако следует отметить, что на этой высоте высыхание материала к зиме либо совсем не происходит, либо происходит незначительно. Распределение влажности во внутреннем слое на двухметровой высоте не отличается от распределения влажности на высоте 1–1,2 м.

Влагосодержание участков стен на уровне хоров. Показатели влагосодержания для поверхност-

ного слоя колеблются в диапазоне от 3 до 8 единиц ВСКМ-12+. При этом среднее значение для первой и второй точек составляет 6-7 единиц ВСКМ-12+, а для третьей – 4 единицы по той же шкале. Снижение влажности к зиме незначительно.

Влагосодержание кладки во внутреннем слое одинаково для всех трех точек. Снижение влажности к зиме незначительно.

Показатели влажности незначительно изменяются на протяжении года, что свидетельствует о том, что процессы поступления влаги в камень и отдача влаги кладкой уравновешены и, фактически, высыхания кладки не происходит. Это свидетельствует о том, что камень находится в переувлажненном состоянии.

2. Проведение физико-химических исследований по белому камню собора

В плане физико-химических исследований значительные масштабные работы, разработанные сотрудниками ЦНРГИМ МК РФ [9], в том числе:

1. Обследование состояния материалов Спасо-Преображенского собора.
2. Технологическая схема реставрации.
 - 2.1. Технологическая схема реставрации фасадов.
 - 2.2. Технологическая схема реставрации интерьера.
3. Технологические рекомендации.
 - 3.1. Расчистка фасадов от обмазки и загрязнений на белом камне.
 - 3.2. Бицидная обработка поверхности белого камня.
 - 3.3. Вычинка отдельных разрушенных блоков и установка новых.
 - 3.4. Структура укрепления камня.
 - 3.5. Реставрация лицевой поверхности белокаменной кладки.
 - 3.6. Зачеканка швов в белокаменной кладке и т.д.

Обследования состояния материалов. Обследования состояния материалов в 2004, 2006 годов Спасо-

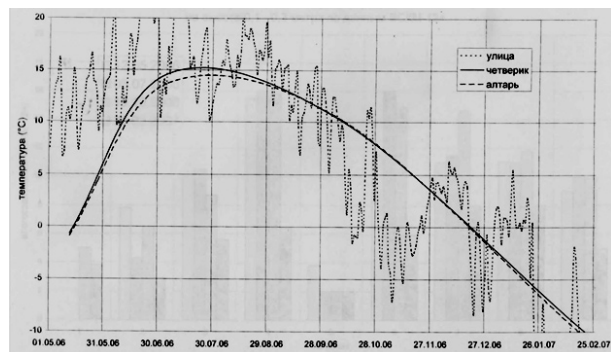


Рис. 7.

2006–2007 гг. Сопоставление температуры конструкций Спасо-Преображенского собора с температурой наружного воздуха во время ремонтно-реставрационных работ [10, 11]

С. И. ВОРОБЬЕВ
ПАМЯТНИК РУССКОЙ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ
XII ВЕКА – СПАСО-ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ СОБОР
В ПЕРЕСЛАВЛЕ-ЗАЛЕСКОМ. ИЗУЧЕНИЕ
И РЕСТАВРАЦИЯ
I ЧАСТЬ

Преображенского собора, проводимые сотрудниками ЦНРГИМ МК РФ [9], показало, что фасады были обмазаны составом на основе извести, в результате чего поверхность белого камня скрыта под обмазкой. Толстый слой обмазки полностью скрывает фактуры природного камня и швы между блоками. Подкарнизный узорчатый пояс апсид в результате обмазки потерял четкость линий и профилей. На северной апсиде пояс утрачен. Карниз подшит деревянными досками, которые окрашены в белый цвет. На южной апсиде под обмазкой прослеживается старая вертикальная трещина от окна до цоколя. Маяк, установленный на эту трещину в 1987 г., сохраняет целостность. Также прослеживаются старые вертикальные трещины в юго-восточном углу. Несмотря на то, что обмазка фасада выполнена в 2005 г., в настоящее время она полностью утрачена в цокольной части по всему периметру церкви на высоту до 0,8 м, в юго-восточном углу в 1-м ряду цоколя отсутствует белокаменный блок. Поверхность камня цоколя имеет многочисленные каверны, утраты, докомпоновки на основе цемента, извести, сплошную эрозию на различные глубины, поражение водорослями и лишайниками, особенно северный фасад. Состояние обмазки на всех фасадах удовлетворительное, за исключением цокольной части и локальных загрязнений в результате потечков с подоконных откосов. Адгезия слоя обмазки к основе – удовлетворительная. Обмазка незначительно отбеливает, что свидетельствует об отсутствии специальных добавок в состав, а также об отсутствии гидрофобизирующего покрытия. Утраты в белом камне цокольной части западной фасады достигают 30 см и являются постоянным инициатором дальнейшего разрушения. В кладке цоколя присутствуют отдельные блоки, имеющие трещины, образовавшиеся в результате морозного разрушения. Состояние белого камня фасадов по наблюдениям 2004 г. можно считать удовлетворительным. Камень имеет дефекты, обусловленные атмосферным воздействием в тече-

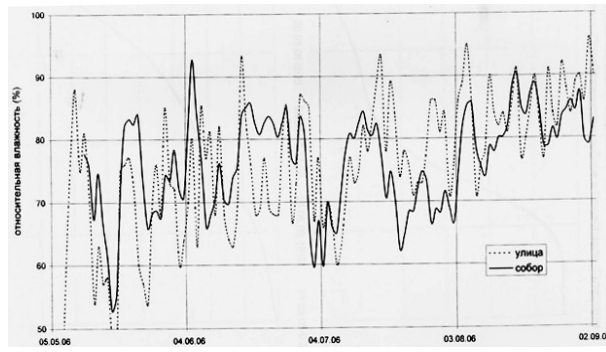


Рис. 8.

2006–2007 гг. Сопоставление динамики изменения относительной влажности воздуха в Спасо-Преображенском соборе с изменением относительной влажности наружного воздуха в весенне-летний период во время ремонтно-реставрационных работ [10, 11]

ние длительного времени, дефекты – привнесенными реставрационными вмешательствами, в основном в виде различных докомпоновок, в зоне которых происходит разрушение и ослабление структуры камня. Основываясь на предыдущих наблюдениях, следует отметить, что значительные площади северного фасада и локальные участки поражены лишайниками. Это в наибольшей степени горизонтальные поверхности: подоконные откосы, уступ на уровне хор, цокольная часть. Водорослями поражена нижняя часть (цоколь) в наибольшей степени северного и восточного фасадов. Поверхность камня всех фасадов была загрязнена (2004 г.) и требовала чистки.

Таким образом, на основании изложенного выше основные причины разрушения камня фасадов следующие: разрушение цокольной части связано с увлажнением камня в результате отбрыза и прямого попадания воды с кровли до установки водосливных труб, а также замораживанием при таянии снега. Кроме того, как указывают авторы [1, 5], разрушение белого камня связано с действием физико-механических и химических факторов: выщелачивание карбонатных пород, отложение новообразований в виде карбонатов, сульфатов и водорастворимых солей.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Беликов Б.П., Петров В.П.** Облицовочный камень и его оценка. М.: Наука, 1977. С. 138.
2. **Буслаев Ф.И.** Русское искусство в оценке французского ученого «Критическое обозрение». 1879, №2, 5 (переиздано в Исторических очерках Ф.И. Буслаева по русскому орнаменту в рукописях, 1917).
3. **Бутовский В.И.** Русское искусство и мнение о нем Б. Виоле, И. Дюка, французского ученого и архитектора и Ф.И. Буслаева русского ученого и археолога. М.: 1879.
4. **Брунов Н.И., Власюк А.И., Капун А.И. и др.** История русской архитектуры. Академия архитектуры СССР, Институт истории и теории архитектуры. 2-е изд. М.: Гос-ое изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1956. С. 614.
5. **Викторов А.М., Звягинцев А.И.** Белый камень. М.: Наука, 1981. С. 121.
6. **Воронин Н.Н.** Зодчество Северо-Восточной Руси XII–XV веков, в 2-х т. Институт археологии АН СССР отв. ред. Б.А. Рыбаков. М.: Изд-во АН СССР, 1961. Т. 1, XII столетие. С. 77–90.
7. Зодчий. Архитектурный и художественный журнал. 1872. №2. С. 9–11, 132–133.
8. Отчет Научно-производственной реставрационной мастерской «Яблоко». Научно-проектная документация. Том 1. Предварительные работы по памятнику архитектуры XII в. Спасо-Преображенский собор в г. Переславль-Залесском. Борисоглебск, 2006.
9. Отчет Центральным научно-реставрационным проектным мастерским Министерства культуры РФ. Научно-проектная документация. Разработка технологии реставрации белокаменных фасадов и интерьеров. Спасо-Преображенский собор в г. Переславль-Залесском. Шифр 690.18., М., 2006. Т. 2. Кн. 5.
10. Отчет Центральным научно-реставрационным проектным мастерским Министерства культуры РФ. Научно-проектная документация. Комплексные научные исследования. Натуральные исследования. Изучение температурно-влажностного режима. Спасо-Преображенский собор в г. Переславль-Залесском. Шифр 632.17. М., 2006.
11. Отчет Центральным научно-реставрационным проектным мастерским Министерства культуры РФ. Аннотационный отчет. Изучение температурно-влажностного режима. Спасо-Преображенский собор в г. Переславль-Залесском. Шифр 690.18. М., 2006.
12. Отчет о наблюдении за реставрационными работами на объекте культурного наследия Федерального значения «Спасо-Преображенский собор, 1157 год». Из-во Переславль-Залесский, 2015 г.
13. Переславль-Залесский музей-заповедник. <http://museumpereslavl.ru/ru/index.html>
14. Переславские достопамятности (Часть II – Спасо-Преображенский собор) <https://pavleg.livejournal.com/26121.html?thread=733193>.
15. **Пилявский В.И., Славина Т.А., Тиц А.А., Ушаков Ю.С., Заушкевич Г.В., Савельев Ю.Р.** История русской архитектуры. Л.: Стройиздат, 1984. С. 512.
16. Редкие граффити с загадочными животными нашли с Спасском соборе Переславля-Залесского. URL: foma.ru/redkoe-graffiti-s-zagadochnym-zhivotnym-nashli-v-spaskom-sobore-pereslavlja-zalesskogo.html.
17. Спасо-Преображенский собор и памятник Александру Невскому в Переславле. <https://t-g-b.ru/photos/photo/149/?from=best&period=month>.
18. Спасо-Преображенский собор Переславля в очереди на включение во всемирный лист ЮНЕСКО. URL: <https://centr.news/spaso-preobrazhenskiy-sobor-pereslavlya-v-ocheredi-na-vklyuchenie-vo>.
19. Спасо-Преображенский собор в Переславль-Залесском. URL: <http://www.ruspalace.ru/fot-20!16!1>.
20. Старинная открытка Спасо-Преображенского собора в Переславль-Залесском. URL: <https://pl.pinterest.com/pin/562527809679198299/>.
21. **Смирнов М.И.** Переславль-Залесский. //Из-во Переславль-Залесский, 1928. С. 28.
22. **Суслова А.В., Славина Т.А.** Владимир Суслов Л.: Стройиздат, Ленингр. отд., 1978. С. 37.
23. **Тимофеева Т.П., Новаковская-Бухман С.М.** Церковь Покрова на Нерли. М.: Северный паломник, 2003.
24. Храм Покрова на Нерли. URL: <https://william>

architecture.blogspot.com/2012/07/blog-post_04.html?view=snapshot.

25. **ЧИНЯКОВ А.Г.** Архитектурный памятник времен Юрия Долгорукого // Архитектурное наследство, 1952. Вып. 2. С. 57–58.

REFERENCES

1. **BEЛИКОВ В.Р., ПЕТРОВ В.Р.** Facing stone and its evaluation. Moscow: Nauka, 1977:138. (In Russian).
2. **BUSLAEV F.I.** Russian art in the assessment of a French scientist Critical Review¹⁸⁷⁹, №2, 5 (reprinted in Buslaev F.I. Historical Essays on Russian ornament in manuscripts., 1917). (In Russian).
3. **BUTOVSKY V.I.** Russian Art and opinion about it by B. Violet, I. Duke, a French scientist and architect and F.I. Buslaev, a Russian scientist and archaeologist. Moscow: 1879. (In Russian).
4. **BRUNOV N.I., VLASYUK A.I., KAPLUN A.I. ET AL.** The history of Russian architecture. Academy of Architecture of the USSR, Institute of History and Theory of Architecture. 2-nd ed. Moscow: State Publishing House of Literature on Construction and Architecture, 1956:614. (In Russian).
5. **VIKTOROV A.M., ZVYAGINTSEV L.I.** White stone. Moscow: Nauka, 1981:121. (In Russian).
6. **VORONIN N.N.** Architecture of North-Eastern Russia of the XII-XV centuries, vol. 2. Institute of Archeology of the USSR Academy of Sciences, ed. by B.A. Rybakov. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1961;1, XII century, pp. 77-90. (In Russian).
7. The architect. Architectural and Hudochnyeni Journal. Moscow: 1872;2:9–11, 132–133. (In Russian).
8. Report of the Scientific and industrial restoration workshop Yabloko. Scientific and project documentation. Vol. 1. Preliminary work on the monument of architecture of the XII century. The Transfiguration Cathedral in Pereslavl-Zalessky: Borisoglebsk, 2006. (In Russian).
9. Report of the Central Scientific and Restoration Design Workshops of the Ministry of Culture of the Russian Federation. Scientific and project documentation. Development of technology for restoration of white stone facades and interiors. The Transfiguration Cathedral in Pereslavl-Zalessky. Cipher 690.18. Moscow, 2006;2;5. (In Russian).
10. Report of the Central Scientific and Restoration Design Workshops of the Ministry of Culture of the Russian Federation. Scientific and project documentation. Comprehensive scientific research. Natural research. Study of temperature and humidity conditions. The Transfiguration Cathedral in Pereslavl-Zalessky. Cipher 632.17: Moscow, 2006. (In Russian).
11. Report of the Central Scientific and Restoration Design Workshops of the Ministry of Culture of the Russian Federation. Annotation report. Study of temperature and humidity conditions. The Transfiguration Cathedral in Pereslavl-Zalessky. Cipher 690.18. Moscow, 2006. (In Russian).
12. Report on the supervision of restoration work at the object of cultural heritage of Federal significance Transfiguration Cathedral, 1157: Pereslavl-Zalessky, 2015. (In Russian).
13. Pereslavl-Zalessky Museum-Reserve. <http://museump-pereslavl.ru/ru/index.html>. (In Russian).
14. Pereslavl Memorabilia (Part II – Transfiguration Cathedral) <https://pavleg.livejournal.com/26121.html?thread=733193>. (In Russian).
15. **PILYAVSKY V.I., SLAVINA T.A., TIC A.A., USHAKOV YU.S., ZAUSHKEVICH G.V., SAVELYEV YU.R.** History of Russian architecture. Leningrad: Stroyizdat, 1984. P. 512. (In Russian).
16. Rare graffiti with mysterious animals was found at the Spassky Cathedral of Pereslavl-Zalessky. URL: foma.ru/redkoe-graffiti-s-zagadochnym-zhivotnym-nashli-v-spasskom-sobore-pereslavlja-zalesskogo.html. (In Russian).
17. The Transfiguration Cathedral and the monument to Alexander Nevsky in Pereslavl. <https://t-g-b.ru/photos/photo/149/?from=best&period=month>. (In Russian).
18. The Transfiguration Cathedral of Pereslavl is in line for inclusion in the UNESCO World List. URL: <https://centr.news/spaso-preobrazhenskiy-sobor-pereslavlja-v-ocheredi-na-vklyuchenie-vo>. (In Russian).
19. Transfiguration Cathedral in Pereslavl-Zalessky. URL: <http://www.ruspalace.ru/fot-2011611>. (In Russian).
20. An old postcard of the Transfiguration Cathedral in Pereslavl-Zalessky. URL: <https://pl.pinterest.com/pin/562527809679198299/>. (In Russian).
21. **SMIRNOV M.I.** Pereslavl-Zalessky: Pereslavl-Zalessky, 1928:28. (In Russian).
22. **SUSLOVA A.V., SLAVINA T.A.** Vladimir Suslov. Leningrad: Stroyizdat, Leningrad. ed., 1978;37. (In Russian).
23. **TIMOFEEVA T.P., NOVAKOVSKAYA-BUKHMAN S.M.** Church of the Intercession on the Nerl. Moscow: Northern Pilgrim, 2003. (In Russian).
24. The Church of the Intercession on the Nerl. URL: https://william-architecture.blogspot.com/2012/07/blog-post_04.html?view=snapshot. (In Russian).
25. **ЧИНЯКОВ А.Г.** Architectural monument of the times of Yuri Dolgoruky. Moscow: Architectural Nasledctvo. 1952; 2:57–58. (In Russian).

С.И. ВОРОБЬЕВ
ПАМЯТНИК РУССКОЙ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ
XII ВЕКА – СПАСО-ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ СОБОР
В ПЕРЕСЛАВЛЕ-ЗАЛЕСКОМ. ИЗУЧЕНИЕ
И РЕСТАВРАЦИЯ
I ЧАСТЬ

Воробьев Сергей Иванович,
д.б.н., профессор ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), президент Благотворительного фонда им. академика И.П. Павлова

☎ 119991, г. Москва, Трубецкая, д. 8, с. 2.
119991, Moscow, Trubetskaya Street, 8, p. 2
тел.: +7 495 609-14-00, e-mail: vorobyev@mail.ru

АКАДЕМИЯ В ЛИЦАХ

БРЕГАДЗЕ ВЛАДИМИР ИОСИФОВИЧ



Брегадзе Владимир Иосифович, доктор химических наук, профессор, д. чл. РАЕН, лауреат Госпремий СССР и РФ.

Брегадзе В.И. родился в Москве 17.12.1938 г. В 1960 г. окончил химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. С 1960 г. по 2024 г. работает в Институте элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН ст. лаб., м.н.с., с.н.с., в.н.с., г.н.с., заведующим Лабораторией алюминий и борорганических соединений. В 1967 г. защитил кандидатскую, а в 1986 г. докторскую диссертацию, с 1990 г. – профессор. В.И. Брегадзе – один из ведущих специалистов в мире по химии бора, алюминия, галлия, индия и таллия, карборанов и металлокарборанов, их получения, изучения их реакционной способности, противоопухолевой активности и получения материалов для электроники. Им впервые получены элементоорганические производные карборанов, сформулированы представления об особом характере сигма-связи

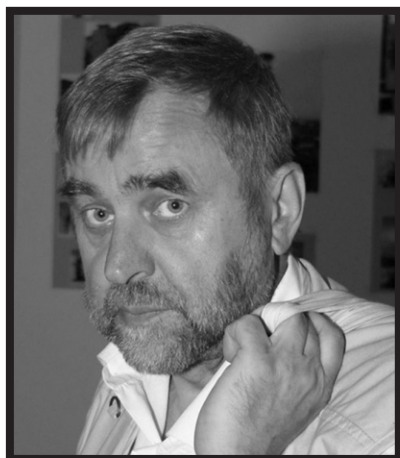
шестикоординационного атома углерода карборана с атомом металла, впервые осуществлена реакция электрофильного металлирования карборанов, приводящая к новому классу соединений – бор-металлированным карборанам, в которых реализуется обычно нестабильная сигма-связь бор-непереходный металл. Профессор Брегадзе показал, что на них могут быть перенесены основные представления химии металлоорганических соединений, при этом место связи С-М занимает связь В-М. Им разработаны новые способы синтеза практически важных производных бора, галлия, индия, селена и теллура, используемых для создания полупроводниковых материалов; часть из них освоена в производстве; предложены соединения, используемые для создания защитных борсодержащих покрытий; проведен направленный синтез противораковых препаратов и веществ для использования в бор-нейтронозахватной терапии злокачественных опухолей; Владимир Иосифович Брегадзе с 1979 г. по 2024 г. регулярно выступает с пленарными и секционными лекциями на отечественных и международных конференциях по химии бора и металлоорганической химии. Также выступал с лекциями в университетах США, Бельгии, Германии, Индии, Китая, Польши, Португалии, Франции, Швеции, Японии. Он подготовил 17 кандидатов наук; в его лаборатории две подготовленные и защищенные докторские диссертации.

Им опубликовано более 500 статей, обзоров и глав в книгах. Получены свидетельства на 20 изобретений; В.И. Брегадзе дважды Лауреат Государственных премий. Им получены Госпремия СССР в области науки и техники "За разработку и использование новых материалов в промышленности" (1976), Госпремия РФ в области науки и техники за цикл работ "Химия карборанов и полиэдрических боранов" (1996). Он один из создателей журнала "Металлоорганическая химия" (1987); член редколлегии журнала "Известия Академии наук. Серия химическая", в разные годы являлся членом Advisory Board международных журналов: *Organometallics*, *Inorganic Chemistry*, *Applied Organometallic Chemistry*; член Международных комитетов по проведению международных и европейских конференций по химии бора. Профессор Брегадзе член международных обществ по химии элементов главных групп периодической системы, нейтронозахватной терапии рака, химии порфиринов и фталоцианинов.

В 2013 г. профессор Брегадзе награжден медалью В.И. Вернадского Российской академии естественных наук.

С 2011 г. В.И. Брегадзе – профессор Пекинского химико-технологического университета. В 2016 г. В.И. Брегадзе был Председателем Оргкомитета по проведению в России (г. Суздаль) Европейской конференции по химии бора.

ПАМЯТИ В.И. ГЛАЗКО (1949–2024)



30 июля ушел из жизни доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН (ин. ч.), член Президиума РАН, НОР (Нанотехнологическое Общество России), лауреат Премии Правительства РФ в области образования, главный научный сотрудник ФГБНУ НИИПЗК Валерий Иванович Глазко. На протяжении многих лет Валерий Иванович являлся зам. главного редактора журнала «Вестник РАН». Он прожил достойную, интересную, плодотворную жизнь, внес большой вклад в общую и сельскохозяйственную биологию, селекцию, генетику и биотехнологию.

В.И. Глазко родился 30 января 1949 г. в г. Лениногорск Казахской ССР. В 1972 г. окончил факультет естественных наук Новосибирского государственного университета по специальности «генетика». С 1971 по 1990 гг. работал в лаборатории генетических основ селекции животных Института цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР. Одновременно преподавал в Новосибирском государственном университете. В 1979 г. защитил кандидатскую диссертацию по специальности генетика, в 1991 г. – докторскую по специальностям генетика и селекция и разведение животных. В 1990 г. был переведён в Южное отделение ВАСХНИЛ; руководил лабораторией генной инженерии Института разведения и генетики животных, отделением агроэкобиотехнологии и отделением радиоэкологии в

Институте агроэкологии и биотехнологии. Одновременно преподавал в Киевском гос. университете им. Т.Г. Шевченко, в Харьковском зооветеринарном институте, Национальном аграрном университете, в Киево-Могилянской академии. В 2006 г. стал зам. директора по науке в ГНУ ВНИИ риса РАСХН, работал в Российском государственном аграрном университете – МСХА им. К.А. Тимирязева советником ректора, затем – зав. Центром нанобиотехнологий, позже – профессором кафедры зоологии.

Валерий Иванович – выдающийся российский ученый, генетик, радиационный биолог, биотехнолог, молекулярный биолог. Он разработал концепцию генетической компоненты устойчивого развития агроэкобиотехнологий, на основании которой сформулировал тезис об универсальных популяционно-генетических последствиях экологических катастроф.

В.И. Глазко активно участвовал в международных и российских конгрессах и конференциях, организовывал работу многих научных мероприятий. За комплекс работ, посвященных изучению популяционно-генетических последствий Чернобыльской аварии, Валерий Иванович в 2012 г. был награжден премией Правительства РФ. Валерий Иванович внес большой вклад в применение ДНК-технологий в экологической генетике и агробиотехнологиях. Научно-практическая значимость его исследований объясняется системным и результативным использованием потенциала генетики, геномики, биотехнологии и экологии, а также опыта научно-организационной работы, преподавания биологических дисциплин и популяризации научных достижений. В ФГБНУ НИИПЗК Валерий Иванович активно участвовал в проведении комплексных фундаментальных и поисковых прикладных исследований, посвященных выделению ключевых проблем в генетике и геномике пушного зве-

ководства и кролиководства, применению генных и геномных технологий в управлении генетическими ресурсами хозяйственно ценных видов животных. Занимался разработкой молекулярно-генетического обоснования методов ускорения селекционной работы по созданию новых типов пушных зверей и кроликов с заданными хозяйственно-полезными свойствами, применением методов селекции с помощью ДНК-маркеров.

В.И. Глазко содействовал интеграции науки и образования, активно привлекал студентов и выпускников в научную сферу, вел интенсивную наставническую деятельность, а также обладал заслуженной высокой деловой репутацией в профессиональном сообществе.

Заслуги Валерия Ивановича были не раз отмечены премиями и различными наградами, такими как почётная грамота министерства сельского хозяйства РФ (2009), памятная серебряная медаль им. Н.И. Вавилова (РАЕН, 2010), Премия Правительства РФ в области образования (2012), почетная грамота ФАНО (2016), международная экологическая премия (2017), медаль Кондратьева (2017), золотая медаль МСХА РФ за вклад в развитие агропромышленного комплекса России (2017), Всероссийская премия "За верность науке" (2022).

Профессор Глазко являлся членом редколлегий журналов «Вестник РАН», «Цитология и генетика», «Физиология и биохимия растений», «Animal Science Papers and Reports», «Агроэкологический журнал», «Экологический вестник», «Известия ТСХА». Подготовил 13 кандидатов и 3 докторов наук, автор более 900 научных трудов, в том числе 60 монографий, учебников, словарей.

Валерий Иванович навсегда останется в нашей памяти примером порядочности, доброты и образцом настоящего российского ученого.

ШАХВЕРДИЕВ АЗИЗАГА ХАНБАБА ОГЛЫ — вице-президент РАЕН, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений» Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе, заслуженный изобретатель РФ, почетный нефтяник РФ (РФ)

РОСТАНЕЦ ВИКТОР ГРИГОРЬЕВИЧ — д. чл. РАЕН, д.э.н., профессор, зам. директора АО «Институт региональных экономических исследований» (РФ)

АЛЕКСЕЕВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ — д. чл. РАЕН, д.г.-м. н., профессор кафедры палеонтологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, зав. лабораторией протистологии Палеонтологического института им. А.А. Борисяка РАН, почетный работник сферы образования РФ (РФ)

БАШКИРЦЕВА НАТАЛЬЯ ЮРЬЕВНА — д. чл. РАЕН, д.т.н., профессор, директор Института нефти, химии и нанотехнологий, заведующий кафедрой «Химической технологии переработки нефти и газа», Директор Научно-производственного центра «Панхимтех» Казанского национального исследовательского технологического университета», Заслуженный деятель науки Республики Татарстан (РФ)

БОБРОВ АНДРЕЙ ВИКТОРОВИЧ — д. чл. РАЕН, профессор РАН, д.г.-м.н., доцент, профессор кафедры петрологии и вулканологии, заместитель декана геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (РФ)

ГУЛИЕВ ИБРАГИМ САИД ОГЛЫ — ин. чл. РАЕН, д.г.-м.н., профессор, академик, вице-президент Национальной Академии Наук Азербайджана, Лауреат Государственной премии АР, главный редактор журнала АНХ (Азербайджан)

ЖДАНОВ МИХАИЛ СЕМЕНОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории электромагнитных методов геофизических исследований Института геоэлектроманнитных исследований Объединенного института физики Земли РАН им. О.Ю. Шмидта РАН, профессор университета Солт-Лейк-Сити, США (РФ)

ЗАКИРОВ ЭРНЕСТ СУМБАТОВИЧ — д.т.н., профессор РАН, директор Института проблем нефти и газа РАН (РФ)

КАПАУНОВ ДАВИД РОДИОНОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН, зав. лабораторией теории проектирования освоения недр Института проблем комплексного освоения недр (ИПКОН) РАН, Заслуженный деятель науки и техники России (РФ)

КЕРВАЛИШВИЛИ ПААТА ДЖАМАЕТОВИЧ — ин. чл. РАЕН, д.ф.-м.н., профессор Института прикладной физики Грузинского технического университета, президент Грузинской АЕН (Грузия)

МАНДРИК ИЛЬЯ ЭММАНУИЛОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.т.н., к.г.-м.н., вице-президент по геологоразведке и разработке ПАО «ЛУКОЙЛ», Заслуженный Геолог РФ (РФ)

МИХАЙЛОВ НИКОЛАЙ НИЛОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.т.н., профессор, профессор Российского государственного университета нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, почетный нефтяник (РФ)

МОЖАЕВ ЕВГЕНИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ — д.э.н., профессор, первый проректор Института повышения квалификации руководящих кадров и специалистов, Почетный работник науки и техники РФ

МЫМРИН ВСЕВОЛОД АНАТОЛЬЕВИЧ — д. чл. РАЕН, д.г.-м.н., профессор, Федеральный Технологический Университет штата Парана (UTFPR) (Бразилия)

ПЕТРОСЯН ВАЛЕРИЙ САМСОНОВИЧ — вице-президент РАЕН, д.х.н., профессор, зав. лаб. физической органической химии химического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, эксперт ООН по химической безопасности, автор научного открытия, Заслуженный работник высшей школы РФ (РФ)

ПЕТРОВ ВАДИМ ЛЕОНИДОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.т.н., профессор, проректор по учебной работе Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», гл. редактор журнала Горные науки и технологии (РФ)

СУЛЕЙМАНОВ БАГИР АЛЕКПЕР ОГЛЫ — д.т.н., профессор, чл.-корр. НАН Азербайджана, зам. директора НИИГИПРОМОРНЕФТЬ, гл. редактор журнала Scientific Petroleum, зам. гл. редактора журнала SOCAR Proceedings, зам. гл. редактора журнала «ANAS Transactions. Earth Sciences» (Азербайджан)

ЧЕНЬ ЦЗЯНЬПИН — ин. чл. РАЕН, 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 — ин. чл. РАЕН, д.т.н., профессор Китайского геологического университета (г. Пекин), д. чл. Китайской академии наук, председатель международного комитета по геологическим данным от азиатского региона (Китай)

ШЕВЧЕНКО ЮРИЙ ЛЕОНИДОВИЧ — д. чл. РАЕН, академик РАН, д.м.н., профессор, президент Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова, Заслуженный врач РФ, Заслуженный деятель науки РФ (РФ)

ШЕСТОПАЛОВ ЮРИЙ ВИКТОРОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.ф.-м.н., профессор кафедры прикладной математики Российского технологического университета МИРЭА (РФ)

ШОГЕНОВ БЕСЛАН АМИНОВИЧ — д. чл. РАЕН, д.э.н., профессор кафедры Экономики Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета, Заслуженный деятель науки КБР (РФ)

ЯННАКОПУЛОС ПАНАЙОТИС — ин. чл. РАЕН, профессор кафедры компьютерных систем, член управляющего совета Пирейского университета прикладных наук, Вице-президент Европейских программ ПЛУПИ, член совета Национального греческого информационного центра (Греция)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Аренс Виктор Жанович — почетный вице-президент РАЕН, д.т.н., профессор, почетный профессор НИТУ «МИСиС», член ученого совета ФГБОУ ВО «РГУ им. Серго Орджоникидзе» (МГРИ), Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, Лауреат Государственной премии СССР (РФ)

Бурак Петр Иосифович — президент РАЕН, д.э.н., профессор, директор Института региональных экономических исследований (РФ)

Воловик Александр Михайлович — вице-президент РАЕН, д.э.н., профессор Российской экономической академии им. Плеханова, Лауреат государственной премии РФ в области культуры, Заслуженный нефтегазостроитель (РФ)

Гейхман Исаак Львович — вице-президент РАЕН, д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, президент Ассоциации строительных компаний «Росзарубежстрой» (РФ)

Золотарев Владимир Антонович — вице-президент РАЕН, д.ю.н., д.и.н., профессор, действительный государственный советник РФ I класса (РФ)

Мелуа Аркадий Иванович — д. чл. РАЕН, д.филос.н., профессор, генеральный директор научного издательства «Гуманистика» (РФ)

Новиков Василий Семенович — вице-президент РАЕН, д.м.н., профессор, лауреат Государственной премии РФ, Заслуженный деятель науки РФ (РФ)

Панин Александр Николаевич — д. чл. РАЕН, академик РАН, д.вет.н., профессор, директор Всероссийского государственного центра качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов (РФ)

Панов Юрий Петрович — д. чл. РАЕН, к.т.н., ректор Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (МГРИ) (РФ)

Степашин Сергей Вадимович — д. чл. РАЕН, д.ю.н., профессор, государственный советник юстиции РФ, председатель наблюдательного совета государственной корпорации «Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» (РФ)

Хайруллин Мухамед Хильмиевич — д. чл. РАЕН, д.т.н., профессор Института управления, автоматизации и информационных технологий, Заслуженный деятель Республики Татарстан (РФ)

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 от 10 до 20 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).